

Electromagnetic Field Treatment Protects Against and Reverses Cognitive Impairment in Alzheimer's Disease Mice

Gary W. Arendash^{a,b,*}, Juan Sanchez-Ramos^{c,d}, Takashi Mori^e, Malgorzata Mamcarz^b, Xiaoyang Lin^c, Melissa Runfeldt^b, Li Wang^{b,c}, Guixin Zhang^{b,c,f}, Vasyl Sava^d, Jun Tan^g and Chuanhai Cao^{b,c,h}

^aThe Florida Alzheimer's Disease Research Center, Tampa, FL, USA

^bDepartment of Cell Biology, Microbiology, and Molecular Biology, University of South Florida, Tampa, FL, USA

^cThe Byrd Alzheimer's Institute, Tampa, FL, USA

^dDepartment of Neurology, University of South Florida College of Medicine, Tampa, FL, USA

^eDepartments of Medical Science and Pathology, Saitama Medical Center and Saitama Medical University, Kawagoe, Saitama, Japan

^fDepartment of General Surgery, The First Affiliated Hospital of Dalian Medical University, Dalian, China

^gDepartment of Psychiatry and Behavioral Medicine, College of Medicine, University of South Florida, Tampa, FL, USA

^hDepartment of Molecular Pharmacology and Physiology, College of Medicine, University of South Florida, Tampa, FL, USA

Supported by grants to (GWA) within the NIA-designated Florida Alzheimer's Disease Research Center (AG025711) and funds from the Byrd Alzheimer's Institute (CC).

Authors' disclosures available online (<http://www.j-alz.com/disclosures/view.php?id=112>).

- Poche settimane dopo la sentenza del Tribunale del Lavoro di Brescia che, in sede di Appello, ha riconosciuto come causa di malattia professionale (con conseguente indennizzo per l'invalidità procurata) l'uso dei telefoni mobili (TM: cordless e cellulari) e il grande risalto che ne è stato dato sia in Italia che all'estero (v. Cap. 22), è uscito questo articolo e ai media, chiaramente sollecitati dai gestori della TM, non è parso vero di capovolgere il giudizio dato in precedenza sulla pericolosità dell'uso dei TM, magnificandone la possibilità di produrre importanti benefici su una delle malattie più invalidanti e purtroppo sempre più frequenti negli anziani (l'Alzheimer).
- Il lavoro è stato realizzato prevalentemente negli USA, presso il Centro di Ricerca per l'Alzheimer a Tampa in Florida e in alcuni Dipartimenti Medici della stessa sede, con la partecipazione di un ricercatore Giapponese e di uno Cinese. E' finanziata dal Centro di cui sopra e dall'Ist. Byrd per la cura dell'Alzheimer ma, stranamente, gli Aa rinviano a un sito Internet (v. intestazione) per le loro "disclosures" (rivelazioni), anche se su tale sito compare un'intera pagina con il nome di ciascun autore e la scritta per tutti "nulla da rivelare"!
- Si tratta di una ricerca molto complessa (4 pagine solo di metodologie) e difficile da esporre in dettaglio e da valutare per chi non è avvezzo a questi approcci sperimentali e alle problematiche connesse. In sostanza gli Aa dispongono, dopo aver effettuato una serie di incroci tra vari ceppi di topi Swiss-Webster, di un ceppo con genotipo "selvatico" (non transgenico, NT) e di un ceppo transgenico (Tg, indicato come 24AβPPsw) propenso a sviluppare le sintomatologie e le alterazioni cerebrali dell'Alzheimer. Utilizzano quindi complessivamente 96 topi, per metà NT e per metà Tg, che vengono irradiati sull'intero corpo per 2 ore/giorno (1ora al mattino e 1 al pomeriggio) per 7-9 mesi con un "generatore di segnali a MO" (918 MHz, SAR=0,25W/Kg), non si sa se modulate ed eventualmente con quali frequenze ELF. L'irradiazione viene fatta in un dispositivo circolare con l'antenna a MO al centro (emissione a 360°) e i topi disposti in gabbiette lungo la circonferenza, in modo da ricevere tutti la stessa dose di radiazioni.

