

L'elettrosmog

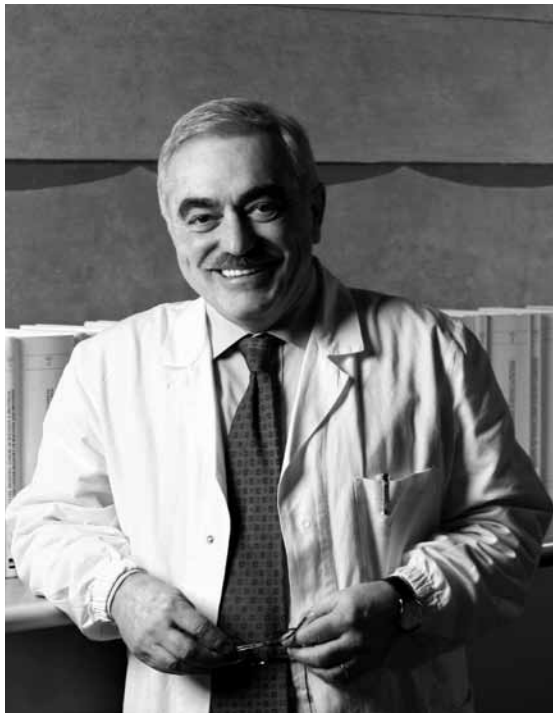
Eccoci alla terza *Disfida*, dopo che le due precedenti — sulle fonti d'energia e sulle cause dei cambiamenti del clima — hanno suscitato un interesse capace di spronarci a proseguire con questa formula giornalistica. La seconda *Disfida* in particolare ha dato il via a scambi assai vivaci in vari blog. Per esempio, sono apparsi commenti in *Climalteranti*, coordinato da uno dei due studiosi che si sono sfidati scrivendo per la nostra rivista (Stefano Caserini), e in *ClimateMonitor*, il cui coordinatore è Guido Guidi, noto meteorologo televisivo.

Non sono mancate prese di posizione per le quali l'aggettivo *vivace* è eufemistico. Possiamo dunque sostenere che esso è assai più appropriato a ciò che appare nella nostra *Disfida*, che si svolge senza esclusione di colpi, ma sempre nei limiti della civiltà e soprattutto dello stile scientifico. Su temi che sono appunto scientifici non ha senso tentar di zittire gli avversari se non con argomenti di scienza: il "lei non sa chi sono io" o il "ma da dove viene fuori questo tizio?" non hanno diritto di cittadinanza fra i seguaci di Galileo.

Stavolta tocca a un'altra *vexata quaestio*: il cosiddetto elettrosmog. Buona lettura.

Ciò che sappiamo e ciò che dobbiamo sapere

di MORANDO SOFFRITI



Morando Soffritti è direttore scientifico dell'Istituto Ramazzini dal 2001. La sua attività di ricerca è orientata all'identificazione delle cause che possono determinare i tumori, in particolare quelle di origine industriale e ambientale.

Laureato in medicina e chirurgia presso l'università di Bologna nel 1974, è stato *visiting fellow* al Royal Free Hospital di Londra nel 1977 e *visiting scientist* al National Institute of Environmental Health Sciences (NIEHS) negli Stati Uniti dal 1979 al 1981. È specializzato in gastroenterologia e in oncologia. Dal 2001 è segretario generale del Collegium Ramazzini, un'accademia internazionale di 180 membri di 32 paesi, esperti in scienze ambientali e medicina del lavoro. Nel 2007 è stato nominato professore aggiunto del dipartimento di medicina preventiva e di comunità del Mount Sinai School of Medicine di New York. Nello stesso anno gli è stato conferito anche il premio Irving J. Selikoff per il suo importante contributo all'identificazione di agenti cancerogeni ambientali ed industriali e alla promozione della ricerca scientifica indipendente.

È autore di oltre centottanta pubblicazioni. Di recente è stato co-autore di una monografia su "Non-thermal effects and mechanisms of interaction between electromagnetic fields and living matter".

a cura di GIANNI FOCHI

I campi elettromagnetici, in ordine di lunghezza d'onda decrescente e di frequenza crescente, includono fra gli altri: campi elettromagnetici non-ionizzanti a bassissima frequenza (da sorgente elettrica), a bassa frequenza, a radiofrequenza e microonde (della telefonia mobile, dei ripetitori radiotelevisivi, ecc.), raggi infrarossi e ultravioletti, oltre che radiazioni ionizzanti quali raggi X e gamma.

