

Moti ionici "impossibili", ovvero sugli effetti biologici dei campi elettromagnetici.

Ci sono due possibili esiti:

Se il risultato conferma l'ipotesi, allora hai fatto una misura.

Se il risultato è contrario all'ipotesi, allora hai fatto una scoperta.

E. Fermi

Chiunque abbia il potere di farti credere delle assurdità, ha il potere di farti compiere delle ingiustizie.

Voltaire

Galattosmog ed elettrosmog

Gli effetti biologici di una tazza di latte caldo sono indubbi, e possono essere variegati a seconda se il latte è stato scaldato a 40 °C o a 100°C, se lo beviamo o ce lo gettiamo addosso, ecc. Nessuno quindi si azzarderebbe a parlare, malgrado la grande diffusione di tale sostanza, di “galattosmog”, per usare un neologismo che vada a scimmiettare quello di “elettrosmog”, ma riferito al latte nella sua radice greca.

Di che si parla, dunque, quando i mass media riportano notizie sulla polemiche e le lotte riferite al cosiddetto “inquinamento elettromagnetico” o “elettrosmog”?

Naturalmente, è di prassi una certa attenzione nel valutare gli effetti biologici di cose “nuove”, come la ben nota storia dei pesticidi persistenti e dei “test” nucleari (allegrementemente condotti in atmosfera fino a pochi anni orsono) purtroppo ci insegna.

Per qualsiasi fattore esterno ad un sistema biologico, che possiamo prendere in considerazione, anche il latte caldo, eventualmente, si possono considerare due concetti:

- 1) *effetto biologico*: in relazione alla possibilità di misurare, all'interno di un sistema biologico, una variazione del sistema intervenuta a seguito di uno specifico stimolo esterno;
- 2) *rischio biologico*: è un effetto biologico che produce un danno certo alla salute di un individuo.

Come orientarsi tra i campi

Proponiamo qui un vademecum sintetico per “orientarsi fra i campi”. Innanzitutto, nel caso dei campi elettromagnetici ha senso, poi vedremo il perché, una schematizzazione riferita alla frequenza:

1) *Bassa frequenza*: < 30 kHz

Principali sorgenti:

- rete di trasmissione e distribuzione energia elettrica¹
- apparecchi di trasformazione e trasmissione di energia elettrica

Siti interessati: ambienti di lavoro e ambienti residenziali.

2) *Alta frequenza:* $> 30 \text{ kHz}$ (< 1 miliardo di kHz)²

Principali sorgenti:

- sorgenti di emissione industriale (forni a induzione; processi di saldatura; incollaggi; sistemi di alimentazione dei treni ad inverter; ecc...)
- sorgenti di emissione a radiofrequenza (AM; FM; sistemi radar; apparecchiature diagnostiche; ecc...)

Siti interessati: ambienti residenziali; ambienti esterni; ambienti di lavoro.

Alle basse frequenze, e solo a queste, ha senso distinguere tra campo elettrico e campo magnetico. È bene sapere che i corpi conduttori sono facilmente schermati ai campi elettrici, ma non ai campi magnetici. Ad esempio i campi elettrici, sia pur di elevata intensità, generati dalle linee di trasmissione elettrica (elettrodotti), vengono fortemente attenuati dalla presenza di alberi, edifici, veicoli, ecc... Ciò non accade in generale, per i campi magnetici. Inoltre, l'intensità del campo elettrico decresce al crescere della distanza dalla sorgente, e l'intensità del campo magnetico decresce al crescere della distanza dalla sorgente ancora più rapidamente.

Gli effetti biologici dei campi elettromagnetici ad alta frequenza vengono normalmente considerati quelli derivanti dal riscaldamento delle cellule del tessuto esposto, e ciò avviene solamente ad intensità elevate (es. radar, antenne per emissioni radiofoniche e televisive, ecc...), ed in particolare (come sappiamo bene coi nostri forni a microonde) nell'intervallo delle microonde, che fanno oscillare bene le molecole d'acqua provocando quindi facilmente un surriscaldamento di tutte le sostanze che contengono acqua, come la materia vivente, e su questo c'è totale concordanza e quindi non ne parleremo affatto.

La bassa frequenza degli ELF

Si conoscono da tempo degli effetti biologici macroscopici per l'esposizione ai campi elettromagnetici a bassa frequenza, ma solo ad altissime intensità:

10.000 μT : lampi negli occhi ("magnetofosfeni")

50.000 μT : riduzione della vista (l'effetto svanisce in circa 30 min)

1.000.000 μT : stimoli alla corteccia cerebrale!!

I limiti fissati nel 1989 dalla International Radiation Protection Agency (IRPA) per la 50Hz, o 60Hz (la frequenza di distribuzione della rete elettrica) fanno riferimento appunto a questi

¹ Le "linee di trasmissione" sono le linee elettriche ad alta tensione (fra 50 e 300 kV) per trasportare energia elettrica dalle centrali di generazione alle sottostazioni vicino alle aree urbane. Le "linee di distribuzione" sono le linee elettriche a bassa tensione (fra 9 e 20 kV) per trasportare l'energia elettrica dalle sottostazioni ad uffici e abitazioni residenziali (dove la tensione è ridotta fra 220 e 380 V).

² Ad 1 miliardo di kHz, si supera la frequenza delle microonde e si arriva all'infrarosso; mentre andando oltre si arriva al piccolo intervallo di frequenza dei campi elettromagnetici che riusciamo a vedere – la luce visibile – e poi oltre ancora si raggiunge l'ultravioletto, fino a giungere poi alla cosiddetta radiazione ionizzante, capace, cioè di tirare via gli elettroni dagli atomi, come i raggi X.

effetti e considerano, in maniera allegramente intuitiva, che riducendo l'intensità di un fattore 1000, suavia!! si dovrebbe poter star tranquilli!!...³ Vedremo poi , che è tutt'altro che ovvio.

	<i>Campo magnetico</i>	<i>Campo elettrico</i>
Esposizione continuata	100 μ T	5 kV/m
Poche ore al giorno	1.000 μ T	10 kV/m

Gli esperimenti di laboratorio (colture cellulari), la maggior parte dei quali si riferiscono agli effetti della frequenza di rete (50-60 Hz) – Frequenze Estremamente Basse, cioè in inglese: Extremely Low Frequency (ELF) - evidenziano degli effetti biologici⁴ non così macroscopicamente evidenti come quelli citati prima, ma – ATTENZIONE - spesso non ascrivibili ad origini termiche!!

Breve storia dei sospetti sui campi ELF

Nel 1960 sorsero i primi sospetti “istintivi” che potessero esserci degli effetti o addirittura dei danni biologici derivanti dalla presenza degli elettrodotti, e risalgono agli anni '70, specie negli USA, le prime lotte ambientaliste.

I primi rozzi ma pionieristici tentativi di effettuare degli studi scientifici sulla questione risalgono alla metà degli anni '60 con il sovietico Y.A.Kholodov che nel 1964 evidenziò dei danni neurologici sui conigli, e a quegli anni risalgono anche altri studi sovietici sugli effetti riguardanti il personale addetto alle cabine elettriche di trasformazione.

