

Mario Mattia, Consulente

Presidente EuroAcustici

a) il meccanismo della percezione delle immissioni considerate non tollerabili e fisiopatologiche

Come funzioni il nostro orecchio è oggi abbastanza noto anche ai non specialisti: rivediamo una schematica e semplificata descrizione.

Il padiglione esterno aiuta a portare il suono nel “meato uditivo”, l’onda di pressione sonora sollecita la “membrana timpanica”.

Le oscillazioni della membrana timpanica vengono “adattate in impedenza ed amplificate attraverso la “catena degli ossicini”, “martello, incudine e staffa”, dell’orecchio “medio”.

La staffa trasmette le sue oscillazioni “meccaniche” alla “finestra ovale” della “coclea” posta nell’orecchio “interno”; la coclea contiene dei liquidi che, stimolati dai movimenti della staffa, trasmettono delle “onde” che mettono in eccitazione l’organo del “Corti” che si sviluppa tra la membrana “basilare” e la membrana “tectoria”; le stimolazioni bioelettriche partono dalle “cellule ciliate”; i due differenti liquidi contenuti nella coclea, “endolinfa” e “perilinfia”, hanno una funzione essenziale per l’udito e nei processi di “meccanica cocleare”.

Le cellule ciliate “interne” ed “esterne” codificano le eccitazioni meccaniche indotte dal movimento dei liquidi cocleari e le trasmettono, attraverso le “sinapsi” al “nervo acustico” sotto forma di “impulsi elettrochimici”.

Tali impulsi attraversano varie zone del cervello dove subiscono ulteriori “elaborazioni” prima di arrivare alle zone “uditive” della “corteccia cerebrale”.

L’elaborazione principale si sviluppa nel centro del cervello, in una zona detta “limbo”, dove avviene l’analisi e la selezione ed il filtraggio delle informazioni. Questa funzione risulta legata alle memorie: tutti i sensi trasmettono informazioni provenienti dall’ambiente che ci circonda; alle numerose percezioni che accumuliamo durante la vita (l’udito entra in funzione alcuni mesi prima del concepimento) associamo sia caratteri informativi che emotivi.

Una informazione od un evento nuovo, veloce o di alto livello, scatena immediatamente (prima ancora di raggiungere il livello corticale della percezione cosciente) una reazione neurovegetativa idonea alla difesa, prevenzione e tutela della propria salute.

In pratica il “sistema limbico” che regola i ritmi fisiologici (“omeostasi dinamica”) e la produzione degli ormoni, in caso di “allarme” introduce nel sistema cardiovascolare adrenalina con brusco aumento dei battiti del cuore e della respirazione.

Il sistema uditivo è in stretta correlazione con le aree del nostro cervello che controllano gli aspetti emotivi della nostra vita di relazione (sistema limbico) e con quelle che determinano le risposte automatiche del nostro organismo di fronte al pericolo, ovvero la cosiddetta "reazione d'allarme" (sistema autonomo o neurovegetativo).

Oggi la ricerca scientifica in medicina dimostra che l’uomo, quando l’agente di rischio ha valori o dosi minime e tali da non generare una correlata patologia, è parte di un sistema aperto dove il rapporto fra agente inquinante, fisiologia e patologia non è lineare e non è sempre facilmente prevedibile.

- constatiamo dissipazione di energia (entropia) ed auto organizzazione biofisica con scambio qualitativo tra
 - le funzioni fisiologiche,
 - il comportamento
 - le informazioni cibernetiche biofisiche.

I bioritmi sono come degli elettro-stimolatori cerebrali con oscillatori endogeni: aree cerebrali preposte alla coordinazione ed al controllo della cadenza ritmica delle funzioni biologiche.

Sappiamo che un rumore può avere effetti extra uditivi agendo e modificando i bioritmi:

- Interferenza con le fasi del sonno: in particolare con la fase REM (sonno desincronizzato)

A questo seguono effetti fisiologici complessi:

- OLTRE AL DISTURBO o “ANNOYANCE”, SI RISCONTRANO INTERAZIONI CON:
 - 1 SISTEMA ENDOCRINO
 - 2 “ NERVOSO CENTRALE
 - 3 PSICHE E COMPORTAMENTO
 - 4 APPARATO CARDIOVASCOLARE
 - 5 “ GASTROINTESTINALE
 - 6 “ RESPIRATORIO
 - 7 “ RIPRODUTTIVO,
 - 8 ...