- Gli animali vengono suddivisi in 3 gruppi sperimentali: 1) animali giovani in un esperimento a lungo termine (12 NT e 12 Tg di 2-2½ mesi): 6 per ciascuno di 4 sottogruppi (controlli e irradiati, NT e Tg). Dopo 4-5 e 6-7 mesi di trattamento vengono sottoposti a test cognitivi simili a quelli usati nell'uomo per differenziare i soggetti affetti da demenza senile (Alzheimer) da quelli sani. Dopo altri 2 mesi vengono sottoposti a test di memoria, ansietà e riflessi sensomotori. I test vengono eseguiti nell'intervallo tra le due irradiazioni. Infine, dopo altri 15 giorni (quindi a 9½ mesi di età) vengono sacrificati e sull'ippocampo rostrale e sulla corteccia cerebrale posteriore vengono eseguite analisi neurochimiche e istologiche; 2) animali adulti in un esperimento a lungo termine (16 NT e 12 Tg) all'età di 4 mesi vengono sottoposti al test di memoria e dopo 1 mese vengono suddivisi in 4 sottogruppi (NT e Tg, controlli e irradiati: 5-8 per ogni sottogruppo) e vengono irradiati come sopra. A 7 mesi di età (2 mesi di irradiazione) vengono di nuovo sottoposti al test di memoria e poi, a 10 e 13 mesi, ai test cognitivi (v. sopra). Pochi giorni prima del sacrificio (che avviene a 13 ½ mesi di età, cioè 8 ½ mesi di irradiazione) viene misurata la temperatura corporea. Dopo il sacrificio vengono fatti gli esami neuro- e istochimici sull'intera parte caudale del cervello; 3) animali adulti in un esperimento a breve termine (i 44 rimanenti topi tra NT di 10-13 mesi, Tg di 10 e 15 mesi e i nati da un incrocio tra Tg ed eterozigoti PS1 di 15 mesi). Gli animali vengono suddivisi ciascuno in 2 sottogruppi (irradiati e non irradiati; 4-5 per sottogruppo 10 sottogruppi=44) per verificare la temperatura corporea e cerebrale nel corso dell'irradiazione acuta. La temperatura viene registrata subito prima di un primo trattamento (non dicono quanto dura l'irradiazione), durante il trattamento, dopo 2 e 4 ore da questo, e durante un secondo trattamento (che non si sa nè quanto duri nè quando viene fatto). Poiché il protocollo non lo specifica e si tratta di un trattamento acuto, si suppone che, subito dopo il secondo trattamento, i topi vengono sacrificati.
- I test utilizzati per la memoria a breve termine ("Radial Arm Water Maze"), per la capacità cognitiva ("Cognitive Interference Task", lo stesso usato per diagnosticare l'Alzheimer nell'uomo), per la funzionalità basica della memoria ("I-Maze Alternation Task") e per le capacità sensomotorie e l'ansietà (metodologia non descritta ma già usata dagli Aa in precedenti lavori) e quelli per le analisi isto- e immunochimiche sono descritti in dettaglio e non possono essere qui riportati.
- I risultati, sposti in grafici e tabelle di difficile comprensione, sono sostanzialmente i seguenti: se l'irradiazione viene fatta su topi Tg giovani (cioè di 2-2 ½ mesi v. esp.1) propensi a sviluppare l'Alzheimer, i cui primi sintomi compaiono intorno ai 6 mesi di età, le loro capacità cognitive restano intatte e sono confrontabili con quelle dei controlli MT. Se l'irradiazione viene invece fatta in età più avanzata (4 mesi test 2, 10-15 mesi test 3), i sintomi già manifestatisi dell'Alzheimer scompaiono, come confermato dai test di memoria e di capacità cognitive. I risultati sono confermati dalle analisi isto- e immunochimiche: le placche dense dovute ad un anormale accumulo di sostanza beta-amiloide nel cervello, che sono caratteristiche dell'Alzheimer e che determinano i deficit tipici di questa malattia, o non si formano o, se sono già presenti, tendono a scomparire.
- Gli Aa, riconoscono alcuni limiti del loro modello sperimentale: i topi propensi a sviluppare l'Alzheimer non presentano la perdita di neuroni nè la formazione di grovigli di neurofibrille che invece si riscontrano nei pazienti affetti da questa malattia e, più in generale, dopo queste osservazioni del tutto inattese (si sarebbero aspettati un peggioramento della malattia con l'irradiazione visto che una correlazione tra CEM/ELF e Alzheimer è già stata segnalata, v. Cook '06 Cap.6) la difficoltà, di estrapolare i dati all'uomo. Ciononostante si lasciano andare a conclusioni assai azzardate: "l'esposizione alle emissioni e.m. dei cellulari può rappresentare una terapia non invasiva e non farmacologica per curare e addirittura per prevenire l'Alzheimer e, più in generale, per migliorare le capacità di memoria", frase inserita a conclusione del Sommario e ripresa alla fine della Discussione, conclusioni che hanno scatenato l'interesse dei gestori della telefonia mobile e, di conseguenza, dei media (v. sotto).
- Altre caratteristiche del lavoro lasciano perplessi: 1) il Sommario inizia affermando che "nonostante i numerosi studi, non c'è alcuna evidenza conclusiva che le esposizioni ai CEM ad alta frequenza (RF/MO) rappresentino un rischio per la salute umana e, nella Premessa come nelle Conclusioni, questo concetto viene ripreso con riferimenti assolutamente inaccettabili: le rassegne di Valberg, Repacholi e van Deventer '07