Anche negli USA, nel 1965, R.O.Becker - traendo spunto dalla sua esperienza di chirurgo ortopedico che effettuava magnetoterapie per il rapido consolidamento delle fratture - effettuò esperimenti in cui notava il rallentamento dei tempi di reazione a seguito del trattamento con campi magnetici pulsanti applicati ad alcuni volontari.

Per arrivare ai primi studi più estesi e condotti con maggiore metodo si deve aspettare alla fine degli anni '70, con i lavori di David Carpenter (Università di N.Y.), Keith Florig (USA), l'Environmental Protection Agency (USA) e, specialmente, il primo studio epidemiologico su questa problematica, effettuato da Nancy Wertheimer a Denver, e di cui parleremo più estesamente fra pochissimo.

Si arriva agli anni '80 e cominciano le prime battaglie ambientaliste in Europa (Paesi Scandinavi), che alcuni anni dopo (1986) giungono anche in Italia, dove, nel 1990 nasce il CONACEM (Coordinamento Nazionale per la tutela dai Campi Elettromagnetici)..

Nel 1985 si fa strada per la prima volta un'ipotesi fondata scientificamente su come possano agire i campi magnetici a bassa frequenza e bassa intensità sui sistemi ionici: l'ipotesi della risonanza ciclotronica (A.Liboff, Michigan), di cui parleremo oltre.

Nel 1994 il Parlamento Europeo emana una risoluzione che invita gli Stati Membri ad abbassare il livello dei campi elettromagnetici a cui è esposta la popolazione.

Nel 1998, grazie a M.N.Zhadin (Russia) si ottiene la prima netta conferma sperimentale degli effetti di risonanza ciclotronica in soluzioni ioniche, che manifesta comportamenti non ascrivibili alla fisica classica, ed al contempo si evolve nettamente il quadro teorico in cui si

³ Per i lavoratori le soglie sono da 3 a 5 volte più alte.

⁴ Ripetiamo, che per la definizione stessa di “effetto biologico”, alcuni di questi effetti sono contenuti in intervalli di variazione “normali”, cioè una risposta biologica ad un determinato stimolo non implica necessariamente un effetto negativo sulla salute, cioè un “danno biologico”.

inserisce tale fenomenologia, grazie all'approccio fondato sull'Elettrodinamica Quantistica Coerente degli studi di Giuliano Preparata ed Emilio Del Giudice, effettuati assieme a Martin Fleischmann e Getullio Talpo, di cui parleremo estesamente più oltre.

Quando il medico bada al fisico

Nel 1974 la dottoressa Nancy Wertheimer stava iniziando uno studio epidemiologico a Denver sui bambini e adolescenti morti di cancro dal '50 al '73 (leucemia, linfoma, tumore al cervello). Ora si dava il caso che tra "casi" e "controlli" non si riusciva a scovare alcuna differenza che facesse riferimento a cause note... Cioè, i "casi" (bambini che si erano ammalati) avevano lo stesso *modus vivendi* dei "controlli" (bambini che non si erano ammalati), ad esempio: non fumavano, non bevevano superalcolici, avevano un uguale livello nutrizionale, ecc...

Non riusciva, dunque, a cavare un ragno dal buco.

Un giorno, però, la dottoressa Wertheimer notò per caso una cabina di trasformazione elettrica vicino alla casa di uno dei bambini morti di cancro: sospettò un qualche nesso e telefonò ad un suo amico fisico (E.Leeper) per avere lumi.

I risultati dello studio, pubblicato nel 1979 sull'*American Journal of Epidemiology*, costituiscono il primo studio epidemiologico sugli effetti dei campi elettromagnetici a bassa frequenza sulla salute umana. Ma quali furono questi risultati?

Ebbene, in un intervallo di valore di intensità dei campi magnetici dell'ordine di 0.2 -0.3 μT (ovvero da 500 a 1.000 volte inferiori ai limiti IRPA prima citati!) c'era una doppia probabilità di ammalarsi per i bambini che abitavano vicino alle cabine di trasformazione elettrica.

Ovvero, schematizzando, i numeri furono:

- case "molto magnetiche" (182 morti, 105 sani) : morti/sani = 1.7
- case "poco magnetiche" (309 morti, 369 sani) : morti/sani = 0.8

Le critiche – poi vedremo quanto "fondate" - che furono mosse a questo primissimo studio epidemiologico, furono sia di metodo (l'intensità dei campi era stata solo stimata in base alla distanza dalle cabine di trasformazione e non misurata; i bambini/ragazzi di età dalla nascita fino ai 19 anni non trascorrono tutto il proprio tempo in casa; lo studio non era stato effettuato in "cieco") sia teoriche (non era chiaro il nesso biologico causa-effetto⁵; l'intensità del campo magnetico statico terrestre è molto maggiore dei livelli del campo a bassa frequenza considerati).

La moltiplicazione degli studi

A seguito dello studio pionieristico della dottoressa Nancy Wertheimer, furono effettuati via via sempre più lavori di ricerca sull'argomento:

1980 J.P. Fulton, *American Journal of Medicine*: nessuna correlazione

1985 UK: maggior rischio di leucemia per bambini se vicino ad elettrodotti (conferma da studi in Svezia)

1986 L.Tomenius (Svezia): tripla probabilità di tumore a sistema nervoso e nessuna correlazione con leucemia per bambini vicino a linee ad alta tensione

⁵ Può valere la pena ricordare che anche nel caso del fumo del tabacco, dell'amianto, del benzene e dell'arsenico, la "dimostrazione" biologica ha seguito di molto i risultati epidemiologici relativi al loro potere cancerogeno.

1988 D.Satz (Denver, N.C.): misure (e non stime) dei campi e nessuna correlazione come risultato; critica a questo studio: i campi sono molto variabili nel tempo (la stima ha più senso della misura)

Dall'inizio degli anni '90 iniziò il grande dibattito scientifico e la pubblicazione di un gran numero di lavori sul tema. Dei 14 studi epidemiologici condotti nel decennio 1985-1995 su una possibile associazione fra condizioni di vita in prossimità di elettrodotti e l'insorgere di forme tumorali nei bambini o negli adulti:

- 8 studi hanno attestato una correlazione positiva con differenti forme di cancro;
- gli altri 4 studi rimanenti hanno attestato una significativa associazione con la leucemia.

Inoltre, fu proprio negli anni '90 in Svezia che venne effettuato uno studio epidemiologico estesissimo presso il Karolinska Institutet di Stoccolma (lavoro poi pubblicato su *Lancet*): ben 50 specialisti coordinati da A.Ahlbom e M.Flechting presero in considerazione TUTTI gli svedesi vissuti, dal 1960 al 1985 (25 anni!!), ad una distanza minore o uguale di 300 m dalle linee di trasmissione, ovvero 500.000 persone.

Lo studio venne effettuato con modalità innovative che non lasciassero i dubbi che gli studi precedenti avevano invece sollevato:

- misurazione diretta dei campi nelle case (non stima);
- dosimetri forniti a campione 24 ore su 24;
- simulazione al computer dei campi generati dalle linee elettriche (dai tabulati della distribuzione elettrica in tutti i 25 anni considerati!!)