Memoria auditiva

- Già nel grembo materno l'orecchio trasmette vibrazioni e suoni al sistema limbico ed al cervello
- Viene creato un archivio o "banca dati" di immagine sonore (come quelle visive, olfattive e tattili)
- Vengono "registrati" i segnali che stimolano sensazioni negative o di pericolo

Effetti sul sonno:

Durante le fasi del sonno l'apparato uditivo è sempre attivo (sopravvivenza, difesa)

I suoni percepiti vengono:

- Confrontati ai suoni archiviati nella "banca dati": caratteristiche fisiche, ritmo, ecc.
- Analizzati nel tempo: > di 20 dB di variazione in < di 1 s = reazione di difesa.

Elaborazione limbica:

Si ritiene che alcune strutture nervose afferenti alla zona centrale del sistema limbico portino alla prima analisi e decodifica dei suoni con la separazione del contenuto semantico ed informativo (all'emisfero SN dominante per un soggetto destrorso) dalle "sensazioni" (all'emisfero DX) sulla base del ritmo o del contenuto armonico. In quest'area si sviluppano le memorie.

- Nuove "immagini sonore" vengono acquisite nella memoria a lungo termine e possono provocare reazioni di difesa (sveglia, scarica di adrenalina, ecc) fino all'assuefazione (se il segnale viene classificato NON pericoloso)
- Qualsiasi suono con un livello di pressione superiore a 45-50 dBA (limite raccomandato dall'OMS Organizzazione Mondiale della Sanità) od un "gradiente" maggiore di 20 dB (cioè un rapido incremento del rumore), anche se non portano al risveglio, influiscono sulla qualità del sonno
- Un segnale sonoro "nuovo", o associato con una esperienza negativa, viene considerato dal nostro sistema nervoso come "significativo" ed evoca una risposta "emotiva" (intesa in termini neurofisiologici e non psicologici) che predispone alla reazione d'allarme mediata dal sistema neurovegetativo.

Il concetto fondamentale che emerge dal modello neurofisiologico è che l'intero meccanismo che è alla base del fastidio acustico avviene non a livello dell'apparato uditivo, ma in aree non-uditive del sistema nervoso centrale e più in particolare in quella parte del cervello nota come

sistema limbico, (implicato nei processi emotivi), e nel sistema nervoso autonomo o "neurovegetativo", deputato al controllo di tutte le funzioni corporee (ad es.: la frequenza cardiaca, la pressione arteriosa, la respirazione, la digestione ecc) ed al meccanismo neurologico della cosiddetta "reazione d'allarme".

- Qualsiasi segnale "nuovo" per il sistema nervoso stesso viene privilegiato ed amplificato (in senso bioelettrico) dai centri sottocorticali fino a giungere a livello della corteccia cerebrale dove tale segnale bioelettrico viene interpretato come "suono" e quindi valutato e confrontato con le precedenti esperienze sensoriali immagazzinate nel nostro cervello grazie alla "plasticità" neuronale.

In alcune situazioni, legate alla particolare labilità ansioso-emotiva (sistema limbico) del soggetto, o alla coincidenza temporale con uno specifico evento negativo, o quando alla base della disfunzione bioelettrica vi è un danno a livello cocleare (come ad esempio in caso di ipoacusia neurosensoriale associata) può scatenarsi un grave stato di STRESS con danni extrauditivi.

La percezione

L'uomo ha, come molti altri esseri evoluti, un innato senso del proprio territorio al quale è legato il concetto giuridico di proprietà.

Nel proprio territorio non sono accettate intromissioni: tali ingerenze sono considerate come vere e proprie aggressioni; per questa ragione la proprietà, già nel diritto romano, è considerata "inviolabile" e tutelata dallo stesso diritto costitutivo.

La casa, la propria abitazione, il proprio territorio, fa parte dell'ambiente privato e riservato dell'individuo: qualunque ingerenza non voluta e percepita in tale spazio viene normalmente considerato "non tollerabile" e provoca una reazione di "disturbo".

L'immissione nel proprio "fondo" non è facilmente definibile in termini classici della tutela del territorio dove i parametri o gli indici utilizzati sono legati a valutazioni statistiche epidemiologiche su grandi fette di popolazione a fini amministrativi di gestione del territorio od ai criteri della medicina del lavoro o ad effetti patologici diretti oggettivabili, rappresentati, di solito, dal "principio dell'equal energia" o dosimetrico: il raddoppio del livello immeso per un dimezzamento del tempo di esposizione ha lo stesso effetto dosimetrico sull'uomo.

Nella valutazione del disturbo tale principio non è assolutamente applicabile.

Per il rumore sappiamo tutti che un incremento di 10 decibel provoca la percezione del raddoppio del livello sonoro; è altresì noto che un incremento di livello di tre decibel corrisponde al raddoppio della “potenza” sonora “watt” e che viene chiaramente percepito come “immissione”.

