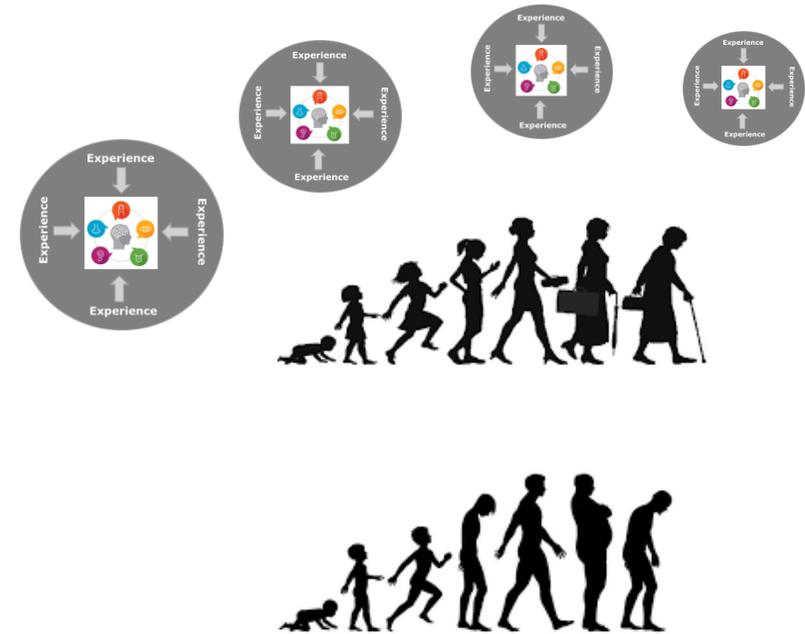
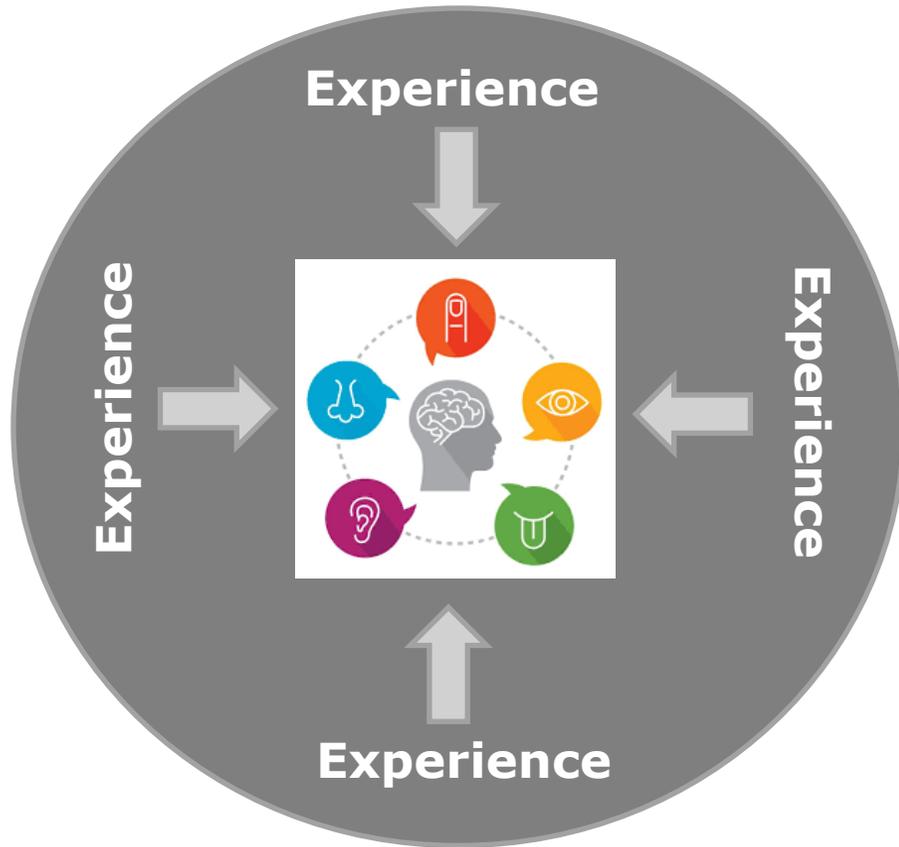