Da questo studio non soltanto vengono rilevati risultati positivi, ovvero effetti nocivi dei campi elettromagnetici, ma si evidenzia anche una correlazione causa-effetto: ovvero all'aumentare del campo aumenta il rischio. Infatti:

	Esposizione	Rischio maggiore leucemia
BAMBINI	$\geq 0.2 \mu T$	2.7
	$> 0.3 \mu T$	3.8

I risultati di questo studio così esteso, insieme a quelli condotti negli stessi anni in Finlandia e Danimarca (questi ultimi pubblicati sul *British Medical Journal*) confermano "... l'ipotesi secondo cui l'esposizione ai campi generati dalle linee elettriche ha un ruolo nello sviluppo della leucemia infantile ..." e, inoltre, "... la reale entità del rischio può essere sottovalutata per la difficoltà di misurare accuratamente le esposizioni storiche ai campi elettromagnetici ...".

Negli anni '90, oltre che studi epidemiologici sui bambini, vennero effettuati anche molti studi sui lavoratori del settore elettrico, in particolare tra il 1982 ed il 1994 vennero pubblicati 32 studi in questo ambito:

10 sono neutri o negativi

22 sono positivi:

15 evidenziano incremento di leucemia

7 evidenziano incremento di tumori al cervello

Mi piace riportare qui un esempio che il mio amico romeno Peter Gluck ha elaborato come esempio di cattiva statistica:

IL DITTATORE ROMENO NICOLAE CEAUSESCU E' STATO GIUSTIZIATO.
IL PLOTONE DI ESECUZIONE ERA SPAVENTATO E HA USATO
302 PROIETTILI, MA SOLTANTO 43 ERANO MORTALI.
CONCLUSIONE:
NICOLAE CEAUSESCU E' STATISTICAMENTE VIVO.

Uno degli studi più interessanti fu effettuato in Danimarca da P. Guénel et al. (lavoro pubblicato su *British Journal of Industrial Medicine*, '93) che considerò un campione di quasi 3 milioni di danesi tra i 20 e i 64 anni tra il '70 e l'87: cioè 18.000 persone esposte di continuo a campi maggiori di 0.3 μ T. Erano attesi, statisticamente 23.8 casi di leucemia nell'intervallo temporale considerato, ed invece il valore reale è di 39! Risultavano superiori al normale anche i casi di carcinoma mammario maschile (di per sé rarissimo).

Un altro studio notevole fu effettuato in Svezia da B. Floderus (Istituto Nazionale di Medicina del Lavoro di Solna, Stoccolma) nel quale venne individuata una soglia di rischio per leucemia cronica linfocitaria per lavoratori del settore elettrico:

- = 1 (riferimento del rischio) se esposizione < 0.16 μ T
- = 3 (rischio 3 volte superiore) se esposizione > 0.3 μ T
- = 4 (rischio 4 volte superiore) se esposizione > 0.4 μ T

Ancora un altro studio fu effettuato in collaborazione tra Canada e Francia, lavoro pubblicato sull'*American Journal of Epidemiology* che individuava una ben precisa soglia di rischio per leucemia nei lavoratori del settore elettrico (230.000 lavoratori come campione):

- = 1 (riferimento del rischio) se esposizione < 0.2 μ T
- = 2 (rischio 2 volte superiore) se esposizione > 0.2 μ T
- = 3 (rischio 3 volte superiore) se esposizione > 3.1 μ T

Tutti questi studi evidenziano soglie critiche di pericolosità molto inferiori (da 500 a 1000 volte) ai limiti imposti dall'IRPA nel lontano 1989 (limiti fissati, d'altronde, sulla base di effetti macroscopici).

Il dossier dello scandalo

A seguito di questa pletora di evidenze epidemiologiche, agli inizi degli anni '90 negli USA fu pubblicato un dossier di 367 pagine dell'EPA (Environmental Protection Agency, USA) in cui si evidenziava il fatto che "la 60 Hz è probabile fattore cancerogeno". Ci fu subito un intervento da parte di funzionari della Casa Bianca che volevano far cambiare l'espressione in: "la 60 Hz è possibile fattore cancerogeno". Inoltre ci furono evidenti pressioni da parte dell'Aeronautica Militare per ostacolare la diffusione del dossier. A seguito di queste pressioni, l'EPA pubblicò una sintesi del dossier sui principali quotidiani statunitensi.

Ma non mancarono le critiche a questo dossier che non doveva nascere:

- bassa evidenza epidemiologica
- nessuna prova biologica

Sempre negli anni '90 si fece strada la cosiddetta "prudent avoidance" di G. Morton (Carnegie Mellon University), ossia la buona abitudine ad osservare delle regole di prudenza che ci indicano di evitare alcune cose:

- stare ad almeno a 50 cm frontalmente, e almeno ad 1 m dagli altri lati, di un monitor;

- stare almeno a 1 m dalla TV a colori;
- non usare le coperte elettriche (specie in gravidanza);
- durante il sonno non stare vicino con la testa ad apparecchi elettrici;
- non stare vicino ad elettrodomestico in funzione;
- con bambini piccoli vivere ad almeno 50 m da linea elettrica locale e almeno 130 m da linee elettriche ad altissima tensione;
- misurare i campi magnetici di casa con uno strumento.

Agente cancerogeno o guardia giurata?

Una sostanza chimica o un ente fisico si può definire “agente cancerogeno”, ossia che dà origine al cancro, soltanto dopo aver analizzato con attenzione ed avere avuto risultati affermativi sia dagli studi epidemiologici, che dalle prove di laboratorio su cellule viventi.⁶ E', inoltre, ovvio che si cerchi anche di trovarne una spiegazione biologica che però, come già accennato, nel caso del fumo del tabacco, dell'amianto, del benzene e dell'arsenico, si è trovata molti anni dopo rispetto ai risultati epidemiologici relativi al loro potere cancerogeno.

Degli studi epidemiologici si è detto, e non c'è da stare tranquilli. Che dire delle prove di laboratorio? Sono mai state effettuate? E con che risultati? Ebbene, gli articoli pubblicati su riviste internazionali che riportano prove di laboratorio su cellule viventi sottoposte a campi elettromagnetici sono più di 11 000 !!!!

I loro risultati si possono sintetizzare così:

- possibili effetti mutageni
- disturbi al sistema immunitario (R. Adey, CA)
- disturbi ai meccanismi ormonali
- disturbi alla comunicazione tra cellule

Infatti i campi elettromagnetici inducono correnti elettriche che modificano l'equilibrio degli scambi ionici (calcio, sodio, potassio, ecc...) ma, come vedremo, può essere più importante la frequenza, per motivi di risonanza, che non l'energia dell'onda.

