

La “memoria dell’acqua”: un enigma in via di risoluzione. Strutture dissipative nelle soluzioni acquose estremamente diluite della medicina omeopatica.

V. Elia^{*}, E. Napoli^{*}, R. Germano^{**}

^{*}Dip.to di Chimica, Università “*Federico II*” di Napoli, Complesso Universitario di Monte S. Angelo, via Cintia, 80126, Napoli, Italia

^{**}PROMETE Srl – INFM Spin off Company, Via Buongiovanni 49, 80046, San Giorgio a Cremano (Napoli), Italia

“Memoria dell’acqua” è un termine giornalistico, utilizzato per la prima volta sul quotidiano francese *Le Monde*, poco dopo la pubblicazione sulla rivista scientifica internazionale *Nature* del famoso articolo di Jacques Benveniste (1988) in cui si evidenziava, attraverso prove biologiche, come “diluizioni omeopatiche” di sostanze (essendo, cioè, così diluite da non contenere più alcuna molecola della sostanza inizialmente disciolta nel solvente acqua) inducevano in misura statisticamente significativa degli effetti biologici del tutto tipici di quelle sostanze inizialmente disciolte. La colorita espressione di “memoria dell’acqua” era dunque la sintesi giornalistica (non utilizzata da Benveniste), estrema e fantasiosa, di una fenomenologia che rimane tuttora sostanzialmente non spiegata, ma che trova in recenti pubblicazioni scientifiche alcune possibili vie da seguire per validare sperimentalmente la realtà di un’intera classe di nuovi fenomeni chimico-fisici riguardanti l’acqua liquida.

A quanto pare, infatti, è davvero possibile ottenere delle informazioni chimico-fisiche che dipendono dalla “storia” recente o remota di un campione di acqua (Prigogine direbbe: rottura della simmetria temporale), un po’ come avviene nel caso - sicuramente meglio noto - dei materiali magnetici (Prigogine: rottura della simmetria spaziale). Che la cosiddetta memoria dell’acqua, invocata dopo la pubblicazione del lavoro del gruppo che faceva capo a Benveniste, sia connessa con la capacità di tale solvente, sistema complesso a molte variabili, di essere influenzata da perturbazioni anche di piccola entità, quali azioni meccaniche, o sollecitazioni di natura elettromagnetica, in maniera da allontanarsi dalle iniziali condizioni di equilibrio, appare via via sempre più indiscutibile. Il termine “memoria dell’acqua”, in questa accezione, finisce con l’essere comprensibile ed accettabile, rientrando in uno dei paradigmi assolutamente accreditati dalla comunità scientifica, quale quello della Termodinamica dei Processi Irreversibili, dovuto al Premio Nobel (1977) per la Chimica Ilya Prigogine. Il nostro gruppo di lavoro, negli ultimi dieci anni, ha affrontato la questione, studiando sul piano chimico-fisico alcune proprietà dell’acqua che sia stata sottoposta alla singolare ed originale procedura che caratterizza la preparazione dei rimedi omeopatici: come è noto, si tratta di un metodo iterativo che prevede successive diluizioni (di determinati soluti di interesse medico) ed opportune agitazioni (succussioni). Tale metodica,

ripetuta un certo numero di volte, conduce inesorabilmente a sistemi in cui non c'è più alcuna molecola diversa da quella del solvente usato, nel nostro caso: acqua pura. La “nuova acqua” così ottenuta può davvero essere “diversa” da quella di partenza?

Rispondere a questa domanda è stata la nostra sfida e possiamo anticipare che la risposta, inattesa sì, ma fortemente sorretta dagli esperimenti, risulta essere affermativa. Siamo incoraggiati dal fatto che a queste stesse conclusioni sono intanto giunti anche alcuni altri gruppi di ricerca, con lavori di differente impostazione e metodologia (P.Belon et al., L.Betti et al., L.Rey) – senza dimenticare gli ormai storici e pionieristici lavori sperimentali del fondatore della chimica-fisica italiana Giorgio Piccardi, concernenti le reazioni chimiche fluttuanti. Quindi si può probabilmente affermare che è ormai stata raggiunta la massa critica di dati sperimentali necessari a poter parlare di una vera e propria nuova classe di fenomeni chimico-fisici tutta da sperimentare ed interpretare nei prossimi anni.

Le metodologie sperimentali scelte nel nostro caso sono state quelle che, fra le molte testate, si sono rivelate le più proficue. Ne facciamo un breve elenco, senza entrare nell'aspetto tecnico, ma sottolineando che si tratta di metodologie chimico-fisiche estremamente consolidate ed accreditate senza alcuna riserva nella comunità scientifica: calorimetria a flusso, conduttometria, pHmetria, potenziale agli elettrodi di celle galvaniche, e spettroscopia NMR (Risonanza Magnetica Nucleare). La maggiore difficoltà del lavoro preliminare, durato infatti diversi anni, è stata appunto quella di selezionare le metodologie più illuminanti, determinare le condizioni sperimentali ottimali. Inoltre, non meno difficoltoso è stato tenere nel giusto conto il contributo dato ai valori misurati dei parametri sperimentali da parte delle impurezze rilasciate dal vetro dei contenitori utilizzati. Quella delle impurezze, infatti, è la principale obiezione che viene normalmente posta in essere dai critici, forse talvolta un po' troppo prevenuti rispetto alla possibilità che la procedura usata possa davvero mutare la natura chimico-fisica del solvente acqua.

Nei grafici delle Figg.1-3, si evidenzia come la presenza delle impurezze, derivanti dai contenitori in vetro, diano ovviamente un contributo significativo alla variazione del quadro chimico-fisico delle diluizioni preparate, ma non tale da offuscare la presenza di un altro inaspettato contributo (che come si vede è rilevante, nonché ben al di sopra dell'errore sperimentale) dovuto probabilmente, come vedremo, all'auto-organizzazione di molecole di acqua a seguito di perturbazioni esterne fornite al sistema (che è lontano dall'equilibrio termodinamico); tali perturbazioni nel nostro caso sono appunto costituite dalle diluizioni successive e susseguenti agitazioni (succussioni).

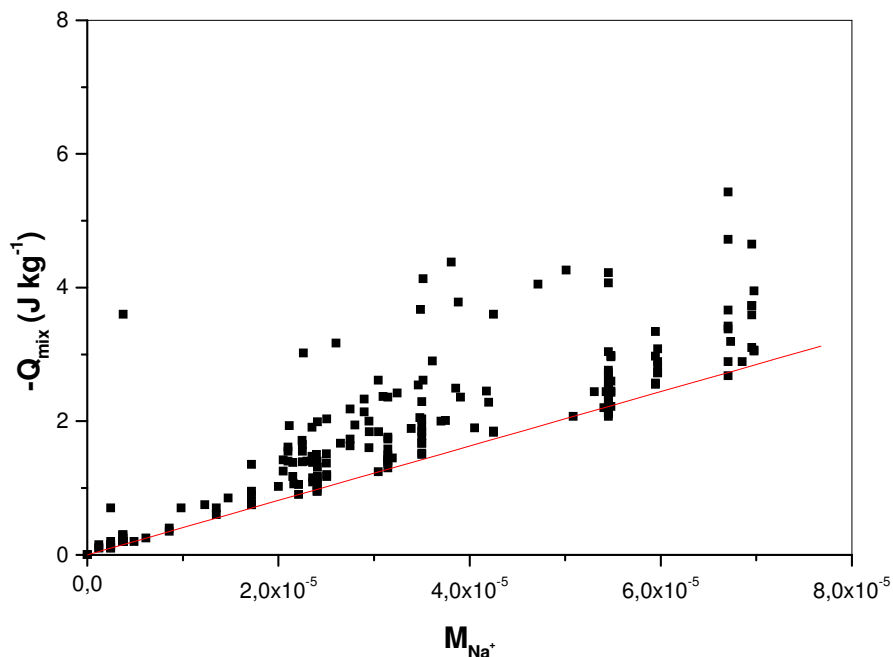


Fig.1 Calore di mescolamento Q_{mix} (JKg^{-1}) in funzione della concentrazione M_{tot} ($molL^{-1}$) delle impurezze rilasciate dai contenitori in vetro. L'ammontare delle impurezze contenute nelle diluizioni omeopatiche viene determinato per via analitica.

simbolo in nero: calore di mescolamento di soluzioni omeopatiche con soluzioni di NaOH, idrossido di sodio, 0.01 M ($Mol Kg^{-1}$)

linea rossa: calore di mescolamento di soluzioni acquose contenenti soltanto lo stesso ammontare di impurezze determinate per via analitica nelle soluzioni omeopatiche.