# Benessere, scene acustiche e neuroscienze

Davide Bottari, PhD

IMT School for Advanced Studies Lucca, Italy

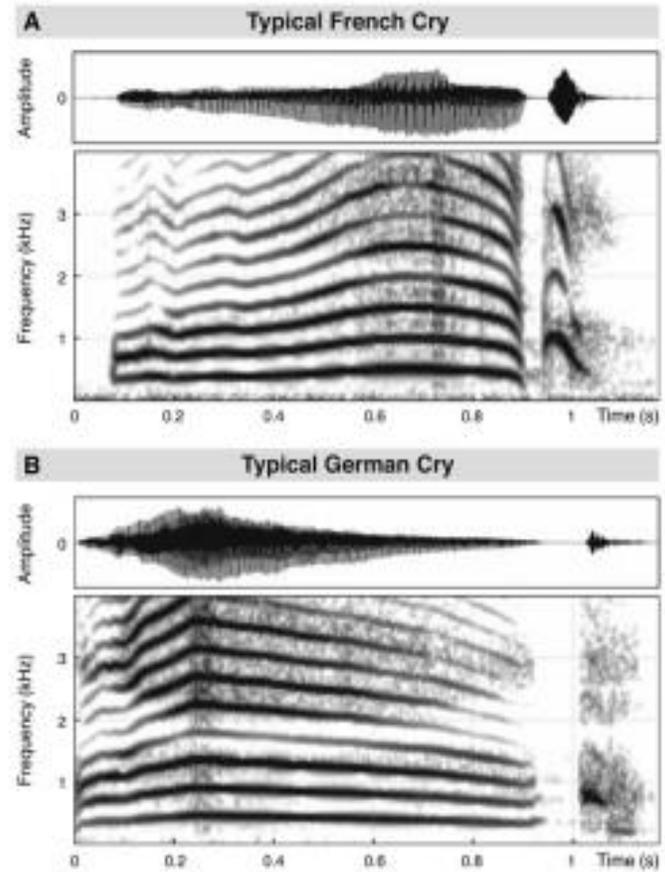
Studio come l'esperienza scolpisce il cervello attraverso l'interazione tra l'ambiente e i nostri sensi



Ricercatore in Neuroscienze Cognitive

Mi occupo di come si sviluppano e funzionano i nostri sensi e di come l'esperienza sensoriale determina cambiamenti nel funzionamento del nostro cervello

Tutta l'esperienza....



Mampe et al., 2009

# Background

## Proverbio

Ogni mattina in Africa, come sorge il sole, una gazzella si sveglia e sa che dovrà correre più del leone o verrà uccisa.

Ogni mattina in Africa, come sorge il sole, un leone si sveglia e sa che dovrà correre più della gazzella o morirà di fame.

Ogni mattina in Africa, come sorge il sole, non importa che tu sia leone o gazzella, l'importante è che cominci a correre



# Background

I nostri antenati

La preda (o il predatore):

- Emette sostanze chimiche nell'aria
- Riflette alcune delle radiazioni solari
- Muovendosi calpesta il suolo creando minuscole onde di pressione nell'aria

# Background

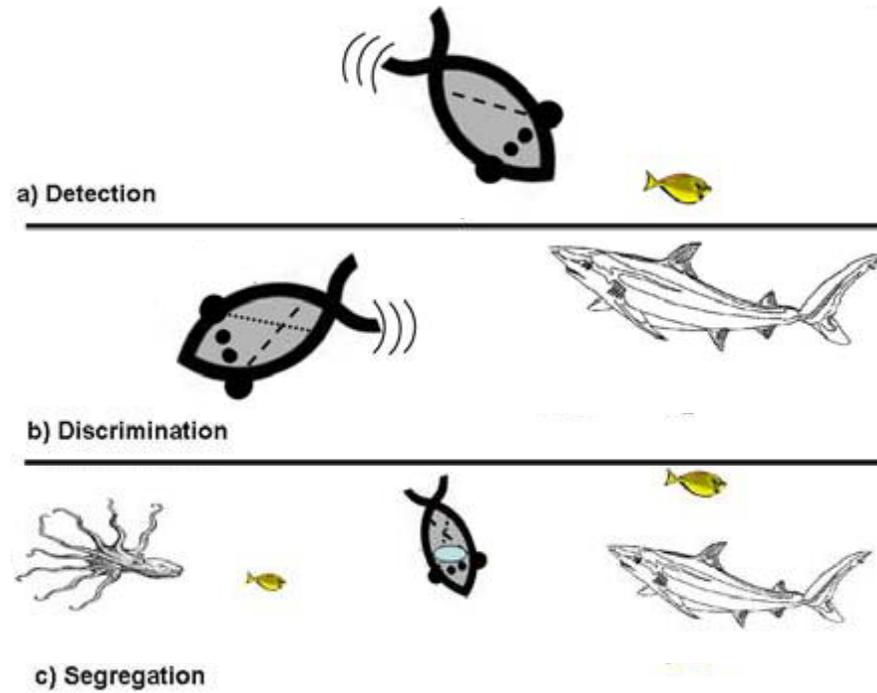
## Alle origini del suono

Un oggetto che si muove in un mezzo conduttivo (ad esempio aria o acqua) produce un'onda di pressione, questo ha il potenziale per essere informativo.

La capacità di percepire le onde sonore è un modo fondamentale per essere informati sull'ambiente.