Ad esempio, nel 1982 R. Adey manda microonde modulate a bassa frequenza (intorno ai 16 Hz) sulle cellule cerebrali di un gatto:

a 16 Hz, aumento del flusso di calcio nelle cellule

> 16 Hz o < 16 Hz, diminuzione del flusso di calcio nelle cellule

Nel 1987, si rilevò che inviando un campo elettromagnetico ad una frequenza di 60 Hz per 10 ore su dei volontari umani e controllandone l'attività cardiaca, accadeva che:

9 kV/m e 20 μ T, rallentamento attività

6 kV/m e 10 μ T, nessuna variazione nell'attività

12 kV/m e 30 μ T, nessuna variazione nell'attività

Risonanza ciclotronica e il traghetto per le isole

Le possibili spiegazioni biologiche, invece, sono finora state abbastanza sfuggenti. Anche se, in realtà, già nel 1985 il prof. A. Liboff del Michigan, avanzò l'ipotesi della risonanza ciclotronica. Di che si tratta? Se consideriamo una particella elettricamente carica (ad es. uno ione) ed accendiamo un campo magnetico statico, la particella carica comincia a ruotare con una frequenza direttamente proporzionale all'intensità del campo e al valore della carica, e inversamente proporzionale alla massa della particella elettricamente carica (frequenza

⁶ Troppo spesso sono stati utilizzati anche organismi animali, ma si sa bene che tali esperimenti non riescono a fornire un'informazione scientificamente rilevante sia per la specie sottoposta all'esperimento, sia, a maggior ragione, per poterne dedurre eventuali nessi con l'organismo umano.

ciclotronica): $v = qB/2\pi m$. Se poi ad esso viene sovrapposto un campo elettromagnetico che si propaga parallelamente, anche mille volte meno intenso, ma ad una frequenza corrispondente a quella di rotazione della particella, si ha un effetto di risonanza *à la* Langevin: la particella tende ad abbandonare la sua orbita con una traiettoria lineare di fuga.

Ma c'è un grande problema, e non c'è bisogno del famoso prof. Tullio Regge per verificarlo, e neanche del Comitato Italiano per il Controllo delle Affermazioni sul Paranormale e le Pseudoscienze (il famigerato CICAP).

Infatti, si dà il caso che alla temperatura ambiente, il rumore termico presente in una soluzione acquosa è talmente alto che per riuscire a far muovere degli ioni secondo una ben precisa curva, per delle lunghezze maggiori del libero cammino medio (che di per sé compirebbero a causa dell'agitazione molecolare) c'è bisogno di campi magnetici molto intensi, incomparabilmente più alti di quelli evidenziati dagli studi epidemiologici e nelle prove di laboratorio.

Sarebbe come riuscire a correre liberamente nella ressa tra la folla accalcata che aspetta di salire sull'ultimo traghetto di ritorno per il week-end sull'isola....

Detto in termini tecnici: questo è il "paradosso kT". Infatti, ai circa 37 °C della temperatura corporea dell'uomo (circa 37 gradi), le molecole d'acqua intorno allo ione (la folla introno al traghetto) non sono affatto ferme, ma oscillano disordinatamente con un'energia kT, dove T è la temperatura assoluta espressa in gradi Kelvin (37° centigradi = 310° Kelvin) e k è una costante chiamata la "costante di Boltzmann". Le oscillazioni disordinate di queste particelle (moti Browniani) sono tali che ogni molecola d'acqua urta le altre con una forza di circa 10^{-14} Newton ($F = kT/ds$). La forza impartibile dal moto ciclotronico, nel caso delle piccole intensità di campo di cui parliamo (0.5 Gauss), è di circa 10^{-23} Newton ($F = qvB$), cioè una forza circa un miliardo di volte inferiore!!!

Quindi - *sioe e siori* – ecco a voi facilmente dimostrato che: sia tutti gli studi epidemiologici effettuati su milioni di persone e di lavoratori che gli 11 000 articoli sperimentali su cellule viventi in laboratorio, sono tutti – E DICO TUTTI – sbagliati! Lo dice la fisica!! Non scherziamo su queste cose. Ne va della credulità della gente. Basta un po' di fisica elementare... e voilà! Il gioco è fatto!!

O forse, è un po' più complicato?

Beh, il prof. Santi Tofani (Lab. di Fisica di Ivrea), ad esempio, ha condotto un esperimento sui globuli bianchi esposti a campi elettromagnetici a bassa frequenza vicino alla 50 Hz (quella normale della rete elettrica di casa) ed ha trovato che:

a 50 Hz	-> nessun danno genetico
a 32 Hz	-> nessun danno genetico
a 32 Hz + campo magnetico statico (47 µT)	-> danni genetici

Quindi parrebbe proprio che tale fenomeno, causando una non perfetta distribuzione degli ioni nelle cellule, possa provocare danni conseguenti nella sintesi delle proteine e del DNA. Ma la cosa interessante è che dipende sia dalla frequenza che dalla presenza di un campo magnetico statico (che però sulla Terra è sempre presente: quello terrestre), e quindi i 32 Hz, in genere non utilizzati, sono più pericolosi della 50 Hz, di uso comune... Applicando, ad esempio, in un organismo soggetto soltanto al campo magnetico terrestre un debole campo alternato alla frequenza di ciclotrone dello ione Calcio, si osserva la formazione di picchi periodici

nell'affluenza di ioni calcio nel cervello, cosa sicuramente non indifferente alla fisiologia dell'organismo vivente.

Ma la prima vera ed inequivocabile conferma sperimentale degli effetti di risonanza ciclotronica in soluzioni ioniche si è avuta solo con un esperimento fatto indipendentemente da cellule viventi, nel 1998 dal professor M.N.Zhadin (Russia).

Contorno di polemiche

Perché mai ho poco fa citato nientemeno che il relativista (studioso della relatività generale di Einstein) Tullio Regge?

Come già discusso nell'intervento di Marco Mamone Capria (II Convegno Internazionale "Scienza e democrazia/Science and democracy", Istituto Italiano per gli Studi Filosofici, Napoli 12-14 giugno 2003, dal titolo "Percezione di rischio, esperti e pseudoscienza") cerchiamo di capire meglio qual è la posizione dell'establishment attuale rispetto agli effetti biologici dei campi elettromagnetici a bassa frequenza.

Il problema, come abbiamo detto, è il paradosso kT: troppo rumore termico, in teoria, perché si abbiano effetti.

Ma quali sono state le polemiche sull'argomento? Ebbene, in un'intervista apparsa su "La Repubblica" del 7 Aprile 2001, intitolata "Veronesi: 'L'elettrosmog? Non è una causa di cancro' ", l'allora ministro della Sanità, Umberto Veronesi, sosteneva la totale innocuità dei campi elettromagnetici a bassa frequenza. In particolare, ed ecco spuntare Tullio Regge, siccome l'intervista suscitò non poche polemiche, seguì un telegramma firmato da 9 fisici italiani "a difesa" della posizione di Veronesi, tra cui appunto, il Regge. In tale telegramma, indirizzato al ministro stesso, nonché al Presidente della Repubblica Ciampi, si leggeva:

"il termine elettrosmog non ha alcun significato scientifico ed è sovente utilizzato in campagne che procurano un ingiustificato allarme sociale".