Si noti che i valori del calore di mescolamento con l'idrossido di sodio determinati utilizzando le diluizioni omeopatiche sono sistematicamente più elevati in valore assoluto rispetto all'analogo calore di mescolamento dovuto soltanto al contenuto "chimico" derivante dai contenitori in vetro.

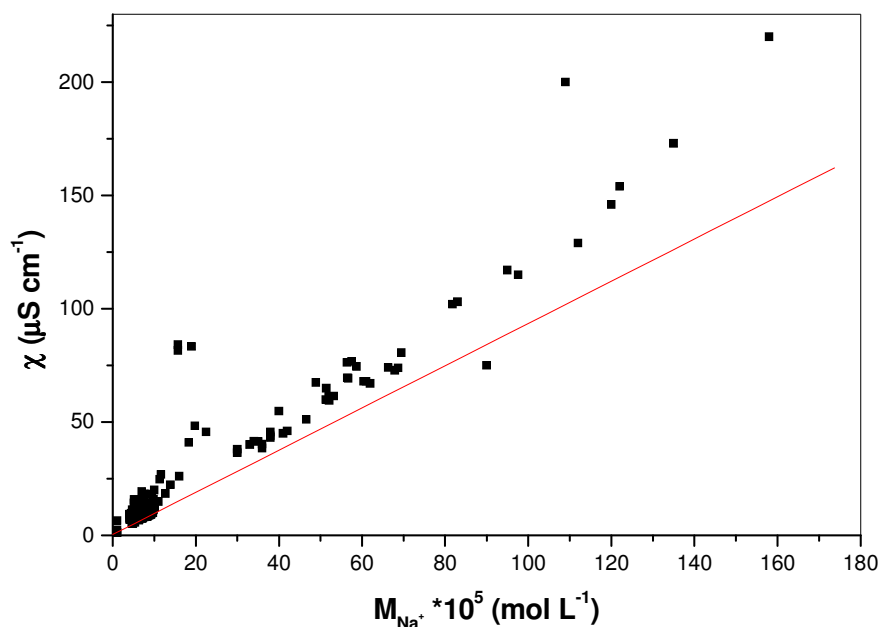


Fig.2 Conducibilità specifica χ ($\mu S cm^{-1}$) in funzione della concentrazione delle impurezze rilasciate dal vetro dei contenitori. Le impurezze delle diluizioni omeopatiche vengono determinate per via analitica.

simbolo in nero: conducibilità specifica delle diluizioni omeopatiche

linea rossa: conducibilità specifica di soluzioni acquose contenenti soltanto lo stesso ammontare di impurezze determinate nelle diluizioni omeopatiche

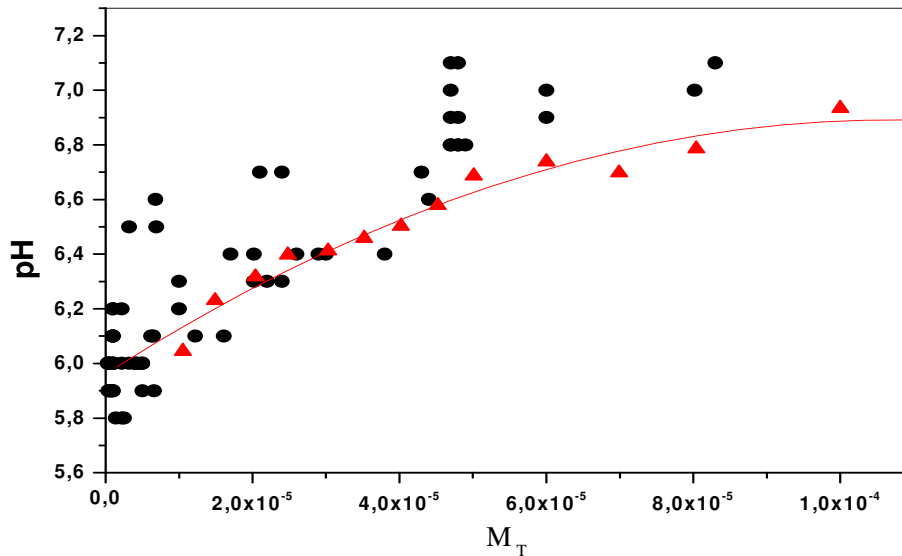


Fig.3 Valori del pH in funzione della concentrazione delle impurezze rilasciate dal vetro dei contenitori. Le impurezze delle diluizioni omeopatiche vengono determinate per via analitica.
 simboli in nero: pH delle diluizioni omeopatiche.
 simboli in rosso: pH di soluzioni acquose contenenti lo stesso ammontare di impurezze delle diluizioni omeopatiche.

E' qui importante sottolineare che lo studio fino ad ora condotto non ha permesso di avere informazioni significative sull'influenza che possano eventualmente avere i diversi gradi di diluizioni omeopatiche (CH) o la natura del principio attivo (soluti) sull'entità delle variazioni del quadro chimico-fisico misurato: per questo motivo i singoli dati sperimentali, riportati nelle Figure, non vengono caratterizzati con l'indicazione del CH o del principio attivo.

Da questi tre grafici riportati è possibile capire come si sia tenuto in conto il contributo delle impurezze e come vi sia un contributo aggiuntivo, di estrema rilevanza, che segnala la presenza di qualcosa di diverso da ogni possibile origine "chimica". Questo è un risultato preliminare che, faticosamente raggiunto, ha sgombrato il campo da pericolosi equivoci: esso, infatti, ci ha permesso di procedere con serenità verso l'acquisizione di successive informazioni ed approfondimenti sulla natura delle "diluizioni omeopatiche". Un risultato ottenuto, estremamente stimolante e molto importante per la comprensione del complicato sistema in studio, è stato quello di aver scoperto - non senza l'ausilio di una notevole dose di fortuna (serendipity) - che le proprietà chimico-fisiche dei rimedi omeopatici dipendono dal tempo. In effetti, il fatto che le numerose esperienze siano state condotte nell'arco di svariati anni, ha naturalmente introdotto il parametro tempo.

E proprio l'analisi dei risultati sperimentali in funzione della "freccia del tempo" si è rivelata di inaspettata rilevanza, ed ha condotto verso l'idea che la caratteristica essenziale dei sistemi in oggetto è che sono appunto sistemi chiusi, in grado cioè di scambiare solo energia con l'ambiente esterno, lontani dall'equilibrio termodinamico, il che sembra consentire che possano emergere delle strutture ("strutture dissipative") dal caos, strutture dotate di ordine locale maggiore di quello dell'acqua che le circonda.

Errore.

