

# Neurociencia cognitiva

2do cuatrimestre 2024

**Clase 4:** Percepción auditiva

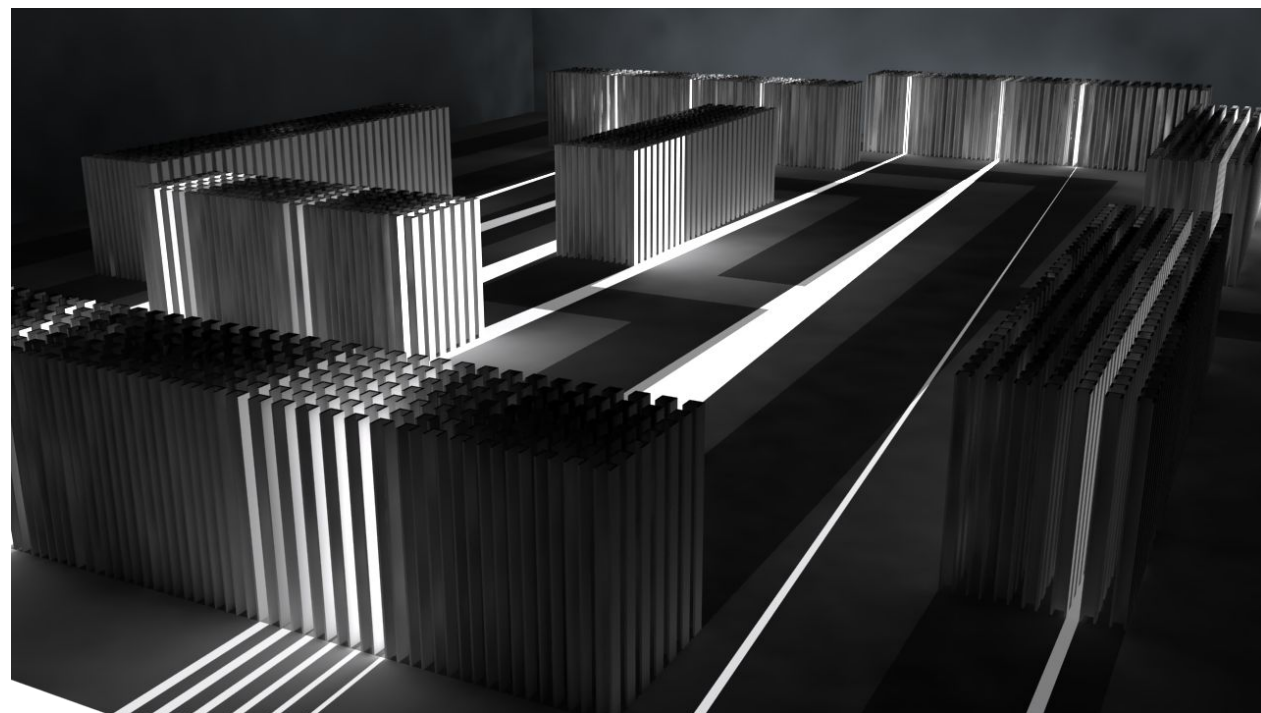
<http://materias.df.uba.ar/nca2024c2/>

Luz Bavassi

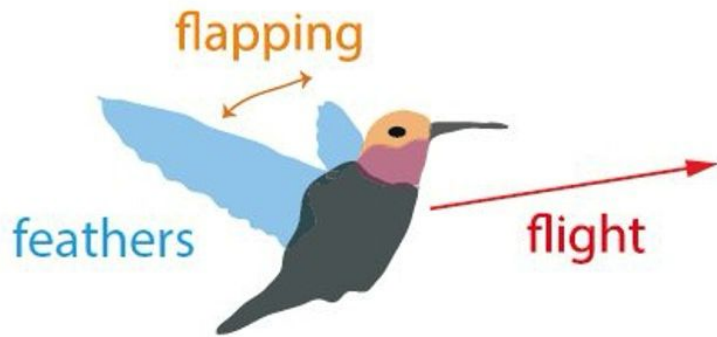
[luzbavassi@gmail.com](mailto:luzbavassi@gmail.com)

Enzo Tagliazucchi

[tagliazucchi.enzo@gmail.com](mailto:tagliazucchi.enzo@gmail.com)



	LEVELS	
<b>Computation</b>	1	why (problem)
<b>Algorithm</b>	2	what (rules)
<b>Implementation</b>	3	how (physical)



¿Qué propiedades tiene la percepción auditiva?