Da molti decenni è noto che gli ultimi tre tipi sono agenti cancerogeni. Invece, fino alla fine degli anni '70, era sconosciuta la potenziale cancerogenicità dei campi non-ionizzanti, fra cui quelli della corrente elettrica e quelli a radiofrequenza della telefonia mobile.

1. *Le conoscenze attuali sui campi elettromagnetici della corrente elettrica*

I primi dati sui campi a bassissima frequenza (CEMBF) generati dalla corrente elettrica alternata furono pubblicati dagli americani Wertheimer e Leeper (1979) e indicavano un maggior rischio cancerogeno, e più specificamente leucemogeno, in bambini residenti in prossimità di installazioni elettriche ed esposti a $\geq 0.2 \mu\text{T}$ di campo magnetico.

In seguito sono stati condotti in vari paesi numerosi studi epidemiologici sia su bambini che su lavoratori esposti a CEMBF. In maggioranza essi confermano che l'esposizione a CEMBF può determinare un aumento del rischio di leucemia nei bambini esposti residenzialmente e in lavoratori esposti professionalmente. Alcune ricerche sembrerebbero evidenziare anche una correlazione tra l'esposizione a questi campi e l'insorgenza di tumori cerebrali e della mammella (soprattutto nel sesso maschile), sia pure con evidenza minore rispetto a quanto si sa sulle leucemie infantili, per le quali è stato dimostrato che il rischio cresce con il crescere della intensità del campo magnetico. Uno studio di meta-analisi condotto da epidemiologi svedesi (Ahlbom *et al.*, 2000) ha evidenziato che il rischio si manifesta con una esposizione $\geq 0,4 \mu\text{Tesla}$. Per apprezzare la rilevanza di questi dati quantitativi, va ricordato che i limiti previsti dalla normativa vigente in Italia per i CMBF sono di $100 \mu\text{Tesla}$ come valore limite, di $10 \mu\text{Tesla}$ come valore di attenzione (per esposizioni superiori a 4 ore al giorno) e di $3 \mu\text{Tesla}$ come obiettivo di qualità per i siti sensibili, e quindi circa 8 volte superio-

re al livello di evidenza del rischio di leucemia registrato nei bambini.

L'Agenzia Internazionale di Ricerca sul Cancro (IARC) di Lione nel 2002 ha considerato il CEMBF di 50-60 Hz come possibile agente cancerogeno per l'uomo (Gruppo 2B).

2. *Le attuali conoscenze sui campi a radiofrequenza, in particolare della telefonia mobile*

La preoccupazione sui possibili rischi cancerogeni, come c'era da aspettarsi, si è estesa ad altri tipi di onde e in particolare ai campi elettromagnetici a radiofrequenza (CEMRF) e microonde compresi fra 30 KHz e 300 GHz. L'esposizione a CEMRF può verificarsi nell'ambiente di lavoro per la presenza di induttori di calore, di radar; nell'ambiente generale per la presenza di stazioni radiobase della telefonia mobile, antenne tele-radiotrasmettenti, apparecchiature per trattamenti diagnostico-terapeutici; o per l'uso di strumenti personali (telefono cellulare, strumentazioni per radioamatori).

L'espansione della telefonia cellulare è senza precedenti. Negli anni '90 negli USA erano circa 9 milioni gli abbonati dei telefonini. Oggi sono circa 285 milioni, compresi i bambini. Nel mondo oggi sono circa 5 miliardi le persone che usano un telefono mobile. In Italia nel 1996 gli abbonati erano circa 4 milioni, oggi sono oltre 40 milioni.

Nel maggio scorso 30 scienziati di 14 paesi si sono riuniti presso la IARC, per valutare i potenziali effetti a lungo termine, soprattutto cancerogeni, dei CEMRF. Fra gli studi epidemiologici valutati, due studi caso-controllo sono stati considerati maggiormente informativi. Il primo, condotto da un gruppo svedese (Hardell *et al.*, 2011) ha dimostrato che per coloro che avevano utilizzato il telefono cellulare per più di 1 anno, il rischio di tumore al cervello, del nervo acustico e delle meningi cresceva con l'aumentare della durata cumulativa delle telefonate. Più specificatamente, il rischio risultava maggiore di 3 volte rispetto al gruppo di controllo, quando la durata cumulativa delle telefonate era superiore a 2000 ore e il tempo trascorso dall'inizio dell'uso era di oltre 10 anni, e quando il telefonino veniva comunemente appoggiato per l'ascolto nello stesso lato della testa.