(day).
 Ognuno c
 ancora pos
 certi limi
 Q_{mix}^E (JK
 parametrc

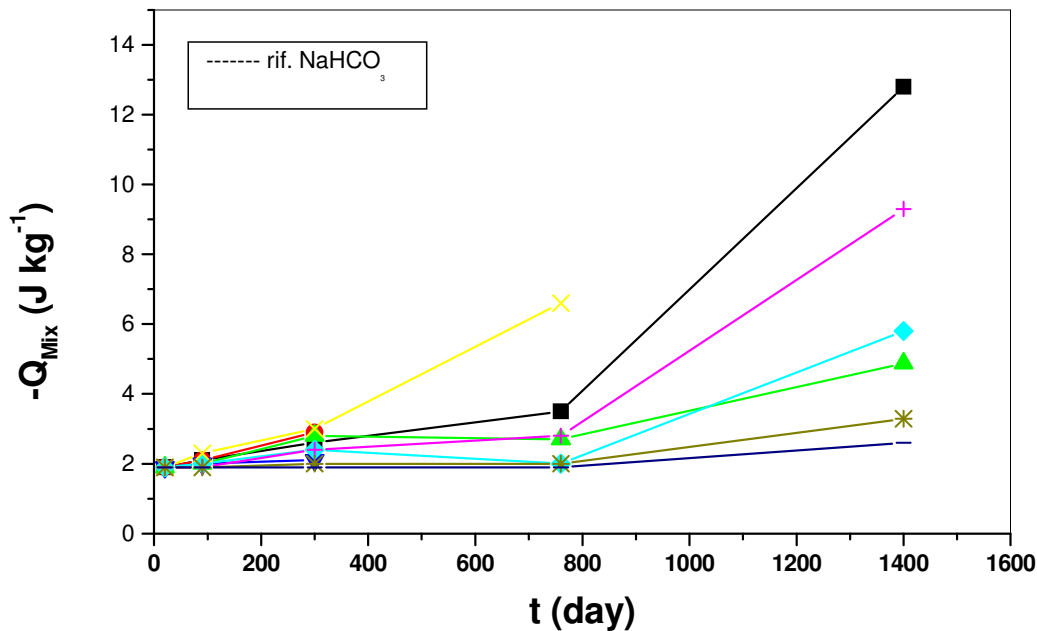


Fig.4 Calore di mescolamento in eccesso Q_{mix}^E (JKg⁻¹) in funzione dell'età dei campioni espressa in giorni: t (day). Ognuno degli andamenti riportati sembra dipendere dalla natura del campione (CH e principio attivo), ma non è stato ancora possibile trovare alcuna correlazione significativa, né riproducibilità quantitativa. Ogni campione studiato, entro certi limiti, ha un suo comportamento peculiare con andamenti qualitativi simili, ossia un incremento del parametro Q_{mix}^E (JKg⁻¹) al crescere dell'età: esso è la differenza tra il dato sperimentale Q_{mix} (JKg⁻¹) ed il contributo a tale parametro dovuto alla presenza delle impurezze.

Come si deduce dai grafici delle Figg.4 e 5, in maniera del tutto inaspettata, i parametri chimico-fisici misurati crescono al fluire del tempo, in altre parole l'invecchiamento modifica la natura chimico-fisica delle soluzioni omeopatiche.

A questo punto è doveroso porsi una domanda di grande importanza per l'interpretazione di questa nuova proprietà di tali sistemi, connessa al loro divenire con lo scorrere del tempo: si tratta semplicemente di un sistema che è alla ricerca di un minimo energetico e quindi di un nuovo equilibrio, caratterizzato da una cinetica lenta nel progredire verso il minimo energetico, o si tratta, invece, di qualcosa di profondamente diverso? Dalle Figg.4 e 5 si evince che le variazioni temporali dei parametri riportati sono molto lente, poiché occorrono tempi dell'ordine di numerosi mesi per evidenziarle in maniera inequivoca; ciò nonostante questo andamento temporale mal si confà all'idea di una semplice cinetica lenta.

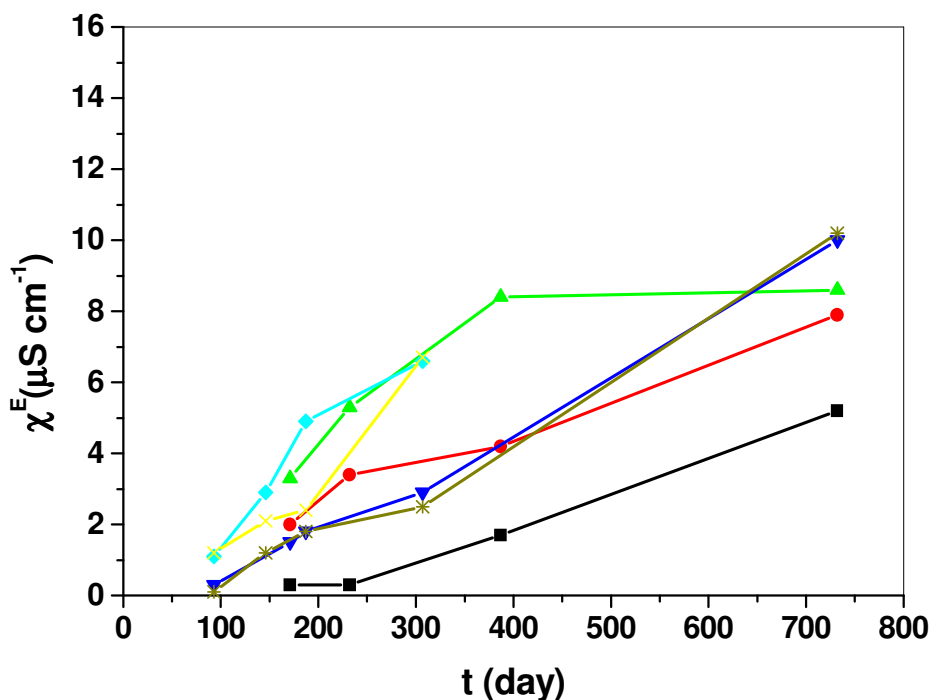


Fig.5 Conducibilità specifica in eccesso χ^E ($\mu\text{S cm}^{-1}$) in funzione dell'età dei campioni espressa in giorni: t (gg). Ogni andamento sembra dipendere dalla natura del campione (CH e natura del principio attivo) ma non è stata ancora trovata alcuna correlazione significativa, né riproducibilità quantitativa. Ogni campione studiato ha un suo comportamento peculiare con andamenti qualitativi simili, cioè un incremento del parametro χ^E ($\mu\text{S cm}^{-1}$) al crescere dell'età: esso è la differenza tra il dato sperimentale χ ($\mu\text{S cm}^{-1}$) ed il contributo ad esso dovuto alle impurezze χ^{chem} ($\mu\text{S cm}^{-1}$).

Infatti, se per assurdo esistesse un minimo energetico verso cui il sistema potesse tendere, sarebbe inconcepibile che nell'ambito dei tempi geologici, da cui l'acqua esiste, essa non abbia avuto la possibilità di raggiungere questo ipotetico minimo.

Inoltre, come si vede sempre nelle Figg.4 e 5, per entrambi i parametri (conducibilità specifica e calore di mescolamento con soluzioni alcaline) si verifica una crescita al passare del tempo: è quindi prevedibile una correlazione tra di essi.

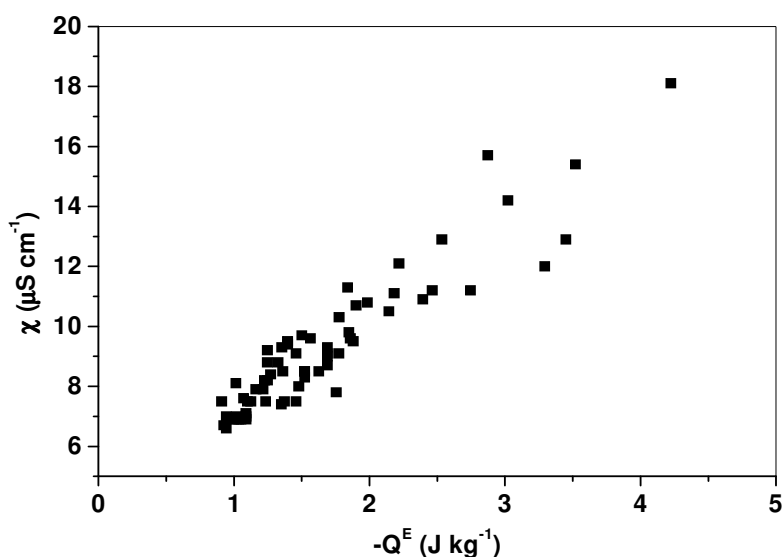


Fig.6 Conducibilità specifica χ ($\mu\text{S cm}^{-1}$) in funzione del calore di mescolamento in eccesso Q^E_{mix} (JKg^{-1}) per una serie di diverse diluizioni omeopatiche.