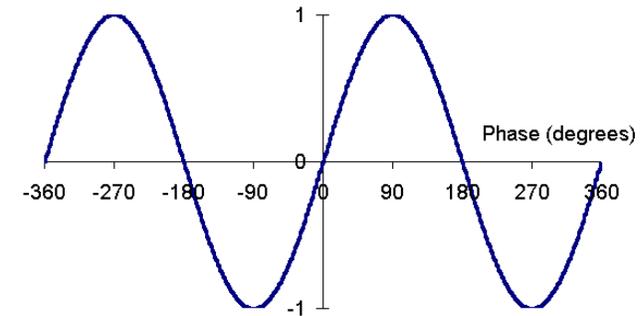
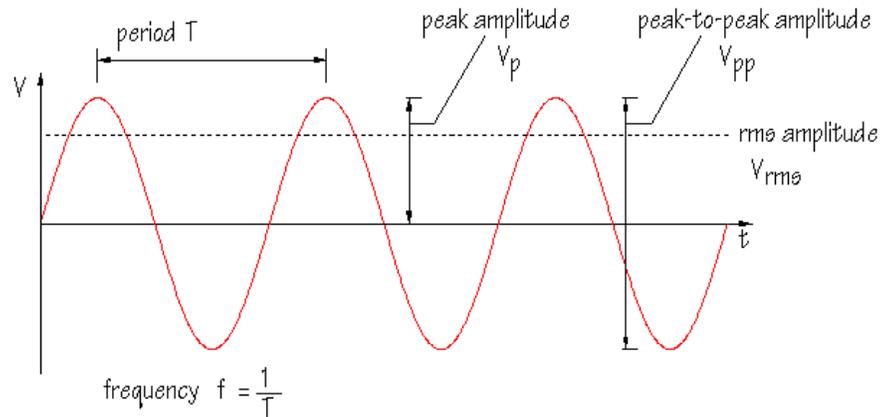
# Background

Alle origini del suono: Evoluzione del sistema uditivo

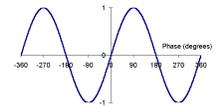


Yost, 2007

## Caratteristiche fisiche



- **Frequenza:** n° di cicli/sec (gamma umana delle frequenze udibili 20-20.000 Hz; migliore 1000-4000 Hz; notiamo una variazione tra 500 e 2000 Hz dello 0,2%!)
- **Ampiezza:** dal picco dell'onda al centro
- **Fase:** posizione angolare dell'onda nel suo ciclo. La pressione cambia in un ciclo Max press 90° Min 270°



# Il Suono

In realtà...

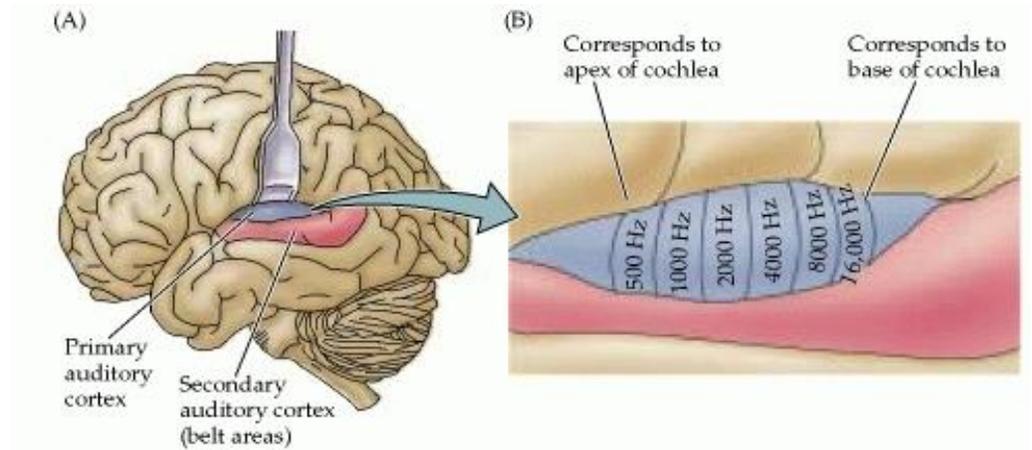
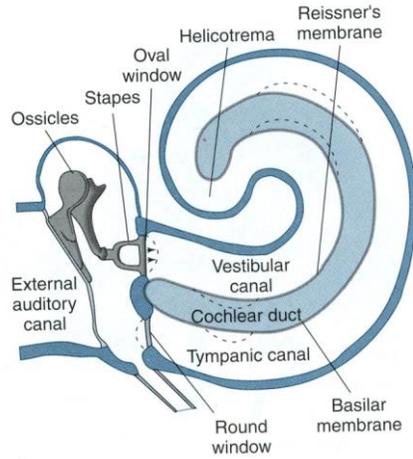
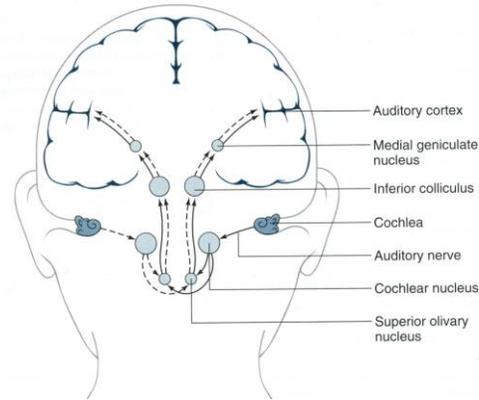
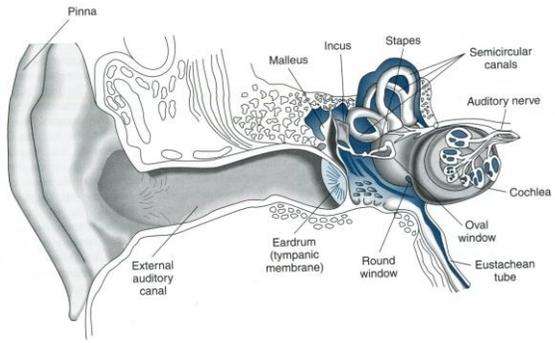
**Toni complessi** (non possono essere rappresentati come una semplice onda sinusoidale).