Questo telegramma seguiva ad una "Lettera aperta al Presidente della Repubblica" (12 Marzo) sullo stesso tono era stata firmata dagli stessi fisici, più altri ricercatori.

Riteniamo qui interessante, data la scarsa diffusione della stessa, dar conto in questa sede della contro-lettera firmata da un altro gruppo di scienziati, da cui si evincono anche i toni ed i contenuti della ben più nota lettera di sdegno nella quale si dichiaravano "destituiti di ogni fondamento scientifico" gli allarmi sui tumori provocati dall'elettrosmog.

LETTERA APERTA AL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA

In risposta a Tullio Regge, Franco Battaglia, Argeo Benco, Franco Corazza, Renato A. Ricci.

Chiunque si pone come arbitro in materia di conoscenza
è destinato a naufragare nella risata degli dei.

Albert Einstein

Ha sorpreso la notizia della lettera di scienziati italiani inviata al Presidente della Repubblica per contestare l'applicazione del principio di precauzione alla protezione della popolazione dai campi elettromagnetici.

Letta la lettera, i sottoscritti ritengono doveroso rispondere e rappresentare al Capo dello Stato quanto segue.

I - Precedenti

La storia contemporanea mostra almeno due casi di fenomeni la cui pericolosità è stata alla fine riconosciuta e i cui effetti, altamente nocivi, sono stati per decenni negati:

- i detriti nucleari;
- i cibi per zootecnia costituiti di farine animali.

II - Lobbies e correttezza deontologica

Dopo il progetto Manhattan la scienza si è abituata a convivere con l'industria e a riceverne finanziamenti. Ora però si assiste alla trasformazione di scienziati in "informatori scientifici", con la differenza che gli informatori scientifici professionisti dichiarano il loro intento commerciale e, quando informano, non possono indossare l'abito dello scienziato per non indurre in errore il consumatore.

III - Quali riferimenti scientifici?

La lettera in questione non cita articoli scientifici, ma solo il rapporto di una commissione dell'associazione professionale dei fisici americani, che non è un istituto scientifico, ma appunto una associazione professionale.

A parte questo, la lettera cita una dichiarazione di un incaricato della OMS, non specificato, dal contenuto fuorviante. La dichiarazione è infatti in contrasto con quanto stabilito dalla III Conferenza Internazionale Ambiente e Salute della OMS (Londra, 1999), che, in materia di protezione dei campi elettromagnetici, raccomanda agli Stati di attenersi rigorosamente al principio di precauzione, assumendo un fattivo atteggiamento di prevenzione. Tale raccomandazione è per altro coerente con quanto stabilito dall'art. 174 del Trattato di Amsterdam, costitutivo dell'Unione Europea.

IV - I millecinquecento uomini di scienza

La lettera inizia con un richiamo ai 1500 uomini di scienza che avrebbero difeso, con un loro appello, la libertà della scienza. Si tratta in realtà di un assai inferiore numero di persone che hanno preso la parola per difendere il loro diritto di prendere soldi dall'industria farmaceutica, agrobiotecnologica e zootecnica, in cambio del loro apprezzato lavoro, anche trascurando di conoscere interamente le conseguenze di tale lavoro, laddove risultassero in contrasto con la tutela della biodiversità.

Dato che la comunità scientifica nella introduzione di nuove tecnologie ha un vested interest, va considerata come una lobby e, in quanto tale, vanno temperate le sue esigenze con quelle della società civile.

V - Perché non riconoscere l'elettrosmog?

Grazie al freedom of information act, decorsi i termini prescritti di segretezza, si è appreso che la Marina degli Stati Uniti, nei trascorsi decenni, includeva nelle guidelines per le domande di finanziamento delle ricerche l'obiettivo di dimostrare la inconsistenza degli effetti dei campi elettromagnetici sulla salute. Tale impostazione tutelava interessi rilevanti non concernenti la salute pubblica, che oggi appaiono non più attuali. E' da ritenere che numerosi lavori scientifici d'allora siano stati condizionati da detto obiettivo, ma negli ultimi due decenni sono stati sviluppati molti lavori scientifici ricchi di risultati concernenti la interazione biologica dei campi elettromagnetici.

La Commissione europea, nella relazione di accompagnamento della proposta di raccomandazione (1998/268), che poi è stata assunta dal Consiglio (1999/519), riconosce:

"studi scientifici attestano un aumento del rischio per alcuni tipi di tumore, come leucemie, tumori del tessuto nervoso e, sebbene in misura limitata, tumori al polmone, tra i lavoratori del settore elettrico"

e ricorda i "dati epidemiologici sul rischio di tumore conseguente all'esposizione a frequenze estremamente basse, tra le persone che vivono vicino a linee di trasmissione ad alta tensione".

Il NIEHS, l'istituto nazionale degli Stati Uniti per la sanità ambientale, appartenente ai celebrati NIH (istituti nazionali di sanità) ha pubblicato un rapporto nel 1998 (report 98/3981) in cui, dopo aver classificato i campi elettromagnetici in bassa frequenza come possibili cancerogeni, afferma:

"la classificazione di campi elettrici e magnetici a 50 e 60 Hz come possibili cancerogeni è una decisione cautelativa che riguarda la salute pubblica, basata su una limitata evidenza di aumento di rischio di leucemia infantile in relazione all'esposizione di residenti, nonché su una aumentata incidenza di leucemia linfoide cronica associata con l'esposizione lavorativa".

VI - Proposte discutibili

Non è infine condivisibile la proposta, contenuta nella lettera cui si risponde, di ignorare i "singoli e isolati risultati".

Ci sono risultati di singoli lavori sperimentali che non possono essere ignorati, almeno fino a quando non vengono confutati con una nuova contrastante sperimentazione. Tra questi l'esperimento australiano nel quale sono stati irradiati per 18 mesi con microonde, pulsate come nel GSM, ratti geneticamente modificati, con un gene che causa l'espressione del linfoma: i risultati, pubblicati nel 1997 (Rad. Research, 147, May 1997) evidenziano una significativa più alta frequenza di linfomi tra i ratti esposti, che tra i ratti dello stesso ceppo non esposti.

Altri risultati sono stati evidenziati riguardanti l'alterazione della pompa del calcio cellulare, della secrezione della melatonina e di alcune importanti funzioni del sistema immunitario.

VII - Cicero pro domo sua

Desta perplessità anche l'altra proposta contenuta nella lettera: quella di dare voce ad istituzioni "che siano scientificamente accreditate e indipendenti da ogni interesse coinvolto nella questione". Traspare il proponimento dei firmatari - la cui indipendenza appare acclarata solo rispetto alla volontà della maggioranza della popolazione che si è espressa attraverso il Parlamento - di ottenere una maggiore influenza presso le istituzioni e veicolare così la loro proposta di politica sanitaria, in contrasto con il recente orientamento internazionale fondato sul principio di precauzione.

Ove ciò accadesse, si rischierebbe di vanificare gli investimenti per la ricerca, i controlli, il catasto delle sorgenti elettromagnetiche che la implementazione della rete UMTS ha reso disponibili. E' infatti vero che gli interventi di salute pubblica vanno commisurati alle priorità, ma ciò non significa che i fattori di rischio a carattere ubiquo ed universale, ancorché non quantificati, debbano essere trascurati.