¿Qué tipo de cálculos resulta en esas propiedades?

¿Cómo se implementan esos cálculos en el cerebro?

# Sistema computacional

¿Cómo extraemos información del entorno físico?

¿Qué propiedades del sonido se codifican?

# Sistema computacional

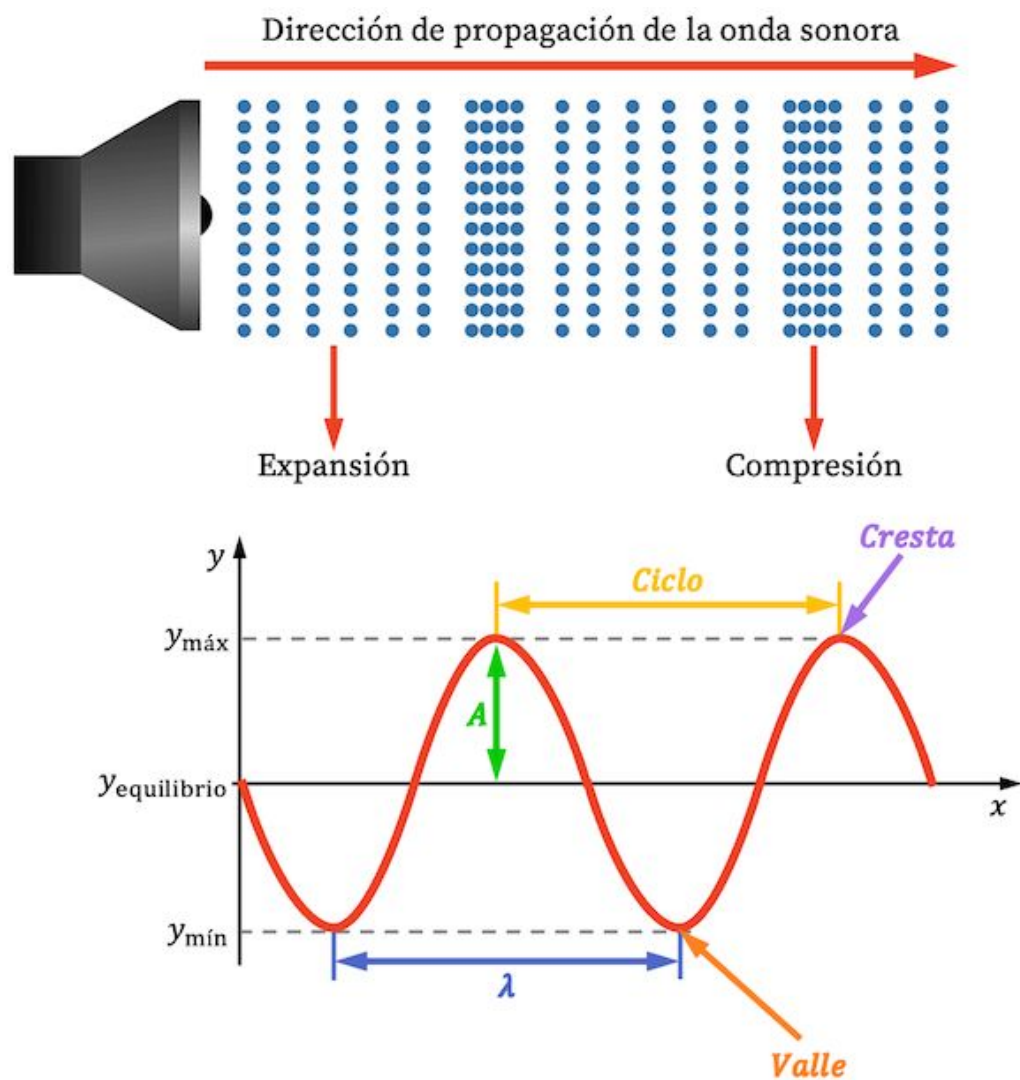
¿Cómo extraemos información del entorno físico?