Un secondo studio caso-controllo ancora più ampio condotto con identica metodologia in

vari paesi europei (Interphone), ha evidenziato un aumento del rischio di tumore del cervello in coloro che avevano accumulato oltre 1600 ore di telefonate e, anche in questo caso, quando il cellulare veniva appoggiato sempre sullo stesso lato della testa.

Gli studi sperimentali a lungo termine finora condotti su roditori non sono stati tali da fornire un'adeguata definizione quali-quantitativa dei potenziali rischi cancerogeni dei CEMRF, a causa delle condizioni espositive utilizzate, del limitato numero di animali usato in ciascun gruppo sperimentale, e per come sono stati condotti gli esperimenti. Sulla base dei dati scientifici valutati, il Gruppo di lavoro della IARC ha classificato il CEMRF come possibile agente cancerogeno per l'uomo (Gruppo B2) (Baan *et al.*, 2011).

3. *La necessità di ulteriori ricerche*

Il problema dell'impatto sanitario ed in particolare dei potenziali rischi cancerogeni dei CEMRF e a RF è enorme data la loro diffusione, ormai globale. Per fronteggiarlo sono necessari provvedimenti precauzionali e strategie di prevenzione, da basarsi su solide basi conoscitive. Quanto la ricerca ha fatto finora va considerato preliminare e spesso aneddotico, e quindi è lontana dalle reali necessità. Se si considerano le ricerche epidemiologiche disponibili, si può dire che:

- 1) riguardano soprattutto alcuni tipi di tumore, che fra l'altro sono tra i meno frequenti;
- 2) non tengono in genere in considerazione la durata della osservazione, ancora troppo breve per quanto riguarda i CEMRF;
- 3) a differenza degli studi di cancerogenicità relativi ad agenti chimici ed altri agenti fisici, questi studi non hanno considerato, o solo marginalmente, gruppi di popolazione altamente esposti che pure esistono, soprattutto negli ambienti di lavoro.

Per quanto riguarda gli studi sperimentali condotti fino ad oggi e fruibili in termini di sanità pubblica, si può dire che risultano assolutamente inadeguati e che, a nostra conoscenza, non ci sono altri progetti in corso e neppure programmati.

4. *Il progetto dell'Istituto Ramazzini di Bologna*

L'Istituto Ramazzini, per studiare la cancerogenicità dei campi magnetici a bassissima frequen-

za e a radiofrequenza/microonde, ha dato vita a due progetti comprendenti vari mega-esperimenti, per valutare gli effetti biologici in termini quantitativi in relazione a varie intensità di campo, al calendario espositivo ed alla associazione con altre esposizioni di rischio cancerogeno (v. Tabella 1 e Figure 1 e 2).

Il progetto sui CMBF è iniziato nel luglio 2002 e comprende oltre 7000 animali. I primi risultati, hanno evidenziato per la prima volta un effetto cancerogeno sinergico per la ghiandola mammaria in ratte esposte a campo magnetico alternato di 50Hz dalla vita prenatale fino a morte spontanea ed a 10 rad di raggi γ erogati a 6 settimane di età (Soffritti *et al.*, 2010).

Il progetto sui CEMRF riprodotto l'esposizione ai campi delle stazioni radio-base della telefonia mobile, è iniziato nel luglio 2005 e comprende oltre 2000 animali. I risultati saranno disponibili nel 2012-2013.

Il Centro di Ricerca sul Cancro Cesare Maltoni, presso il Castello di Bentivoglio, possiede un'esperienza pluridecennale nella conduzione di mega-esperimenti che si può, senza tema di smentita, definire unica a livello internazionale.

5. *Conclusioni e raccomandazioni*

Quanto sopra riportato indica che, a causa dei limiti delle conoscenze scientifiche disponibili, sia per quanto riguarda i dati epidemiologici, che quelli sperimentali, è necessario che, in attesa di nuove e più precise acquisizioni, venga applicato il principio di precauzione al fine di ridurre l'esposizione a rischi che possono sussistere, ma per i quali ancora esistono margini di incertezza.