Ed in effetti, la correlazione tra conducibilità specifica ed il calore di mescolamento con soluzioni alcaline, come si può notare dalla Fig.6, non solo esiste, ma appare essere di tipo lineare; in altre parole, questi due parametri sono sensibili ad una unica causa.

Questo risultato ci spinge, dunque, ad indagare sulla natura delle possibili cause che siano in grado di incrementare la conducibilità elettrica e contemporaneamente il calore di mescolamento con soluzione alcaline, a seguito della procedura di successive diluizioni e succussioni. Il modello descrittivo proposto nel seguito, ancorché molto semplice, sarebbe in accordo con gli effetti sperimentali dell'invecchiamento. Una ragionevole spiegazione dell'incremento di conducibilità elettrica a seguito della procedura di preparazione e dell'invecchiamento può basarsi sul cosiddetto "meccanismo a salti", che fu proposto da C.J.T.Grotthuss (1806) per spiegare la mobilità molto maggiore (circa 5 volte) dei cationi H^+ ed OH^- che sono sempre presenti nell'acqua liquida, rispetto

ad altri cationi di raggio ionico comparabile con i due ioni derivanti dal fenomeno di autoprotolisi dell'acqua.

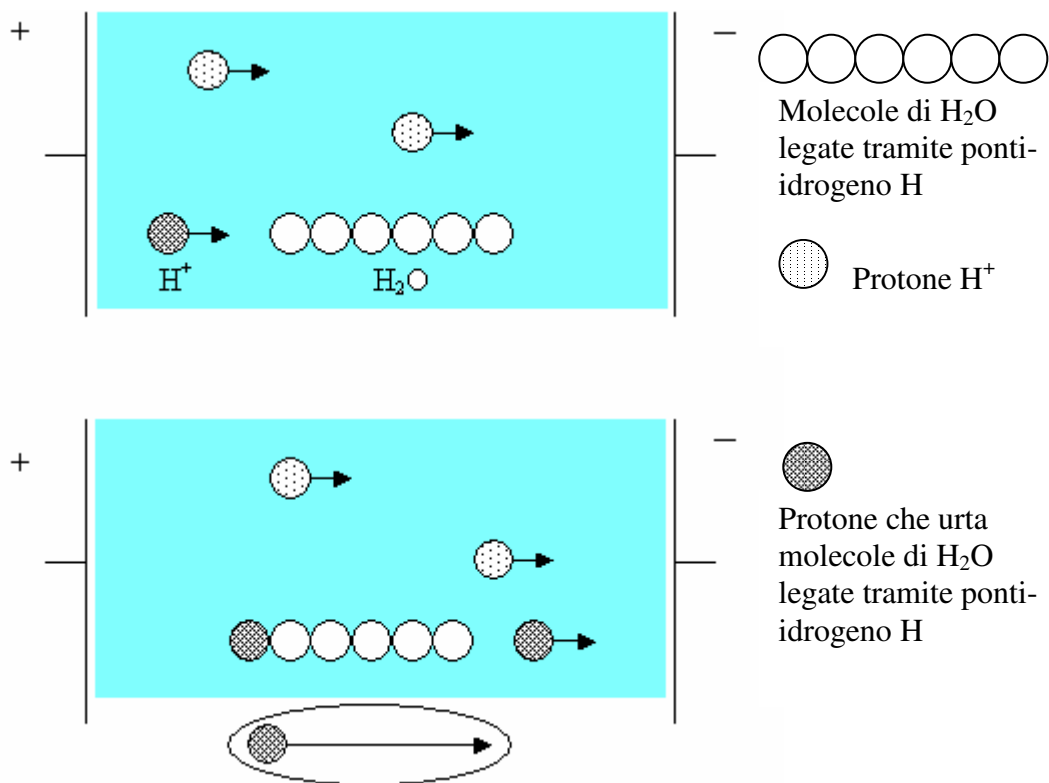


Fig.7 **Meccanismo a salti**

Nello schema viene riportato in maniera pittorica l'ipotesi di Grotthuss del meccanismo a salti del protone (H^+) per spiegare il valore molto più alto della mobilità del catione H^+ appartenente al solvente acqua ($H_2O = H^+ + OH^-$) rispetto agli altri cationi disciolti in essa e di raggio ionico comparabile. Si definisce mobilità la velocità di spostamento dello ione sotto un gradiente unitario di potenziale elettrico $V\ cm^{-1}$

Se in soluzione sono presenti degli aggregati molecolari, connessi tramite legami ad idrogeno, per gli ioni H^+ che impattano con essi si verifica un fenomeno, quello del "salto" (Fig.7), per cui lo ione viene catturato dalla molecola di acqua alla testa dell'aggregato, che per semplicità riterremo lineare, e rilasciato istantaneamente dall'ultima molecola di acqua dell'aggregato. Per questi ioni la velocità di movimento sotto un gradiente di potenziale elettrico (misura della conducibilità) risulta notevolmente incrementata rispetto a quella degli ioni che non incontrano gli aggregati (e che sono la maggioranza degli ioni). Maggiore è il numero degli aggregati e/o maggiore la loro lunghezza, maggiore risulta l'incremento di conducibilità. La correlazione tra conducibilità elettrica e calore di mescolamento con soluzioni alcaline, invece, sarebbe conseguenza del fatto che gli aggregati tenuti

insieme dai legami ad idrogeno, a causa della variazione di pH cui sono sottoposti, vengono distrutti, come schematizzato e commentato in Fig.8.

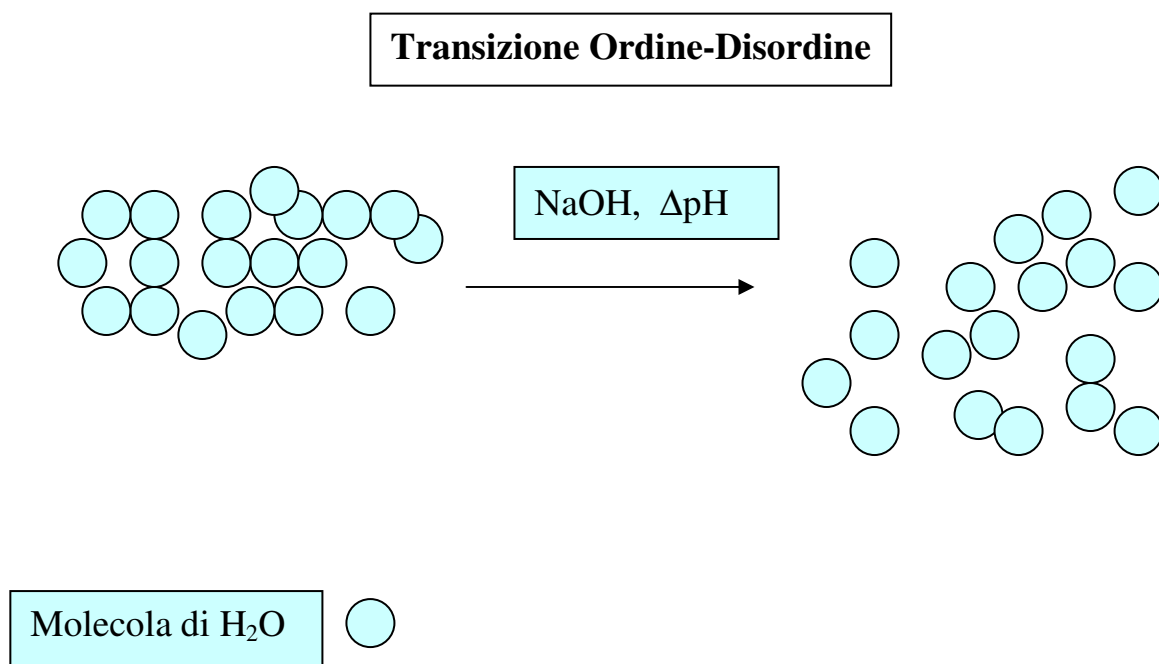


Fig.8

Transizione ordine-disordine per aggiunta di soluzione alcalina.