Milano, Venezia, Padova, Bolzano, Trento, Bologna, Siena, Pistoia, Camerino, Roma, Napoli, Andria, Bari, Palermo, addì 9 aprile 2001

Firmato,

Emilio del Giudice, INFN Milano, Livio Giuliani, ISPEL, direttore dipartimento, Venezia, Giampiero Ravagnan, ordinario Dipartimento Scienze Ambientali Università di Venezia, Gianni Tamino, ricercatore Dipartimento Biologia Università di Padova, Getullio Talpo, direttore scientifico Sistemi Ricerca, Padova, Gilberto Barone Adesi, ISPEL, direttore dipartimento Bolzano, Guido Maccacaro, dirigente Medicina del Lavoro ASL Bolzano, Angelo Giovanazzi, primario Medicina del Lavoro, APSS, Trento, Fiorenzo Marinelli, primo ricercatore CNR Bologna, Enzo Tiezzi, ordinario Chimica Fisica, Università di Siena, Nadia Marchettini, ordinario Chimica Fisica Ambientale, Università di Siena, Michelangiolo Bolognini, dirigente medico AUSL Pistoia, Evandro Fioretti direttore Scuola Biochimica Clinica Università di Camerino, Fiorenzo Mignini, ricercatore Dipartimento Biologia Molecolare, Università di Camerino, Giancarlo Doddi, ordinario Chimica Organica Università La Sapienza, Agostina Congiu, associato di Biofisica, Università La Sapienza di Roma, Massimo Scalia, associato Fisica Matematica Università La Sapienza di Roma, Mauro Cristaldi, associato dipartimento Biologia Animale, Università La Sapienza di Roma, Lorenzo Villa, docente di Igiene, Università Tor Vergata, già dirigente di ricerca Istituto Superiore di Sanità, Roma, Settimio Grimaldi, ricercatore CNR Tor Vergata, Roma, Roberto De Bartolomeo, oncologo, Ospedale di Ostia, Giuseppina Castronuovo, associato Chimica Fisica Università Federico II, Napoli, Vittorio Elia, associato Elettrochimica Università Federico II, Napoli, Ugo Lepore, associato Chimica Generale, Università Federico II, Napoli, Savino Intingolo, neurochirurgo, Ospedale di Bari, Berardino Leonetti, oncologo, Andria, Roberto Ria, oncologo, policlinico di Bari, Vito de Blasi, dirigente medico AUSL Palermo, Maria Brai, Biocomunicazione, Università di Palermo.

L'esperimento inatteso di Zhadin

In maniera non proprio così inattesa, come abbiamo visto, ma certamente con dei risultati non modellizzabili nel contesto della “fisica classica”, nel 1998 giunge un'importante realizzazione sperimentale da parte dello scienziato russo Zhadin, a conferma degli effetti di ionorisonanza ciclotronica (che come abbiamo visto, facendo due calcoli classici, sarebbe un effetto impossibile).

L'articolo, poiché il risultato sperimentale che va a mostrare era inatteso, non viene pubblicato immediatamente, ma soltanto dopo una lunga storia di revisioni e correzioni e nuove collaborazioni con laboratori “occidentali”.

Cosa vede Zhadin? Innanzitutto, Zhadin utilizza un sistema ionico semplice e non biologico, quindi non sussistono le condizioni per un'ipotesi che era stata avanzata secondo cui il fenomeno avveniva solo nella membrana cellulare ipotizzata come “vuota” e quindi senza urti molecolari.

Zhadin utilizza campi magnetici debolissimi: un campo magnetico statico dell'intensità di poche decine di microTesla (μT) – ossia comparabile all'intensità del campo magnetico terrestre - ed un campo magnetico alternato (di frequenza < 100 Hz, quindi ELF) di intensità di pochi nanoTesla (nT). Inoltre va ad applicare a due elettrodi d'oro una differenza di potenziale di 80 mV (valore simile al potenziale medio di polarizzazione delle membrane cellulari), dopo averli immersi in una soluzione di acido glutammico⁷ (0.33 g/l, con un pH di 2.85). L'intero sistema è schermato magneticamente dalle influenze esterne (tra cui il campo magnetico terrestre) con una lega che si chiama Permalloy.

Modificando la frequenza del campo magnetico alternato si vede che, quando il valore raggiunge quello di risonanza dello ione, si genera un picco di intensa corrente ionica (10 nA, per un tempo di 20 s).

La cosa più notevole è la finestra di intensità del campo alternato in cui avviene il fenomeno: al di fuori di un certo intervallo, limite sia inferiore che superiore, per l'esattezza al di sotto di 20 nT e al di sopra di 80 nT, il fenomeno non avviene affatto, a meno di salire poi a livelli di intensità elevatissimi a cui ci si aspetta l'effetto classico che sovrasta il rumore termico.

Come si spiega questo comportamento davvero strano?

Ebbene, se facciamo mente locale su com'è la struttura dell'acqua a domini di coerenza, ossia la struttura dell'acqua così come scaturisce dai calcoli di elettrodinamica quantistica, si può prevedere questo comportamento!!

Infatti, dai calcoli di elettrodinamica quantistica coerente (Giuliano Preparata, Emilio Del Giudice) scaturisce che l'acqua risulta composta da due “fluidi”, il primo: “la fase coerente”, è un insieme dei “domini di coerenza” di dimensione di circa $0.1 \mu\text{m}$ in cui le nuvole elettroniche di tutte le molecole d'acqua oscillano in fase di un campo elettromagnetico in esse “intrappolato”. I domini di coerenza non sono penetrabili dalle molecole esterne, né da ioni, né da campi magnetici esterni.

⁷ L'acido glutammico è un aminoacido presente normalmente nel corpo umano.

Il secondo fluido, la fase “non coerente”, è un denso gas di molecole indipendenti disperse negli interstizi della schiera dei domini di coerenza. Sia le molecole in soluzione che i campi elettromagnetici possono penetrare questa regione, e qui avvengono tutti i fenomeni elettrochimici.

Si può anche far vedere che anche gli ioni formano dei “domini di coerenza di ioni”, nei quali oscillano tutti in fase, e un campo elettrico applicato induce un lento movimento, il cosiddetto “moto di deriva” di tutto l’insieme degli ioni, che - a differenza di quella che è la credenza diffusa a tutt’oggi - non è quindi soggetto al moto browniano!!

Se ora introduciamo un campo magnetico statico, la parte periferica dell’insieme degli ioni che stanno intorno al bordo del dominio di coerenza viene posta in rotazione attorno al dominio (orbite ciclotroniche) con una frequenza di rotazione uguale a alla “frequenza ciclotronica”.

La rotazione delle orbite ciclotroniche è stabile finché non viene disturbata dai campi magnetici esterni che, però, sui confini del dominio di coerenza risultano totalmente schermati.

Applicando ora un campo magnetico con frequenza risonante con la frequenza ciclotronica degli ioni in soluzione (cioè la stessa frequenza), gli ioni acquisiscono una componente traslazionale al loro moto tangenziale alle orbite ciclotroniche.