"On Green Dolphin Street"

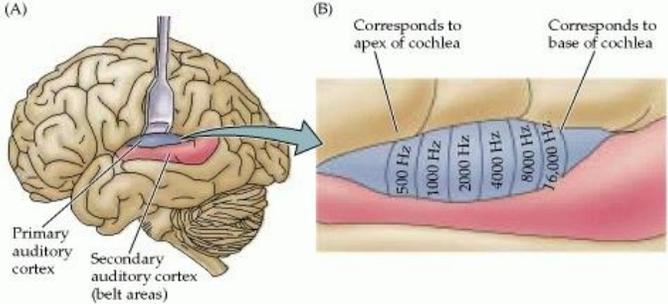
# Il Suono

## La via uditiva



# Il Suono

La via uditiva



# Il Suono

Le dimensioni percepite

- **Tono:** dipende dalla frequenza ma esiste solo nella testa dell'ascoltatore!
- **Timbro:** percezione di suoni complessi (analisi complessa delle frequenze, fondamentali e armoniche)
- **Intensità:** ampiezza del suono, spostamento della membrana basilare. Dipende anche dalla frequenza del suono!

# Il Suono

## Le dimensioni percepite

**Oggetto acustico:** il risultato computazionale della capacità del sistema uditivo di rilevare, estrarre, segregare e raggruppare le regolarità spettrali e temporali dell'input acustico in un'unità percettiva.

È un **costrutto** percettivo. Il suono (es. un sibilo) assegnato alla sorgente (la macchina del caffè).

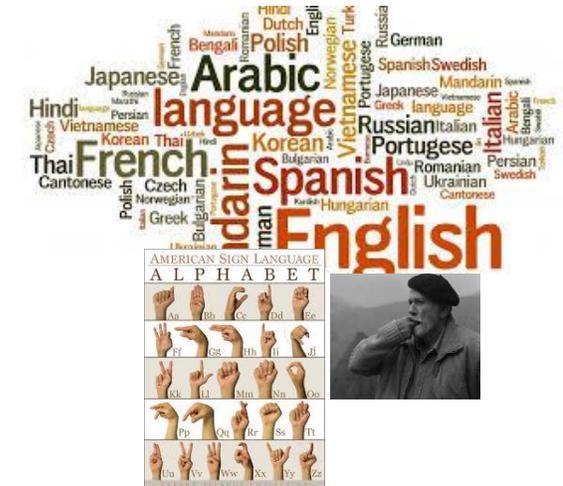
Le caratteristiche percettive sono componenti dell'oggetto uditivo piuttosto che del suono (il miagolio del gatto è molto diverso se ha fame o se qualcuno gli pesta la coda, ma è pur sempre un miagolio di gatto!).

# Il Suono

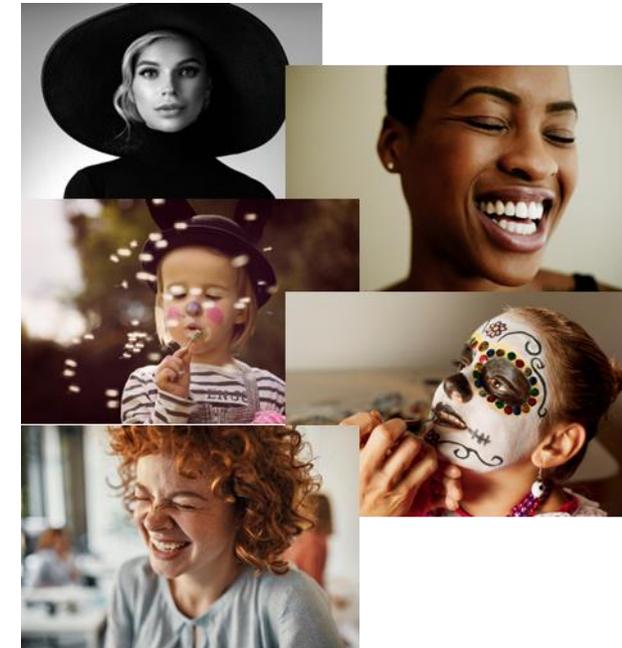
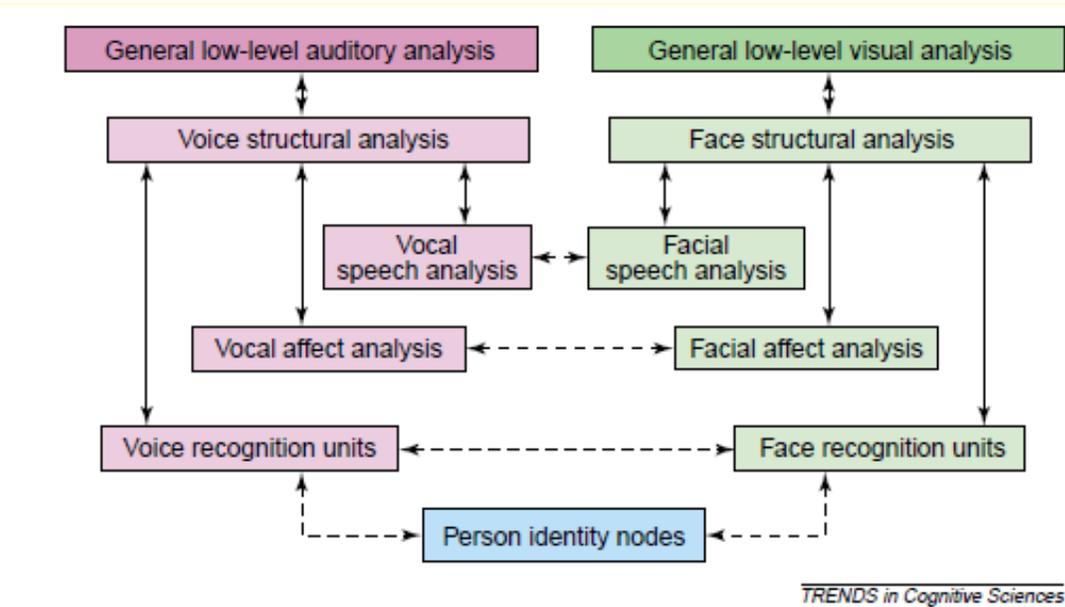
## Caratteristiche del suono