Nello schema viene riportato in maniera pittorica e molto semplificata il fenomeno di rottura degli aggregati molecolari di molecole d'acqua, dovuto alla variazione di pH durante il procedimento sperimentale di determinazione del calore di mescolamento con soluzioni di idrossido di sodio (NaOH) 0.01 M (mol Kg⁻¹) all'interno della cella calorimetrica. L'esperimento consiste nel mescolare una diluizione omeopatica (che si ipotizza essere più ricca di aggregati molecolari di H₂O rispetto al solvente acqua "standard") con una soluzione alcalina. La variazione di pH conseguente sembra appunto determinare una rottura degli ipotizzati aggregati via ponte-idrogeno, determinando una conseguente transizione Ordine → Disordine, cosa che risulta sperimentalmente evidenziata dall'aumento del calore di mescolamento misurato, rispetto ad una "normale" acqua che abbia pochi aggregati molecolari.

Maggiore è il numero e/o le dimensioni degli aggregati, maggiore è l'effetto termico misurato (Fig.8). Le due metodologie "vedono" in sostanza la stessa cosa, sono cioè sensibili entrambi al numero e/o alle dimensioni degli aggregati.

Torniamo per un attimo alla questione se stiamo misurando la presenza di aggregati stabili alla ricerca di un minimo energetico, o di aggregati instabili perché costituiti da strutture dissipative auto-organizzate ed in condizioni lontane dall'equilibrio, stato in cui si manterrebbero (o da cui si allontanerebbero) in funzione della loro capacità (o meno) di scambiare energia con l'ambiente esterno.

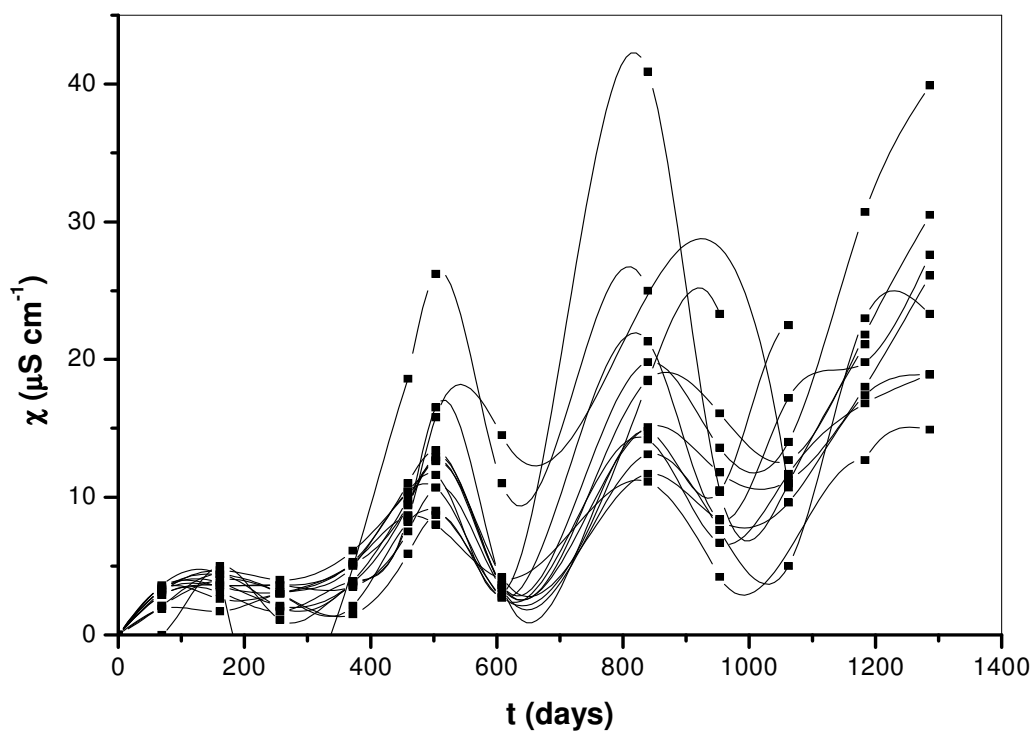


Fig.9 Conducibilità specifica in eccesso χ^E ($\mu\text{S cm}^{-1}$) in funzione dell'età dei campioni espressa in giorni. Ogni curva descrive l'evoluzione temporale di campioni di Arnica Montana (AM) di una unica preparazione, a partire dalla tintura madre. Le singole curve riportate caratterizzano un singolo campione di un determinato CH senza che ci sia un specifica correlazione. Questa dipendenza dal tempo non si inquadra nell'ambito della chimica-fisica classica.

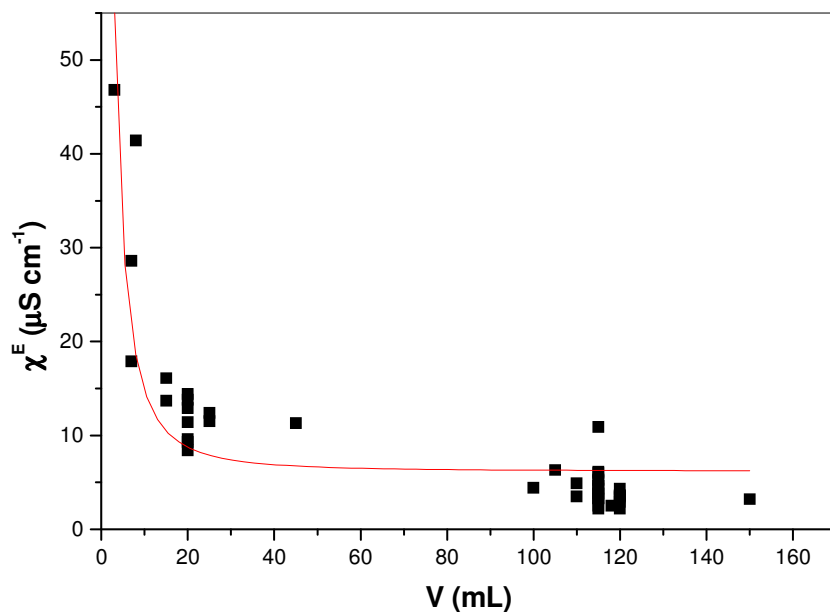


Fig.10. Conducibilità specifica in eccesso χ^E ($\mu\text{S cm}^{-1}$) in funzione del volume di invecchiamento V(ml). Ogni singolo punto rappresenta il valore di χ^E ($\mu\text{S cm}^{-1}$) per un singola diluizione, determinato sperimentalmente alla stessa età per tutti i campioni riportati. Si noti la fortissima variazione nel parametro, circa un ordine di grandezza, per i sistemi invecchiati in volumi molto piccoli. Anche questa dipendenza dal volume non si inquadra nell'ambito della chimica-fisica classica

Abbiamo già sottolineato che l'ipotesi di sistemi in lenta evoluzione verso nuovi stati di equilibrio non è coerente con la fenomenologia individuata sperimentalmente, ma in particolare, l'ipotesi di sistemi in sia pur lentissima evoluzione verso un minimo, contrasta platealmente con due dei nuovi fenomeni sperimentali (entrambi straordinariamente inattesi) che caratterizzano le diluizioni omeopatiche:

- a) la presenza di massimi nei parametri chimico-fisici misurati, in funzione dell'età dei campioni (vedi Fig.9)
- b) la dipendenza dei parametri chimico-fisici (oltre che dall'età) anche dal volume in cui la diluizione omeopatica subisce il suo invecchiamento (vedi Fig.10).