Il diritto parla di “immissione” come fenomeno che modifica lo stato di godimento della proprietà (fondo) o le condizioni di riposo dell’individuo.

Il limite di tollerabilità deve pertanto essere vincolato al livello di percezione individuale dell’agente inquinante che viola il proprio spazio vitale, siano essi rumori o vibrazioni, fumi od odori, calore o radiazioni.

Il criterio per una parametrizzazione del disturbo e quindi della valutazione del superamento della “normale tollerabilità” deve essere valutato con un criterio basato sulla valutazione delle immissioni percepibili e non necessariamente su valutazioni energetiche.

Ovviamente il magistrato come il consulente tecnico dovrà riferirsi a criteri metrologici o statistici di valutazione: per il rumore un incremento di 3 decibel del rumore di fondo statistico è chiaramente rilevabile e ben percepito dal soggetto esposto; tale incremento non è solo nel valore globale basato sulla curva di ponderazione dell’udibile (curva A) ma anche nelle singole componenti spettrali; la nostra esperienza documenta casi dove il differenziale fra il livello sonoro immesso globale in dB(A) ed il rumore di fondo è ZERO, ma tuttavia, quasi paradossalmente, il soggetto esposto si lamenta perché percepisce un disturbo!

Come abbiamo visto l’apparato uditivo analizza il suono e lo scompone nelle sue componenti; questo processo ci permette di distinguere una parola dall’altra, anche se hanno lo stesso livello di pressione sonora in dB(A).

Se analizziamo il “rumore” scopriamo che, a parità di dB(A), lo spettro del livello sonoro immesso è diverso da quello di fondo: è questa differenza che viene percepita come immissione disturbata non tollerabile.

La scelta metrologica di valutare il superamento della normale tollerabilità con la rilevazione di un incremento di 3 decibel sia nei valori globali in dB(A) che nelle singole componenti tonali in un terzo di ottava, come pure per vibrazioni e scuotimenti od altri fenomeni fisici, si giustifica con il criterio della percezione della presenza o meno del fenomeno immesso provenienti dall’esterno alla proprietà individuale, inteso come ambiente o territorio inviolabile.

Conclusioni

Dall'esame dei dati sia di letteratura che sperimentali SUL MECCANISMO FISILOGICO DELLA PERCEZIONE risulta che:

- I suoni e le luci ritmate hanno un'interazione con l'uomo superiore a quanto oggi previsto
- La musica, se gradita, provoca effetti positivi e terapeutici
- Un suono ritmato, se non gradito, provoca effetti negativi (si sono documentati casi di epilessia) e distress
- Un suono non gradito, anche se molto debole (goccia d'acqua, porta che cigola, suoni dal vicino, attività disturbante, ecc.) provoca una reazione d'allarme alla quale segue, col tempo, uno stato di stress che genera gravi disturbi fisio-patologici.

Inoltre

- il disturbo ("annoyance") NON è solo correlato da valutazioni dei livelli equivalenti su tempi lunghi del fenomeno disturbante come richiesto dalle norme "amministrative" (PERIODO DIURNO E NOTTURNO: 06-22 e 22-06) con il criterio "differenziale" fra il rumore "ambientale" e "residuo" oltre che da valori di soglia assoluti.
- il disturbo (l'"annoyance" inglese) è correlato al superamento della "normale tollerabilità" dall'analisi del livello di IMMISSIONE del solo evento disturbante, rilevato anche su tempi brevissimi, purché rappresentativi del fenomeno sotto studio, e confrontato con il rumore "di fondo", definito come L_{AF95}
- Il livello di "rumore di fondo" è un valore rappresentativo del livello presente per il 95 % del tempo (valore statistico) mentre il livello del "rumore residuo" è un valore rappresentativo della media energetica (livello equivalente = valore energetico) del livello medio di rumore in assenza della sola sorgente sonora in esame.
- In prima approssimazione, il livello di "rumore di fondo" corrisponde al valore minimo del livello "residuo" in assenza di fenomeni "non stazionari" (criterio comparativo).
- Se il rumore "non è stazionario" (batteria, pianoforte, rumori impulsivi, colpi, ecc.) il livello del rumore IMMESSO non può essere valutato con un criterio statistico L_{AF95} ma deve essere il valore massimo o continuo equivalente rappresentativo del solo fenomeno disturbante.

Ovviamente i rilievi delle "immissioni" e del "fondo" devono essere contestuali od in breve sequenza temporale.

Mario Mattia