In particolare è soprattutto raccomandabile limitare l'uso dei telefonini da parte dei bambini e degli adolescenti (la fascia di popolazione, per età, più vulnerabile). Infatti durante l'uso del cellulare l'energia di campo elettromagnetico a radiofrequenza assorbita dal cervello di un bambino è doppia rispetto a quella dell'adulto e, per quanto riguarda il midollo osseo del cranio, è di circa 10 volte. Ciò a causa dello spessore più sottile della scatola cranica.

Infine è urgente sviluppare la ricerca epidemiologica e di laboratorio, al fine di fornire più adeguate informazioni scientifiche sulla base delle quali definire un quadro normativo più certo.

Tabella 1. Progetto di mega esperimenti su ratti esposti a campi elettromagnetici non- ionizzanti dalla vita fetale fino a morte spontanea per 18 ore / die, in corso presso l'Istituto Ramazzini di Bologna

Mega-esperimenti sui campi magnetici -50 Hz	
1. BT1CEM:	6 gruppi di 523, 500, 1000, 1003, 1002, 1001 maschi (M) e femmine (F) esposti a 1000, 1000 (con discontinuità), 100, 20, 2, 0 μ Tesla. Il 6° gruppo è il controllo comune dei tre esperimenti BT1CEM - 3CEM
2. BT2CEM:	1 gruppo di 403 M e F esposti a 1000 μ Tesla e a formaldeide in soluzione acquosa, 50 mg/l, da 6 settimane di età fino a morte spontanea; 1 gruppo di 402 M e F esposti solo a formaldeide (controllo positivo)
3. BT3CEM:	2 gruppi di 222 e 212 M e F esposti a 1000, 20 μ Tesla e a 10 rad di radiazioni gamma a 6 settimane di età; 1 gruppo di 223 M e F esposti solo a 10 rad di radiazioni gamma (controllo positivo)
4. BT4CEM:	1 gruppo di 222 M e F esposti a 1000 μ Tesla e ad aflatossina B1; 2 gruppi di 205 e 215 M e F esposti solo ad aflatossina B1 (controllo positivo) oppure senza trattamento alcuno (controllo negativo)

Gli esperimenti sono iniziati contemporaneamente e comprendono complessivamente 7133 ratti

Mega-esperimenti sui campi elettromagnetici a radiofrequenza GSM - 1,8 GHz della telefonia mobile	
1. BT1CEMRF:	4 gruppi di 409, 411, 811, 817 M e F esposti a 50, 25, 5, 0 Volt / metro
	L'esperimento comprende complessivamente 2448 ratti



Fig. 1. Apparato espositivo per lo studio degli effetti cancerogeni del campo magnetico -50Hz



Fig.2. Apparato espositivo per lo studio degli effetti cancerogeni del campo elettromagnetico a RF delle stazioni radio-base della telefonia mobile

Bibliografia

Ahlbom A, Day N, Feychting M, *et al.* A pooled analysis of magnetic fields and childhood leukemia. *Br J Cancer* 2000; 83(5): 692-698.

Baan R, Grosse Y, Lauby-Secretan B, *et al.* Carcinogenicity of radiofrequency electromagnetic fields. *www.thelancet.com@oncology* Vol. 12, July 2011.

Hardell L, Carlberg M, Mild KH. Pooled analysis of case-control studies on malignant brain tumours and the use of mobile and cordless phones including living and deceased subjects. *Int J Oncol* 2011; 38(5): 1465-1474.

IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Non-Ionizing Radiation, Part 1: Static and Extremely Low-Frequency (ELF) Electric and Magnetic Fields. IARC, 2002; Vol. 80:1-395.

Soffritti M, Belpoggi F, Lauriola M, *et al.* 2010. Mega-experiment on the carcinogenicity of Extremely Low Frequency Magnetic Fields (ELFMF) on Sprague-Dawley rats exposed from fetal life until spontaneous death: plan of the project and early results on mammary carcinogenesis. In Giuliani L, Soffritti M, eds: *Non-thermal effects and mechanisms of interaction between electromagnetic fields and living matter.* *Eur J Oncol Library* Vol. 5, 219-34.

Wertheimer N, Leeper E. Electrical wiring configurations and childhood cancer. *Am J Epidemiol* 1979; 109: 273-84.