In particolare, quest'ultimo fenomeno (punto b) è assolutamente anomalo ed inspiegabile nel paradigma corrente, apparendo in netta contraddizione con il concetto classico che una grandezza intensiva (quali sono quelle misurate) non debba dipendere dal volume. E' chiaro quindi che si è in presenza di una fenomenologia che non s'inquadra nell'ambito della termodinamica classica.

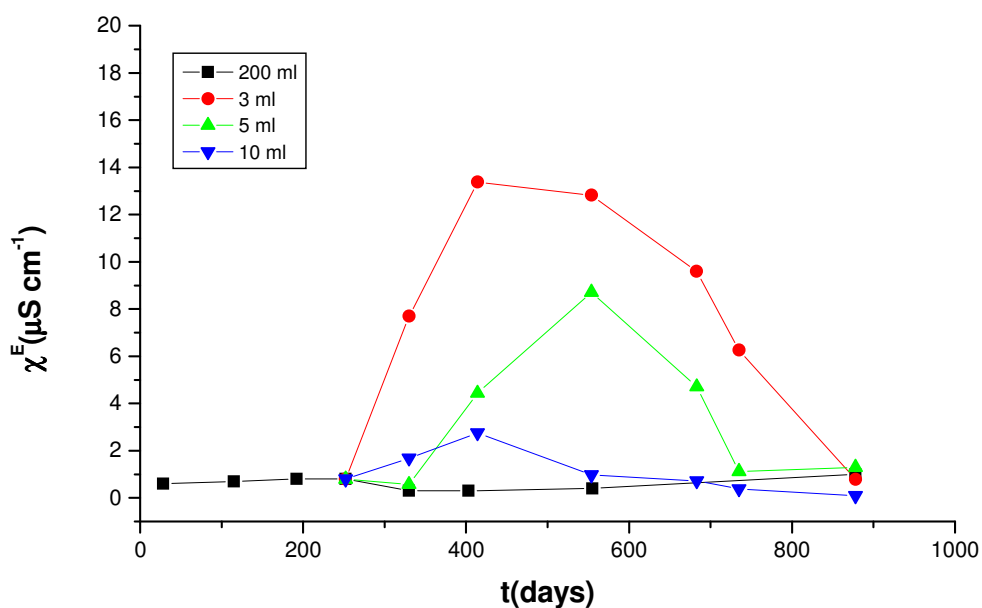


Fig 11 Conducibilità specifica in eccesso χ^E ($\mu\text{S cm}^{-1}$) in funzione dell'età dei campioni.

In questo esempio, una diluizione omeopatica di Arnica Montana è stata lasciata invecchiare per circa 250 giorni in un volume di circa 200 ml. A questo punto sono stati prelevati 18 ml del campione, che sono stati suddivisi in tre diversi recipienti uguali contenenti rispettivamente 10 ml, 5 ml e 3 ml. I quattro campioni, ora rispettivamente di 182 ml, 10 ml, 5 ml e 3 ml sono stati studiati in funzione del tempo. La loro evoluzione temporale è stata drammaticamente influenzata dalla perturbazione indotta dalla suddivisione in volumi più piccoli. In particolare il volume più alto di 182 ml non ha subito particolari variazioni temporali a causa della sua diminuzione di volume mentre, per i volumi più piccoli si è innescata una straordinaria evoluzione temporale che dipende fortemente dal punto di partenza.

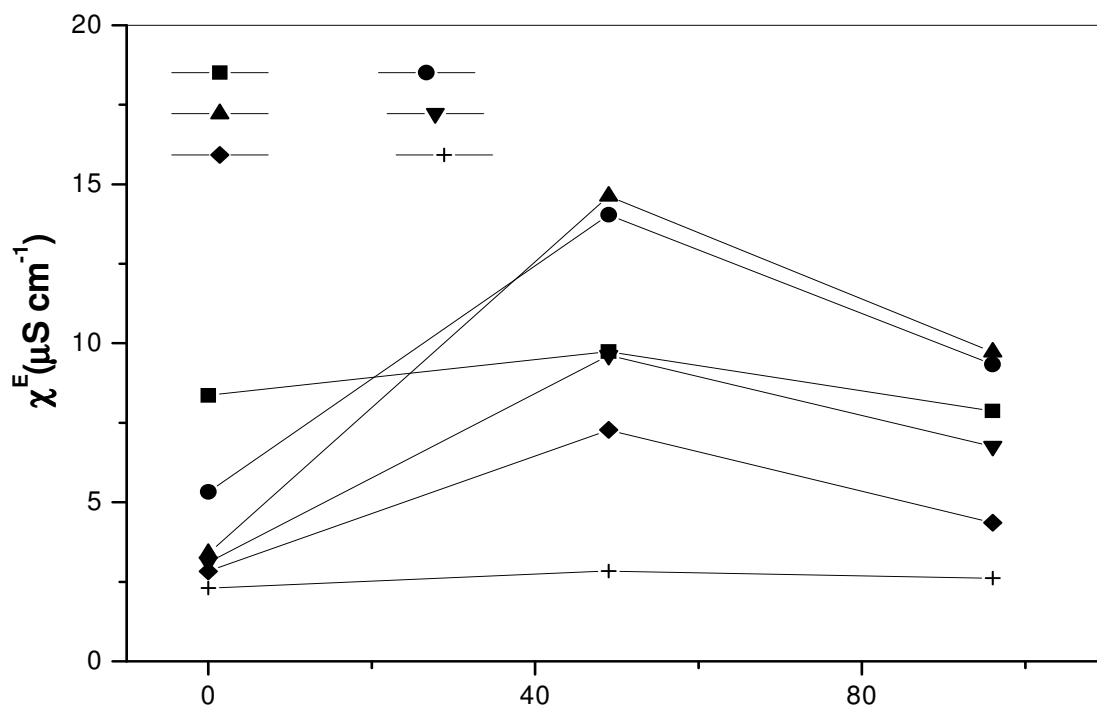


Fig 12. Conducibilità specifica in eccesso χ^E ($\mu\text{S cm}^{-1}$) in funzione dell'età di un campione - espressa in giorni t (days) - che è stato sottoposto ad una perturbazione costituita da una semplice diluizione con acqua bidistillata (senza succussione) nei rapporti di diluizione (r) indicati in Figura.

Si noti come l'evoluzione temporale dei vari sistemi perturbati dalla semplice diluizione senza succussione siano fortemente dipendenti dal nuovo stato di partenza (diluizione con acqua bidistillata). In particolare il sistema che ha subito una diluizione 1:1, $r=0.5$ (volume complessivo doppio di quello di partenza) e che quindi parte da un valore iniziale di χ^E decisamente inferiore a quello della soluzione da cui è stato ottenuto, assume valori di χ^E di gran lunga superiori a quelli della soluzione di partenza, in tempi brevissimi, circa 45 giorni, e raggiunge inoltre uno spiccato massimo. La perturbazione applicata in questo caso, e che pure determina un punto di partenza profondamente diverso per i sistemi riportati, determina un'evoluzione temporale profondamente diversa da quelle descritte in precedenza. Siamo, anche in questo caso, in una manifestazione di "memoria" dell'acqua. I volumi delle soluzioni studiate in funzione del tempo sono gli stessi.

In Fig.11 vengono riportate le evoluzioni temporali di sistemi sottoposti a perturbazioni di piccola entità; nel caso in questione si tratta di un sistema acquoso ad altissima diluizione, considerato ad una certa "età", e ripartito in volumi più piccoli. Come si vede, il comportamento nel tempo, nel caso dei volumi piccoli viene profondamente modificato rispetto a quello del volume maggiore. Il volume maggiore non subisce modificazioni di rilievo nel tempo, mentre, ogni nuovo sistema di volume inferiore, sceglie una sua strada evolutiva diversa. Dallo stesso grafico si può anche osservare però l'esistenza di un comportamento comune nei vari casi, in quanto si nota un'evoluzione temporale caratterizzata dalla presenza di un massimo. L'evoluzione nel tempo, quindi, dipende dallo stato iniziale (in questo caso: volumi grandi o piccoli) cioè, in un certo senso, il sistema "ha memoria" del punto di partenza, tanto da esserne da esso condizionato, raggiungendo massimi del parametro misurato (conducibilità) molto diversi fra di loro.