Oggetti acustici formano **Scene Acustiche**

Alcuni oggetti sono speciali... ad esempio le voci



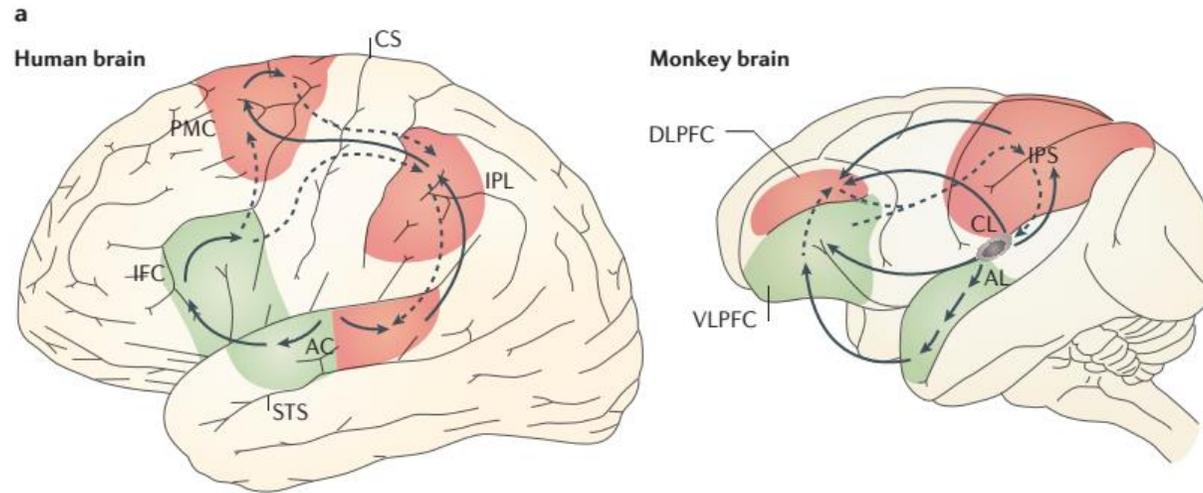
Parallelo tra elaborazione del volto e della voce



# Le vie acustiche nel cervello

Due vie per diverse computazioni

Cosa? Dove?