sotto l'insegna dell'OMS e quella di Krewski '07, entrambe finanziate dai gestori della TM (v. Cap. 5A al quale si rimanda per un attento esame critico"); 2) nella Discussione, in accordo con la Premessa di cui sopra, vengono citati e commentati soprattutto i risultati "negativi" delle sperimentazioni fatte esponendo roditori o volontari umani alle emissioni dei cellulari (p.es. Haarala '07 Cap.16B e Dubreuil '03 Cap. 15, entrambi finanziati dai gestori della TM) e vengono del tutto ignorati i molti risultati "positivi", cioè indicativi di un effetto dannoso dei cellulari su aspetti comportamentali e perfino strutturali del cervello, come sono quelli riportati al Cap. 15 (in particolare i fondamentali lavori di Lai, Salford, Marino, Belyaev e tanti altri) e al Cap. 16A (in particolare Hamblin, Achermann, Cook, Hocking, Wilen, Maby e tanti altri); 3) sono completamente ignorati i dati di genotossicità (Cap.9A) e di cancerogenicità sull'uomo (Cap.12) relativi all'uso dei cellulari (Agarwal e Hardell, per fare solo 2 nomi): come si può pensare a una applicazione a lungo termine dei cellulari per la prevenzione e la cura dell'Alzheimer senza considerare l'ormai assodato effetto genotossico e cancerogeno che questi hanno sull'uomo?; 4) alcune dichiarazioni degli Aa riportate dalla stampa estera, sembrano "gonfiate" e assolutamente fuori luogo: p.es. Cao, considerato assieme ad Arendash l'altro leader del lavoro, dichiara a BBC News che "poichè la produzione e l'aggregazione delle placche di beta-amiloide si verificano anche dopo traumi cerebrali particolarmente frequenti nei soldati impegnati in operazioni militari, l'impatto terapeutico dei nostri risultati va ben oltre la cura del Alzheimer" (!) e così prosegue:"i nostri studi provano che l'uso prolungato dei cellulari non è dannoso per il nostro cervello, anzi migliora realmente la memoria e perciò rappresenta un'efficace terapia contro le difficoltà e la perdita della memoria. E questo è dovuto a un maggiore flusso sanguigno nel cervello che ne aumenta l'energia metabolica" (!). Francamente è un po' troppo e meno male che alcuni personaggi autorevoli intervengano a moderare questo trionfalismo, p.es. D. Knopman, esperto di Alzheimer alla Clinica Mayo di Rochester, il quale ritiene sia urgente adottare molta prudenza nel tentativo di estrapolare questi dati (non ancora replicati, n.d.a! all'uomo e dice: "ciò che avviene in un topo (per di più geneticamente modificato, n.d.a!) può non avere niente a che fare con quello che avviene nell'uomo"! G. Perry, un'altro esperto di Alzheimer all'Univ. di S. Antonio nel Texas e anche uno degli Editori della rivista che ha pubblicato questo lavoro, segnala che "l'Alzheimer non si manifesta sempre allo stesso modo nell'uomo: in molti soggetti lo sviluppo delle placche amiloidi dipende dal processo di invecchiamento e non dal fatto che tali soggetti hanno subito alterazioni genetiche" e ricorda che alcuni scienziati sostengono che i cellulari aumentano il rischio di cancri al cervello, tanto che le Autorità del Maine (USA) hanno imposto che i cellulari portino un avviso di pericolo. Anche un altro degli Aa del lavoro (J. Sanke-Ramos) è particolarmente prudente e segnala che "l'esperimento fatto non è una replica perfetta di quello che avviene nell'uomo durante l'uso del cellulare, se non altro perchè i topi sono stati irradiati su tutto il corpo e per tutta la vita e non solo per qualche minuto o ora e solo sulla testa" (per di più con un'emissione e.m. che potrebbe essere molto diversa da quella dei cellulari in uso, se non altro perchè non modulata con frequenze ELF, n.d.a). Anche i responsabili dell'Alzheimer Research Trust sono prudenti, p.es. Rebecca Wood, che ne è il Capo esecutivo, segnala che "anche se i ricercatori sperano che i loro risultati vengano trasferiti sull'uomo, ancora molte altre ricerche dovranno essere fatte per verificare che un' esposizione a lungo termine ai CEM abbia effetti benefici sull'uomo e per garantire che non si abbiano invece effetti dannosi" e anche Susanne Sorensen, Direttrice delle ricerche presso la stessa Fondazione, raccomanda molta prudenza; 5) i giornali italiani sono particolarmente prudenti, soprattutto La Stampa" che, tra l'altro, fa notare "lo scarso numero di animali" che, divisi in sottogruppi, si riducono fino a 4-5 topi per sottogruppo (esp.3, v. sopra), per cui "alcuni risultati potrebbero essere frutto del caso".