Un altro esempio di questa “memoria” del sistema è visibile nei dati sperimentali di Figura 12 in cui vengono riportate le evoluzioni temporali della conducibilità specifica in eccesso di un sistema che è stato sottoposto alla semplice perturbazione di aggiunta di acqua, senza succussione, in diversi rapporti di diluizione. Come si può facilmente notare dai dati sperimentali riportati, ancora una volta il percorso evolutivo è fortemente condizionato dalle specifiche condizioni iniziali, con variazioni temporali caratterizzate da massimi molto diversi fra loro, nonché da una diversa derivata. Ancora una volta quindi, è evidente che la storia pregressa influenza l’evoluzione del sistema “acqua pura”.

L’apparente contraddizione tra il concetto di grandezza intensiva, quale sono appunto la conducibilità specifica ed il calore di mescolamento, e l’evidenziata dipendenza sperimentale dal volume può essere sanata ricorrendo all’idea che in soluzione ci siano aggregati molecolari costituiti da molecole di acqua connesse da ponti-idrogeno: essi si trovano in condizioni lontane dall’equilibrio, condizioni in cui possono mantenersi, o da cui possono allontanarsi, dissipando l’energia proveniente dall’ambiente esterno; si tratterebbe quindi di “strutture dissipative” così come descritte da Prigogine. E’ interessante sottolineare che la formazione di aggregati di molecole di acqua è prevista dalla elettrodinamica quantistica (QED) coerente senza ricorrere all’introduzione di legami ad idrogeno: questa formulazione teorica (cfr. G.Preparata, E.Del Giudice, et al.) è in grado di riprodurre con ottima precisione le proprietà chimico-fisiche dell’acqua e comunque con una capacità certamente superiore alle altre teorie e quindi l’introduzione della “freccia del tempo” in questo ambito potrebbe portare a risultati di grande interesse.

“Effetto Volume”

Qui di seguito proponiamo un modello empirico, assolutamente sovrasemplificato, che in principio, sembra in grado di superare l’apparente contraddizione delle misure di Fig.12, cioè della inattesa misurata dipendenza di parametri chimico-fisici dai volumi in gioco (vedi Fig.13). Una prima ipotesi per cercare di razionalizzare i risultati sperimentali può consistere nel supporre che le soluzioni, dopo la forte agitazione (succussione) entrano in uno stato lontano dall’equilibrio, nel quale permangono o addirittura evolvono in stati ancor più lontani dall’equilibrio tramite la dissipazione di energia nella forma e nella quantità necessaria per mantenersi in uno stato lontano dall’equilibrio. Allora, supponendo che l’energia venga dissipata in forma radiante, si può ulteriormente ipotizzare che per ogni dato flusso di tale energia dissipata ($W_{cm^{-2}}$) si vadano ad originare lo stesso di strutture dissipative, pur se contenute in differenti volumi.

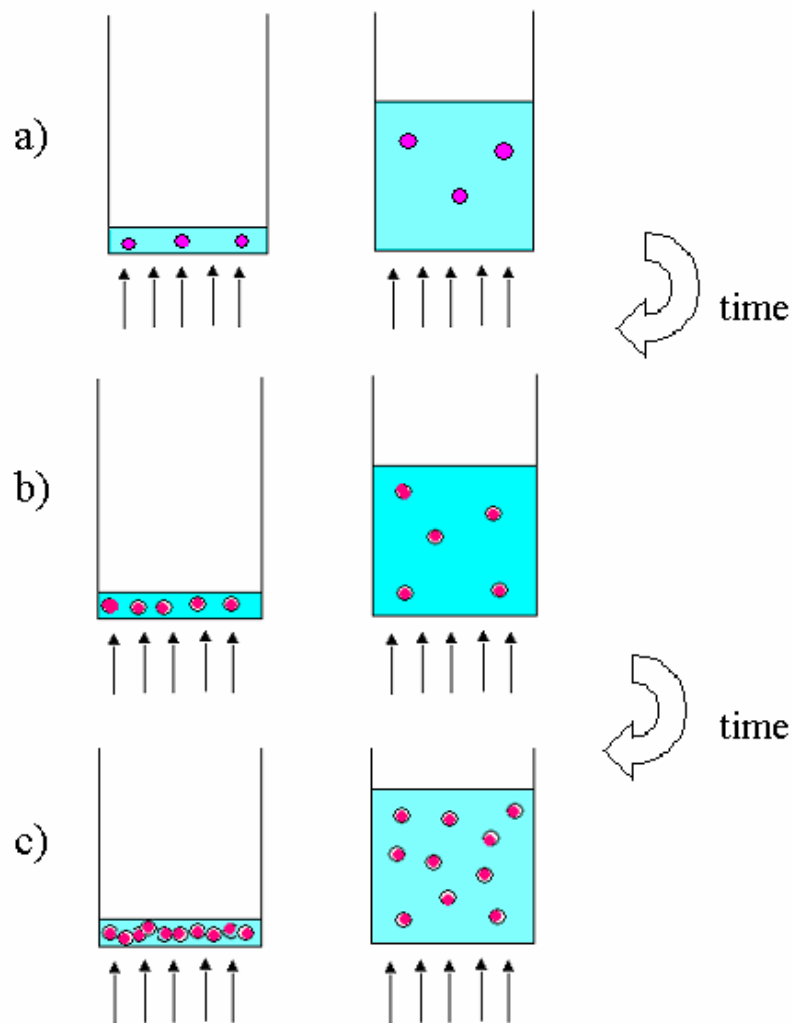


Fig.13 Rappresentazione schematica di una possibile evoluzione temporale di una diluizione omeopatica che manifesta una variazione di grandezze intensive quali $\chi^E(\mu S\ cm^{-1})$ e $Q^E_{mix}(JKg^{-1})$ in funzione del volume di invecchiamento.

L'ipotesi di partenza è che al tempo zero nei due contenitori di eguale forma e volume siano contenute due diluizioni omeopatiche identiche (stessa età, stesso principio attivo, stessa diluizione CH) nelle quali non sia rivelabile sperimentalmente alcuna struttura dissipativa (Fig.13 a) o siano in numero ridotto. Ipotizziamo, inoltre, una stessa efficienza di formazione (e/o di aumento di dimensioni) delle strutture dissipative per i due sistemi (a volume piccolo e grande) a parità di flusso energetico.

Figg.13 b e c. Per effetto di questa seconda ipotesi il numero e/o le dimensioni delle strutture dissipative nel tempo non differisce in modo determinante nei due recipienti. E' evidente allora che a causa di un incremento del numero delle strutture dissipative, la concentrazione delle stesse aumenta molto più rapidamente nei volumi piccoli rispetto a quelli più grandi. Grandezze intensive come quelle che abbiamo misurato, $\chi^E(\mu S\ cm^{-1})$ e $Q^E_{mix}(JKg^{-1})$, che sono sensibili alla concentrazione delle strutture, manifesteranno dunque una dipendenza temporale dipendente dal volume.

In questo quadro si ottiene che, in media, ad ogni data età, piccoli volumi di acqua mostrano una maggiore "concentrazione" di strutture dissipative rispetto a volumi maggiori. I parametri fisico-chimici adatti a rilevare tali strutture, cioè conducibilità elettrica e calore di mescolamento, sono infatti essi stessi funzione del numero, della dimensione e della forma delle strutture dissipative.

Quindi possiamo concludere:

- i parametri i cui valori risultano “in eccesso” (in generale: variabili con la storia del solvente nel tempo) sono certamente correlati alla dinamica di strutture sovramolecolari (mesoscopiche) del solvente acqua;
- l’evoluzione temporale dei parametri non è connessa alla ricerca di un minimo energetico;
- un’interpretazione empirica coerente con tutti i dati sperimentali finora a disposizione, può essere data ipotizzando la presenza di strutture dissipative.