Bizley and Cohen 2013

# Ma che rumore!

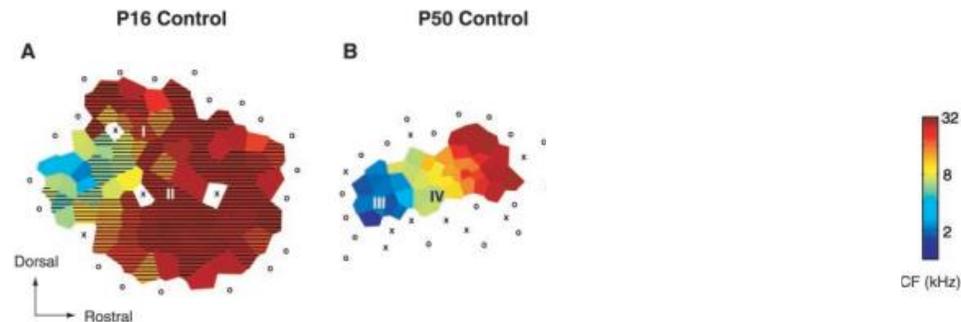


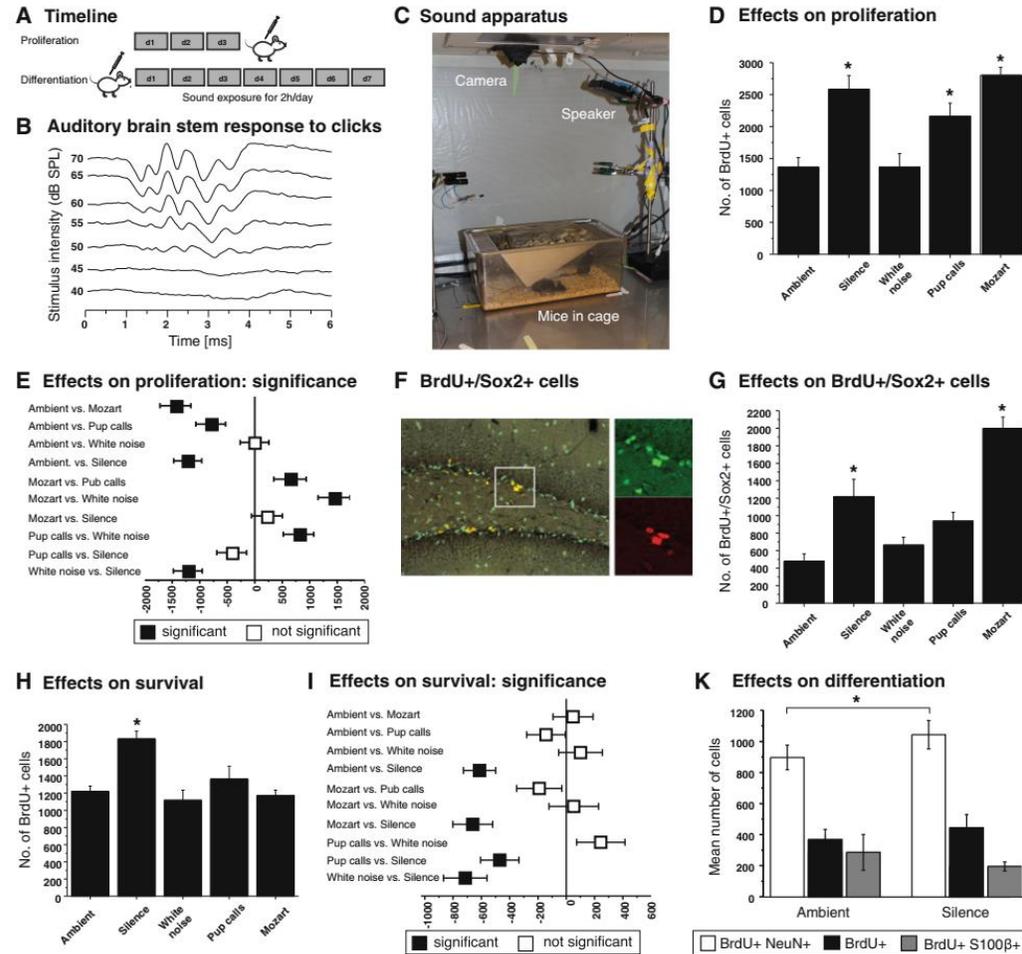
## Environmental Noise Retards Auditory Cortical Development

Edward F. Chang\* and Michael M. Merzenich

The mammalian auditory cortex normally undergoes rapid and progressive functional maturation. Here we show that rearing infant rat pups in continuous, moderate-level noise delayed the emergence of adultlike topographic representational order and the refinement of response selectivity in the primary auditory cortex (A1) long beyond normal developmental benchmarks. When those noise-reared adult rats were subsequently exposed to a pulsed pure-tone stimulus, A1 rapidly reorganized, demonstrating that exposure-driven plasticity characteristic of the critical period was still ongoing. These results demonstrate that A1 organization is shaped by a young animal's exposure to salient, structured acoustic inputs—and implicate noise as a risk factor for abnormal child development.

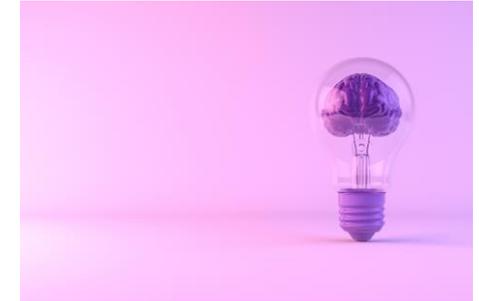
Il tipo di ambiente cambia lo sviluppo corticale del cervello





# Rumore...quanto mi costi?

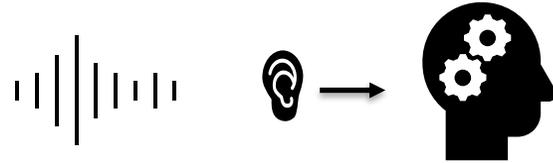
Accuratezza



Velocità

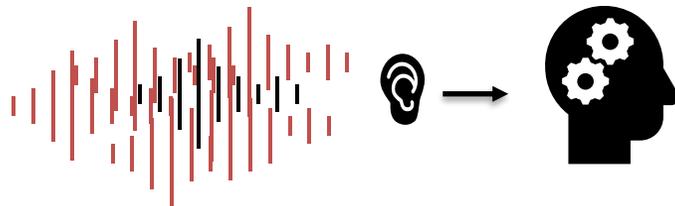


# Ascolto in rumore



L'ascolto implica processi attivi e predittivi

## speech-in-noise identification (SNI)



In caso di rumore ambientale, la capacità di ascoltare quello che ci interessa dipende dal tipo di rumore e implica meccanismi attivi di filtraggio con un costo cognitivo (risorse/affaticamento)