- In conclusione, se si guarda il panorama scientifico generale, ci si chiede se vale veramente la pena di impiegare tanto tempo per censire un lavoro il cui impatto potrebbe anche essere limitato al fatto di confondere le idee del pubblico mediante il risalto che, tramite le compagnie telefoniche interessate, ne hanno dato i giornali e ne daranno sicuramente Elettra 2000, lo SCENIHR, l'ICNIRP, l'OMS e le tante "casse di risonanza" che non aspettano altro che questo!

Friday January 08th 2010, 7:45 pm
Filed under: [Cell phone news](#)

<http://www.emfacts.com/weblog/?p=1229>

The latest news story doing the rounds now is that cell phone use might prevent the onset of Alzheimer's Disease and even help reverse symptoms. - at least in mice. Here's the *National Geographic* reporting on the study: Arendash, et al, Electromagnetic Field Treatment Protects Against and reverses Cognitive Impairment in Alzheimer's Disease Mice" *Journal of Alzheimer's Disease*, Vol. 19, pp. 191-210.

Cell Phone Use May Fight Alzheimer's, Mouse Study Says
Ker Than for National Geographic News
January 6, 2010

Link: <http://news.nationalgeographic.com/news/2010/01/100106-cell-phones-alzheimers-disease-mice.html>

-January-2010 - Cell Phone Exposure May Protect Against and Reverse Alzheimer's Disease

Contacts:

Gary Arendash
Florida Alzheimer's Disease Research Center
Phone: (813) 732-9040
Email: arendash@cas.usf.edu or garendash@health.usf.edu

Anne DeLotto Baier
USF Health Public Affairs
Phone: (813) 974-3300
Email: abaier@health.usf.edu

BBC News - Mobile phone radiation 'protects' against Alzheimer's

Mobile phone radiation 'protects' against Alzheimer's

After all the concern over possible damage to health from using mobile phones, scientists have found a potential benefit from radiation.

Their work has been carried out on mice, but it suggests mobiles might protect against Alzheimer's.

Florida scientists found that phone radiation actually protected the memories of mice programmed to get Alzheimer's disease.



Mice were exposed to signals from a centrally-located antenna

BBC NEWS | Health | Mobile phones 'may trigger Alzheimer's'

BBC NEWS SPORT WEATHER WORLD SERVICE A-Z INDEX SEARCH

BBC NEWS WORLD EDITION

You are in: **Health**
News Front Page Wednesday, 5 February, 2003, 12:35 GMT

Mobile phones 'may trigger Alzheimer's'

15

8

I cellulari? Evitano l'Alzheimer

In Francia nasce il "Sarkophone", telefonino anti-intercettazioni

ROMA Mentre sono in aumento i "telefonino-dipendenti" in tutto il mondo, resta ancora acceso il dibattito sugli effetti del cellulare sulla salute dell'uomo, con gli scienziati che si dividono tra "innocentisti" e "colpevolisti". Ed oggi un nuovo studio, in controtendenza, arriva a rinfocolare il confronto: usare il cellulare non solo non fa male, ma addirittura l'esposizione prolungata alle onde elettromagnetiche del telefonino potenzierebbe la memoria e proteggerebbe dal morbo di Alzheimer, migliorando appunto la memoria divorata da questa malattia. La ricerca, condotta su roditori, è di Gary Arendash della University of South Florida ed è stata pubblicata sul Journal of Alzheimer's Disease.