La succussione può appunto essere la causa che fa iniziare i fenomeni di formazione spontanea delle strutture dissipative, l’emergere cioè di nuove dinamiche. L’evoluzione temporale può essere determinata, invece, alle variazioni in numero e dimensione delle strutture dissipative; è ben noto nel quadro della Termodinamica dei Processi Irreversibili, infatti, che l’evoluzione temporale del sistema dipende dalle condizioni iniziali e dal percorso in cui il sistema “sceglie” di evolvere.

Tutta questa mole di nuovi dati sperimentali converge nella direzione di validare l’affermazione secondo cui l’acqua, almeno nel contesto della procedura normalmente “subita” in medicina omeopatica, mostra effettivamente una “memoria”. Cioè il solvente acqua presenta caratteristiche chimico-fisiche sperimentalmente misurabili che variano notevolmente con il “percorso vissuto”, i soluti disciolti in precedenza, nonché il tempo trascorso. Tutto ciò indica senza ombra di dubbio la presenza di un’estesa e “ordinata” dinamica che coinvolge l’insieme delle molecole di acqua liquida, che mostrano di essere, dunque, qualcosa di gran lunga più complesso di quanto abitualmente ritenuto, cioè ben più di un banale e caotico raggruppamento di “palline molecolari”.

Bibliografia

E.Davenas, F.Beauvais, J.Amara, M.Oberbaum, B.Robinzon, A.Miadonna, A.Tedeschi, B.Pomeranz, P.Fortner, P.Belon, J.Sainte-Laudy, P.Poitevin and J.Benveniste
 "Human basophil degranulation triggered by very dilute antiserum against IgE"
Nature, **333**, 816-818 (1988)

I.Prigogine
 “From being to becoming. Time and Complexity in the Physical Sciences”
 Freeman ed., San Francisco, (1980)

C.J.T.Grotthuss
 “Sur la décomposition de l'eau et des corps qu'elle tient en dissolution à l'aide de l'électricité galvanique”
Ann. Chim., **58**, 54-73 (1806)

P.Belon, J.Cumps, P.F.Mannaioni, J.Ste-Laudy, M.Roberfroid, F.A.C.Wiegant
 "Inhibition of human basophil degranulation by successive histamine dilutions: results of a European multi-centre trial"
Inflammation Research, **48**, supplement 1: S17-18 (1999)

- V. Elia and M. Niccoli
 "Thermodynamics of Extremely Diluted Aqueous Solutions"
Annals of the New York Academy of Sciences, **879**, 241 (1999)
- V. Elia and M. Niccoli
 "New physico-chemical properties of water induced by mechanical treatments. A Calorimetric study at 25°C"
Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, **61**, 527-537 (2000)
- V. Elia, M. Niccoli
 "New Physico-Chemical Properties of Extremely Diluted Aqueous Solutions "
Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, **75**, 815-836 (2004)
- V. Elia, S. Baiano, I. Duro, E. Napoli, M. Niccoli, L. Nonatelli
 "New and Permanent Physico-Chemical Properties of The Extremely Diluted Aqueous Solutions of the Homeopathic Medicine. A Conductivity Measurements Study at 25°C in Function of the Age of the Potencies"
Homeopathy, **93**, 144-150 (2004)
- V. Elia, E. Napoli, M. Niccoli, L. Nonatelli, A. Ramaglia, E. Ventimiglia
 "New Physico-Chemical Properties of Extremely Diluted Aqueous Solutions. A calorimetric and conductivity study at 25°C."
Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, **78**, 331-342 (2004)
- V. Elia, M. Marchese, M. Montanino, E. Napoli, M. Niccoli, L. Nonatelli, A. Ramaglia
 "Hydrohysteretic phenomena of "extremely diluted solutions" induced by mechanical treatments. A calorimetric and conductometric study at 25 °C".
Journal of Solution Chemistry, **34(8)**, 947-960 (2005)
- V. Elia, L. Elia, P. Cacace, E. Napoli, M. Niccoli, F. Savarese
 "Extremely dilute solutions as multi-variable systems. A study of calorimetric and conductometric behaviour as function of the parameter time"
J. Therm. Anal. Calor., **84(2)**, 317-323 (2006).
- V. Elia, L. Elia, M. Marchese, M. Montanino, E. Napoli, M. Niccoli, L. Nonatelli, F. Bavarese
 "Interaction of "extremely diluted solutions" with aqueous solutions of hydrochloric acid and sodium hydroxide. A calorimetric study."
J. Mol. Liq., (2006) in corso di pubblicazione
- V. Elia, L. Elia, M. Montanino, E. Napoli, M. Niccoli, L. Nonatelli
 "Conductometric studies of the Serially Diluted and Agitated Solutions. On an anomalous effect that depends on the dilution process."
J. Mol. Liq., (2006) accettato per la pubblicazione
- V. Elia, L. Elia, E. Napoli, M. Piccoli
 "Conductometric and calorimetric studies of serially diluted and agitated solutions: the dependence of intensive parameters on volume"
International Journal of Ecodynamics, Vol.1 No.4 (2006) accettato per la pubblicazione
- E. Del Giudice, R. Mele and G. Preparata
 "Dicke Hamiltonian and Superradiant Phase Transitions"
Modern Physics Letters B, **7**, n°28, 1851-1855 (1993)
- G. Preparata
 "QED Coherence in Matter"
 World Scientific (1995).
- R. Arani, I. Bono, E. Del Giudice and G. Preparata
 "QED Coherence and the thermodynamics of water"
Int. J. Mod. Phys. B, **9**, 1813 (1995)

E.Del Giudice, G.Preparata

“A new QED picture of water: understanding a few fascinating phenomena”

Sassaroli et al. editors, *Macroscopic Quantum Coherence*, World Scientific, 49-64 (1998)

L.Rey

“Thermoluminescence of ultra-high dilutions of lithium chloride and sodium chloride”

Physica A, **323**, 67-74 (2003)

L. Betti, M. Brizzi, D. Nani, M. Peruzzi

“A pilot statistical study with homoeopathic potencies of Arsenicum album in wheat germination as a simple model”

Br. Hom. J., **83**, 195-201 (1994)

L. Betti, M. Brizzi, D. Nani, M. Peruzzi

“Effect of high dilutions of Arsenicum album on wheat seedlings from seed poisoned with the same substance”

Br. Hom. J., **86**, 86-89 (1997)

M. Brizzi, D. Nani, M. Peruzzi, L. Betti

“The problem of homoeopathy effectiveness: a comparative analysis of different statistical interpretations of a large data collection from a simple wheat germination model”

Br. Hom. J., **89**, 1-5 (2000)

P.Torrigiani, A.L.Rabiti, C.Bortolotti, L.Betti, F.Marani, A.Canova, N.Bagni

“Polyamine synthesis and accumulation in the hypersensitive response to TMV in *Nicotiana tabacum*”

New Phytol., **135**, 467-473 (1997)

A.L.Rabiti, L.Betti, C.Bortolotti, F.Marini, A.Canova, N.Bagni, P.Torrigiani

“Short term polyamine response in TMV-inoculated hypersensitive and susceptible tobacco plants”

New Phytol., **139**, 549-553 (1998)

G.Piccardi, R.Cini

“Polymerization and the low-frequency electromagnetic field”

J. of Pol. Sci., **48**, 393 (1960)

G.Piccardi

“Chemical test made in antarctic”

Geof. e Meteor., **XII**, 55 (1963)

G.Piccardi

“22 year solar cycle and chemical test”

Geof. e Meteor., **XX**, 104 (1961)

F.De Meyer and C.Capel-Boute,

“Statistical analysis of Piccardi chemical tests”

Int. J. Biometeor., **31**, 301-322 (1987)

R.Germano

“AQUA. Le mirabolanti avventure dell’acqua elettromagnetica”

Bibliopolis (2007)