# Comunicazione e tipo di rumore



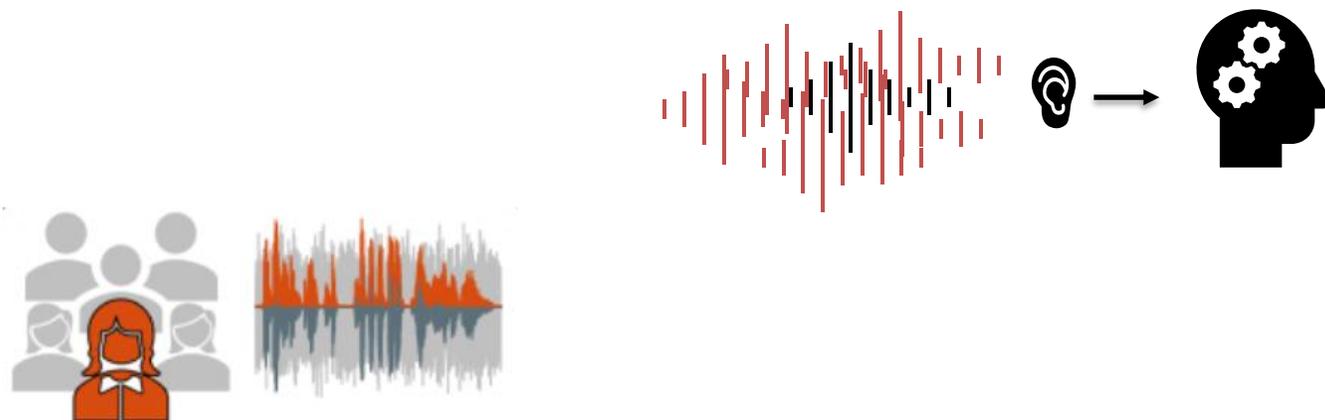
Ci sono due effetti principali legati all'**ascolto del linguaggio in rumore**:

- **Mascheramento energetico**

quando ascoltiamo una persona che parla e sono presenti suoni ambientali



- **Mascheramento informativo** quando ascoltiamo una persona che parla e altre persone parlano nello stesso ambiente. Questo è il rumore **più interferente**: informazione simile nel segnale e nel rumore; infatti se il rumore è in una lingua che non si conosce il suo effetto è limitato. Il mascheramento non è solo dB



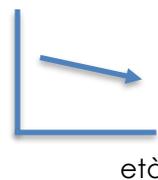
# Mascheramento ed età, dimensione oggettiva (performance)



Dopo i 40 anni di età, questi effetti di mascheramento dato dal rumore peggiorano. Il mascheramento informativo (rumore di fondo dato da altre persone che parlano) diventa particolarmente ostico.

- **Mascheramento energetico**  
(quando ascoltiamo una persona che parla e sono presenti suoni ambientali)
- **Mascheramento informativo**  
(il suono ambientale fa interferenza) anche con soglia nella norma

performance



età

performance



età



# Mascheramento ed età, carico cognitivo



Inoltre, è stato osservato come l'ascolto nel rumore determini un carico per il sistema cognitivo e come questo diventi **affaticante** soprattutto con l'avanzare dell'età.

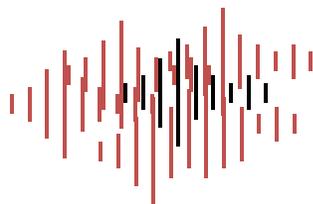
- **Mascheramento energetico**

(quando ascoltiamo una persona che parla e sono presenti suoni ambientali)



- **Mascheramento informativo**

(il suono ambientale fa interferenza) anche con soglia nella norma



Carico cognitivo



## Carico cognitivo

aumenta con l'aumentare della difficoltà (es. contesti molto interferenti). Con l'età il carico tende a diventare sempre più rilevante (es. Zekveld et al., 2011).

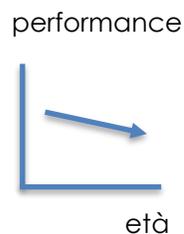
# Mascheramento ed età, dimensione soggettiva



I meccanismi sottostanti all'ascolto in rumore non sono solo percettivi, ma interagiscono con la metacognizione. Infatti, la percezione soggettiva di questa abilità tende con l'età ad essere peggiore rispetto all'abilità vera e propria.