La componente è proporzionale all’intensità del campo magnetico alternato che noi applichiamo, quindi ciò significa che:

- 1) Se il campo alternato applicato è più intenso di una certa soglia, gli ioni vengono lanciati via ad alta velocità in tutte le direzioni andando a raggiungere al serbatoio generale degli ioni.
- 2) Se l’intensità del campo alternato si mantiene al di sotto di una certa soglia, invece, gli ioni attraversano la regione di frontiera tra i domini di coerenza e il volume non coerente dell’acqua ad una velocità sufficientemente bassa da permettere al campo magnetico statico esterno di deflettere gli ioni estratti dalle orbite ciclotroniche e di allinearli col campo. Ciò genera, quindi, un aumento della corrente che dura il tempo di svuotare tutte le orbite ciclotroniche.

Lo scioglimento inatteso del sale nell’acqua della pasta

Consideriamo un gesto quotidiano: gettiamo il sale nell’acqua calda per la pasta: il sale si scioglie. Dal punto di vista di un cuoco abbiamo preparato un’acqua ben salata pronta ad accogliere la pasta per la cottura, mentre per un chimico avremmo disciolto dei cristalli ionici di Cloruro di Sodio (NaCl) ed ottenuto una soluzione elettrolitica di ioni Sodio e Cloro (Na^+ e Cl^-) nel solvente H_2O . Ma l’accordo di base fra i due sarebbe totale: il sale si è sciolto nell’acqua e ciò è assolutamente normale oltre che cosa buona e giusta. Ma, ne siamo proprio così sicuri?

“Come si fa ad essere scettici su ciò che è più basilare?”, dirà qualche scettico.

“E’ uno scherzo!”, dirà qualche fisico.

“E’ una pazzia bella e buona!”, dirà qualche chimico.

La teoria normalmente accettata per modellizzare le soluzioni elettrolitiche è quella che si basa sull'impostazione, data nel 1923, da Debye e Hückel. Questa impostazione mette insieme la meccanica statistica di Boltzmann con le equazioni di Poisson per modellizzare così un insieme di componenti elementari, ioni e molecole d'acqua, con un approccio statistico. Però, questo potrebbe andar bene, eventualmente, soltanto dopo che il cristallo si è disciolto in acqua.

Ma come si scioglie il cristallo? Ora, che il sale si scioglia non c'è dubbio, non temete, ma il problema è capire come.

Infatti, nella modellizzazione standard dell'acqua, abbiamo un gran numero di molecole dipolari di H_2O , con le due cariche opposte ciascuna del valore della carica dell'elettrone, poste ad una distanza $d \approx 0.4 \text{ \AA}$, e separate dagli ioni Na^+ da una distanza $r \approx 1.5 \text{ \AA}$, comparabile alla distanza media di uno ione Cl^- nel reticolo cristallino. Quindi, facendo un calcolo per ordini di grandezza, vediamo subito che, nella migliore delle ipotesi, si ha che il rapporto tra le energie:

$$E(\text{Na}^+\text{Cl}^-) / E(\text{Na}^+\text{H}_2\text{O}) \approx 4.75$$

Quindi sembrerebbe non esserci alcuna possibilità per le molecole di H_2O di convincere gli ioni Na^+ a lasciare il reticolo cristallino del Cloruro di Sodio per poi tuffarsi nella soluzione acquosa! Con calcoli più raffinati di questi, ciò che scaturisce è che per ogni coppia di ioni c'è una barriera di energia di circa 5eV, che nessuna interazione elettrostatica può superare!

Ma allora il sale si scioglie forse per magia?! O forse c'è qualcosina che non va nel modello utilizzato fino ad ora?

Giuliano Preparata, Emilio Del Giudice e Martin Fleischmann, hanno provato ad utilizzare tutte le equazioni di Maxwell, invece che solamente le equazioni di Poisson e la statistica di Boltzmann. Facendo ciò, quindi considerando anche la presenza del campo elettromagnetico, scaturiscono cose particolarmente interessanti, tra cui ciò che abbiamo anticipato nel paragrafo precedente riguardo all'esperimento di Zhadin, ma anche... come si scioglie il sale nell'acqua della pasta... che non è poco.

E' interessante ricordare che nel 1800 per cercare di spiegare l'incremento di solubilità della maggior parte degli elettroliti con l'incremento della temperatura, scaturì un modello dell'acqua a "due fluidi" le cui proporzioni relative variassero in maniera notevole con la temperatura, in cui soltanto uno dei due fluidi facesse da solvente. Tale modello fu poi abbandonato nel 1933 quando Bernal e Fowler fecero notare che questo era impossibile a causa dell'indistinguibilità delle molecole.

Il modello a "due fluidi" fu però reintrodotta nel 1938 da Landau per spiegare le proprietà dell'Elio superfluido. Guarda caso, il modello torna a nuova vita coll'approccio dell'Elettrodinamica Coerente.

Sintetizziamo, dunque, cos'è una soluzione elettrolitica secondo i calcoli dell'Elettrodinamica Quantistica Coerente:

1) Il solvente, l'acqua, come già visto, risulta costituita da due fluidi: uno coerente e l'altro incoerente. Il fluido coerente, in cui le molecole d'acqua oscillano in uno stato quantistico coerente (simile allo stato della materia nel famoso Laser) in fase con dei ben definiti modi del campo elettromagnetico, che è costituito da un insieme di domini spaziali – i

domini di coerenza – a temperatura ambiente della dimensione di circa 500 Å, separati da interstizi della stessa dimensione dove sta il fluido incoerente. Il fluido incoerente è composto da un denso gas reale di molecole di H₂O, che vengono sottratte al fluido coerente dalle fluttuazioni termiche. Di conseguenza la composizione dei due fluidi ha una ben precisa dipendenza dalla temperatura, con un aumento della frazione incoerente di fluido all'aumentare della temperatura. Alla temperatura ambiente il 40% dell'acqua è coerente, ed ogni dominio contiene circa 1.200.000 molecole d'acqua.

2) A causa della drastica differenza strutturale dei due fluidi dell'acqua, gli ioni possono stare soltanto negli interstizi tra i domini di coerenza, nel fluido incoerente, la cui costante dielettrica è molto più piccola (≈ 14) della costante dielettrica dell'acqua nel suo complesso (≈ 80) a temperatura ambiente.

3) Nel fluido incoerente gli ioni si comportano come un plasma⁸, il plasma di Debye-Hückel, la cui frequenza di oscillazione può direttamente essere determinata dall'impostazione elettrostatica di Debye-Hückel, e dipende in maniera specifica dalle masse ioniche, dalla loro temperatura e dalla loro densità.

4) Dai calcoli si deduce che tali oscillazioni di plasma divengono coerenti, perché in tal maniera c'è un guadagno energetico per l'insieme degli ioni, il cui valore eccede l'energia di legame del cristallo, dando così una spiegazione perfettamente razionale del perché il cristallo si disciolga malgrado quel deficit di energia elettrostatica prima discusso. Infatti, è il processo elettrodinamico coerente che coinvolge gli ioni nel fluido incoerente dell'acqua a fornire il guadagno di energia necessario a superare la barriera elettrostatica che mantiene gli ioni fissi nel reticolo cristallino.