Gli esperti hanno esposto, per due ore al giorno per 7-9 mesi, un gruppo di topolini a onde elettromagnetiche ad alta frequenza identiche a quelle emesse dai cellulari mentre li usiamo. Parte dei topolini erano destinati ad ammalarsi di demenza senile, parte erano già malati, altri erano sani. Le onde del telefonino hanno impedito che i topolini predisposti all'Alzheimer si ammalassero, hanno migliorato la memoria di quelli già malati e hanno potenziato la memoria di quelli normali.

È stato infine già ribattezzato «Sarkophone», un chiaro riferimento al presidente francese Nicolas Sarkozy, il telefono cellulare a prova di inter-

cettazioni, pensato per vip e potenti. Prodotto dal gruppo Thales, questo nuovo congegno permette di chiamare e ricevere telefonate in modo rigorosamente criptato. «Arriverà l'anno prossimo. Ed è bello», ha esclamato lo stesso Sarkozy, citato dal quotidiano francese "Le Parisien", durante una visita agli stabilimenti della Thales, multinazionale globale di elettronica specializzata nei settori dell'aerospazio, della difesa e dell'information technology. Alla presentazione del Teorem, questo il nome del nuovo cellulare, non erano ammesse telecamere e giornalisti. Per il momento, i segreti tecnologici del nuovo "Sarkophone" sono gelosamente custoditi.

IL MESSAGGERO

SALUTE

8.1.10

Cellulari, studio Usa: «Aiutano la memoria e difendono anche dall'Alzheimer»

ROMA - Per anni sono stati ingiustamente accusati di far male alla salute e ora, dopo aver definitivamente smentito la loro presunta pericolosità, uno studio della University of South Florida avrebbe dimostrato



Cellulari, effetti e dubbi

che i cellulari proteggono e rinforzano il cervello. Secondo quanto riportato dal Journal of Alzheimer Disease, le onde elettromagnetiche emesse dai telefonini possono far regredire sia l'Alzheimer che potenziare la memoria nei soggetti sani.

Per arrivare a queste conclusioni i ricercatori hanno esposto 96 topi, molti dei quali geneticamente modificati per sviluppare l'Alzheimer, alle onde emesse dai cellulari. Le cavie sono state irradiate per un'ora due volte al giorno con frequenze di 918-me-

gaHerz complessivamente per 7/9 mesi. In pratica, i ricercatori ne hanno utilizzato una quantità pari a quella a cui gli esseri umani sono sottoposti dopo decenni di utilizzo del cellulare. Ebbene, i risultati sono stati sorprendenti: nei topi più anziani affetti da Alzheimer l'esposizione a lungo termine ha fatto sparire i depositi nel cervello di betaamiloide, la proteina killer dei neuroni, e ha fatto anche scomparire i sintomi della demenza, facendo regredire la malattia. Non solo. I ricercatori hanno dimostrato che la memoria dei topi adulti sani, sottoposti allo stesso trattamento, è stata potenziata grazie alle stesse onde. Gli scienziati però invitano alla prudenza. «Servirà del tempo per determinare l'esatto meccanismo coinvolto in questi effetti benefici sulla memoria», precisa Gary Arendash che ha coordinato lo studio. «Ma una cosa è chiara: i benefici cognitivi a lungo termine dell'esposizione alle onde elettromagnetiche sono reali», conclude lo scienziato.

Il sensazionalismo uccide la scienza

Sabato 09.01.2010

LA STAMPA

Dopo gli allarmi per il cancro, una ricerca rivela che le onde dei telefonini formerebbero una barriera contro l'insorgere dell'Alzheimer. Uno dei molti segnali contraddittori che arrivano dalle più autorevoli riviste internazionali. Ma quanto possiamo fidarci?

il caso

EUGENIA TOGNOTTI

Le verità contraddittorie dei laboratori

Il «contrordine» è di quelli che lasciano il segno e fanno riflettere su ciò che filtra dal ricchissimo flusso informativo del mondo della scienza e sul modo di comunicare le notizie di conquiste e scoperte - talora in netto contrasto - e le ipotesi non confermate dei ricercatori, capaci di confondere l'opinione pubblica. L'ultima, in ordine di tempo, riguarda un simbolo della modernità di cui non possiamo più fare a meno: i cellulari.