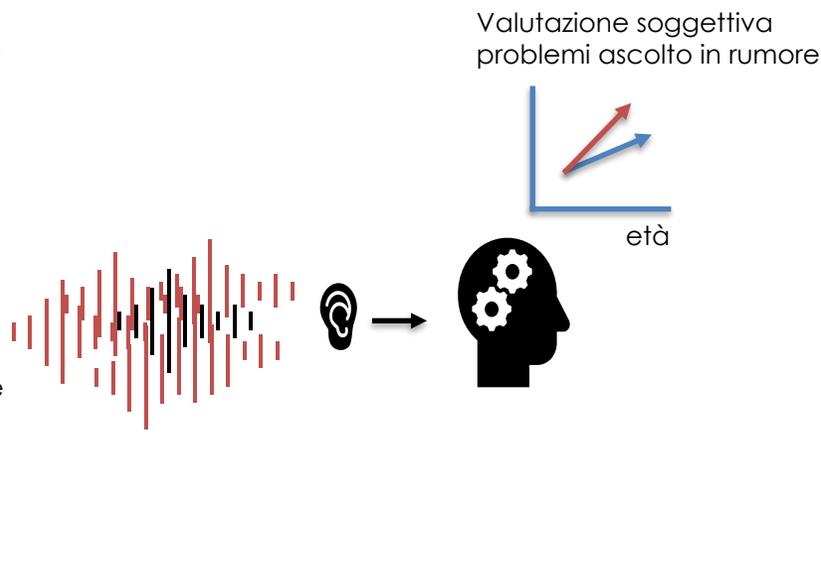
- **Mascheramento energetico**

(quando ascoltiamo una persona che parla e sono presenti suoni ambientali)



- **Mascheramento informativo**

(il suono ambientale fa interferenza) anche con soglia nella norma

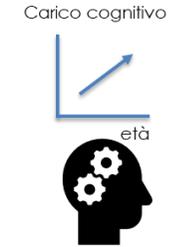


**Valutazione soggettiva della difficoltà di ascolto nel rumore** peggiora con l'età (linea rossa) al netto di una performance non così severa (linea blu).



**Tipo rumore:**  
Mascheramento  
Energetico (dB)

**Impatto su  
carico cognitivo**



**Tipo rumore:**  
Mascheramento  
informativo  
(interferente)

**Speech-in-Noise  
Identification  
(SNI)**

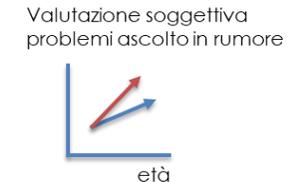
**Ascolto in  
contesti  
rumorosi**

**Interazione con  
età**

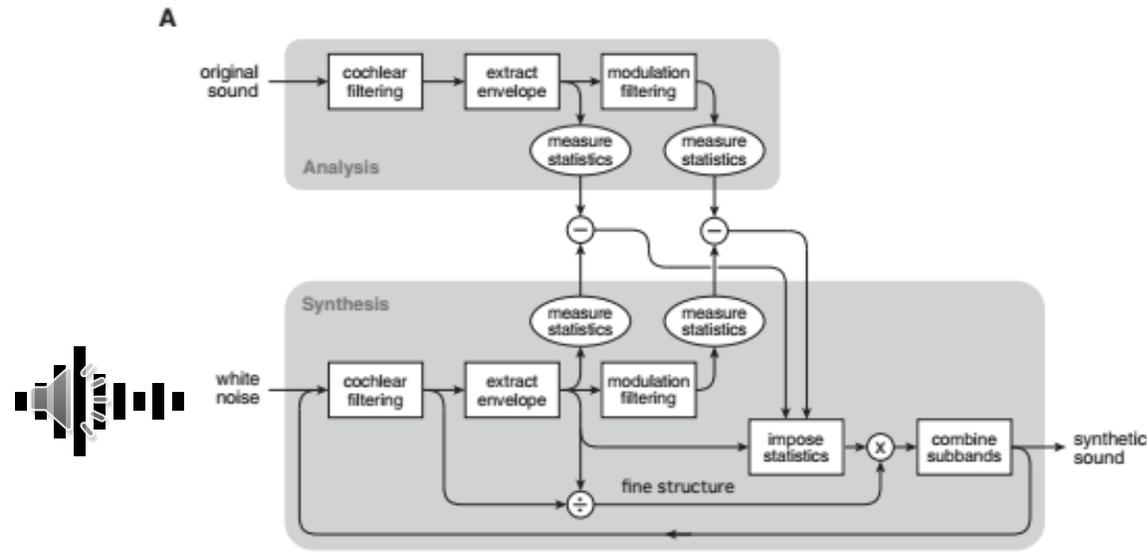


**Impatto su  
performance  
(comprensione)**

**Metacognizione  
(valutazione  
soggettiva)**



# Come studiamo oggi il lavoro del cervello acustico?



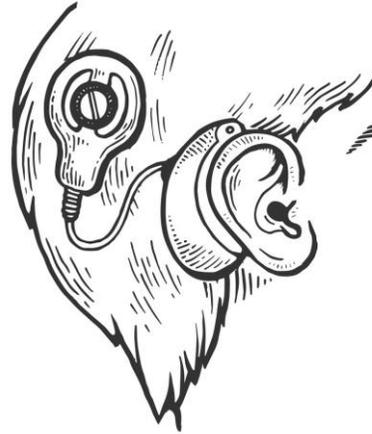
Original



Synthetic



# Come studiamo oggi il lavoro del cervello acustico?



Impianto Cocleare