5) Gli ioni di una soluzione elettrolitica, nel loro stato di minima energia, sono dunque in uno stato perfettamente ordinato! Gli ioni oscillano coerentemente nei loro domini di coerenza, non perturbati dal mezzo che li circonda, proprio come l'Elio superfluido scorre in un tubo capillare senza attrito, cioè senza scambiare energia colle pareti del tubo. Ad esempio, nel caso dell'acido Glutammico utilizzato nell'esperimento di Zhadin, ad una densità di 0.33 g/cm³, tali domini di coerenza ionici sono delle dimensioni di ben 4 cm!!

6) La conduzione di tipo ohmico, nelle soluzioni elettrolitiche, nasce dall'interazione della parte incoerente del plasma ionico con le molecole d'acqua.

Saprete certamente del problema del modello chiave-serratura per spiegare come le molecole biologiche si "riconoscano": i biologi molecolari parlano di complementarità stereoscopica tra le molecole partner, ma l'esplorazione delle reciproche superfici esterne da parte di molecole inizialmente lontane anche qualche centinaio di Ångstrom, richiede che esse debbono anzitutto ritrovarsi!! Anche il famoso esperto Gerald Edelman ha ammesso che la capacità delle biomolecole di ritrovarsi senza errori costituisce uno dei principali enigmi della biologia...

Il quadro che scaturisce dall'elettrodinamica quantistica coerente delle soluzioni elettrolitiche ci aiuta a fare luce su questo mistero: infatti all'interno di un mezzo coerente accade che due molecole si attraggono se risuonano sulla stessa frequenza di oscillazione!! E questa

⁸ Il plasma è il cosiddetto quarto stato della materia, dopo lo stato solido, liquido e gassoso: tale fase è costituita da un gas di ioni ed elettroni; tipicamente ciò avviene ad alte temperature quando un gas perde gli elettroni ionizzandosi.

attrazione si manifesta anche a notevoli distanze, e anche in mezzo ad una folla di altre molecole, che però non interferiscono in quanto sintonizzate su altre frequenze.

Non ci vuole un genio, a questo punto, per capire quanto tutto ciò possa essere determinante per la nostra fisiologia. Questo ci conduce a cercare di capire quali e quanti siano gli effetti positivi della ionorisonanza ciclotronica, e quindi dei campi ELF sui viventi: si va verso una medicina del futuro che utilizzi a piene mani il campo elettromagnetico invece della chimica?

Bibliografia

A.Ahlbom 1988: "A review of the epidemiologic literature on magnetic fields and cancer" *Scand. J. Work Environ. Health*, **14**, 337-343.

A.Ahlbom, M.Feychting 1992: "Magnetic fields and cancer in people residing near Swedish high voltage power lines", Stockholm, Karolinska Institutet.

R.Arani, I.Bono, E.Del Giudice, G.Preparata 1995: "QED coherence and the thermodynamics of water", *International Journal of Modern Physics*, **B9**, 1813-1841.

C. F.Blackman, S.G.Benane, J.R.Rabinowitz, D.E.House, W.T.Joines 1985: "A role for the magnetic field in the radiation-induced efflux of calcium ions from brain tissue in vitro", *Bioelectromagnetics*, **6**, 327-337.

C.F.Blackman, J.P.Blanchard, S.G.Benane, J.R.Rabinowitz, D.E.House 1994: "Empirical test of an ion parametric resonance model for magnetic field interactions with PC-12 cells", *Bioelectromagnetics*, **16**, 239-260.

J.P.Blanchard, C.F.Blackman 1994: "Clarification and application of an ion parametric resonance model for magnetic field interactions with biological systems" *Bioelectromagnetics*, **16**, 217-238.

P.Brodeur 1993: *The Great Power Line cover up*, Boston, Little Brown & Co.

L.Carra 1994: *Onde sospette*, Roma, Editori Riuniti.

M.P.Coleman 1990: "Extremely low-frequency electric and magnetic fields and risk of human cancer", *Bioelectromagnetics*, **11**, 91-99.

M.P.Coleman et al. 1983: "Leukaemia incidence in electrical workers", *The Lancet, Letter*, **1**, 982-983.

M.P.Coleman et al. 1989: "Leukaemia and residence near electricity transmission equipment: a case-control study", *Br. J. of Cancer*, **60**, 793-798.

P.Debye, E.Hückel 1923: "Zur Theorie der Elektrolyte II. Das Grenz-gesetz für die elektrische Leitfähigkeit", *Physikalische Zeitschrift*, **15**, 305-25.

E. Del Giudice 2001: "Effetti di campi elettromagnetici di bassa intensità e frequenza su sistemi di ioni", Seminario al Dipartimento di Fisica dell'Università "Federico II" di Napoli, 27 feb.

-- , G. Preparata 1999: "A new QED picture of water: understanding a few fascinating phenomena", pp. 108-29 di E. Sassaroli, J. Swain, Y. Srivastava, A. Widom (a cura di), *Macroscopic Quantum Coherence*, Singapore , World Scientific.

--, --, M.Fleischmann 2000: "QED coherence and electrolyte solutions", *The Journal of Electroanalytical Chemistry*, **482**, 110-116.

A. R. Liboff 1985: "Cyclotron resonance in membrane transport", pp. 281-96 di A. Chiabrera, C.Nicolini, H.P.Schwan (a cura di), *Interactions between electromagnetic fields and cells*, New York e Londra, Plenum Press.

--, S. D. Smith, B. R. McLeod 1987: "Experimental evidence for ion cyclotron resonance mediation of membrane transport", pp. 109-32 di M. Blank, E. Findl (a cura di), *Mechanistic approaches to interactions of electric and electromagnetic fields with living systems*, New York e Londra, Plenum Press.

G.Preparata 1995: *QED Coherence in Matter*, Singapore, World Scientific.

S. D. Smith, B. R. McLeod, A. R. Liboff, K. Cooksey 1987: "Calcium cyclotron resonance and diatom mobility", *Bioelectromagnetics*, **8**, 215-227.

L. Tomenius 1986: "50-Hz electromagnetics environment and the incidence of childhood tumors in Stockholm County", *Bioelectromagnetics*, **7**, 191-207.

N. Wertheimer, E. Leeper 1979: "Electrical wiring configurations and childhood cancer" *Am. J. Epidemiol.*, **109**, 273-284.

--, -- 1982: "Adult cancer related to electrical wires near the home", *Int. J. Epidemiol.*, **11**, 345-355.

M. N. Zhadin, V.V. Novikov, F. S. Barnes, N. F. Pergola 1998: "Combined action of static and alternating magnetic fields on ionic current in aqueous glutamic acid solution", *Bioelectromagnetics*, **19**, 41-45.

Inserito: 26 luglio 2005 Scienza e Democrazia/Science and Democracy www.dipmat.unipg.it/~mamone/sci-dem
--