Gravati dal sospetto di causare tumori al cervello - rinvigorito, di quando in quando, da nuovi studi - i nostri amati telefonini potrebbero essere riabilitati. Stando ai clamorosi risultati di uno studio appena pubblicato sulla rivista «Journal of Alzheimer's Disease», proteggerebbero nientemeno che dall'Alzheimer, la tremenda malattia che ruba i ricordi e imprigiona i malati in una solitaria e dolorosa smemoratezza. Non solo. Sarebbero anche capaci di far regredire i segni tipici del morbo nel tessuto cerebrale, cioè le placche amiloidi.

Insonnia, gli effetti dell'esposizione dei topi alle onde elettromagnetiche - corrispondenti negli esseri umani a un cellulare incollato all'orecchio per diverse ore al giorno e per molti anni - sarebbero stati positivi. Almeno per l'Alzheimer. Naturalmente, per i non addetti ai lavori, avidi di notizie sui progressi

nella conoscenza delle grandi malattie del nostro tempo, restano accese le innumerevoli spie rosse sui presunti danni alla salute prodotti da cellulari e computer. Il campionario dei campanelli d'allarme comprende: le emissioni di radiazioni, la riduzione della fertilità per gli uomini che hanno l'abitudine di portare il telefonino in tasca o attaccato alla cintura dei pantaloni e, ancora, la possibilità che l'uso troppo frequente danneggi i delicati meccanismi che nel cervello presidono all'apprendimento, alla memoria e al movimento. E, inoltre, i gravi rischi alla salute dovuti alle alterazioni delle funzioni di rigenerazione del sangue e il pericolo di tumori benigni all'orecchio per chi fa uso del telefonino da più di 10 anni. Per quanto riguarda il computer, poi, uno dei rischi più recenti - riferiti dallo studio di un gruppo di ricercatori giapponesi - è legato all'uso prolungato (8-9 ore) da parte dei miopi: aumenta in maniera esponenziale il rischio di glaucoma, una malattia degli occhi che spesso provoca la cecità.

Adesso il meno che si può osservare dello studio pubblicato dal «Journal of Alzheimer's Disease» - e di tanti altri - è che i risultati devono essere replicati e che, per dirla banalmente, occorre passare dai topi agli uomini. Senza parlare dello scarso numero delle cavie - divise in sottogruppi - utilizzate per l'esperimento, fatto che, naturalmente, aumenta il rischio che alcuni dei risultati osservati siano frutto del caso. Una realtà che rimanda ad una serie di questioni come la «fretta» di alcuni gruppi di ricerca di comunicare i risultati, spinta da motiva-

zioni diverse (scientifiche, accademiche, finanziarie) e, dall'altra parte, l'interesse nei media di gettarsi sulla «notizia».

Una propensione pericolosa, soprattutto quando riguarda anticipazioni su studi epidemiologici delicati e preliminari, capaci di produrre - se comunicate in maniera inappropriata - un forte impatto sull'opinione pubblica e di influenzare negativamente chi ha la responsabilità delle decisioni politiche, come è accaduto nel caso della vicenda sui presunti casi di leucemia legati alle emissioni della Radio Vaticana.

Molte indagini condotte sulle radiofrequenze - così come altre, in diversi ambiti, riguardanti le ipotesi di un «boom» di tumori - si sono basate troppo spesso su studi segnati da forti limiti: carenza di dati d'esposizione e «informazioni confondenti», oltre a un numero troppo limitato di casi analizzati, descritto in uno studio americano famoso come «legge dei piccoli numeri». I numeri, troppo spesso, sono ritenuti altamente rappresentativi delle popolazione e da qui nascono gli effetti distorsivi in chi li legge, spiegabili, spesso, con le scarse conoscenze di molti sulla statistica.

L'«emozionalismo» - nella vita pubblica, dalla politica alla cultura - sta diventando (si sa) la cifra della nostra epoca. Ma dovrebbe essere bandito dalla trasmissione alla pubblica opinione dei percorsi e dei traguardi del sapere scientifico, oltre che delle sue conquiste e delle sue scoperte. Tante frontiere diverse, in cui sono un elemento integrante anche le incertezze, i dubbi e le domande, tutte caratteristiche proprie dell'avventura scientifica.