¿Qué propiedades del sonido se codifican?

¿Para qué?

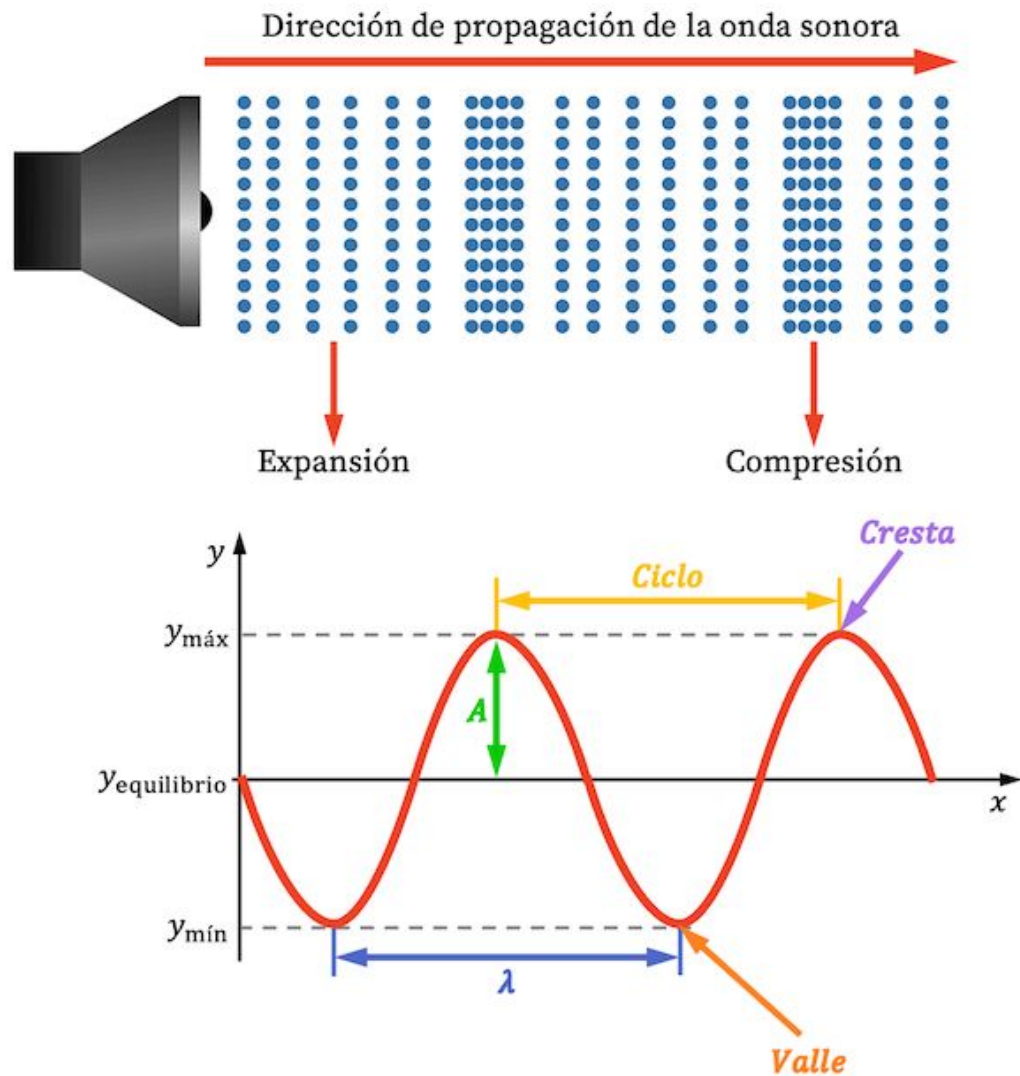
- identificar escenas
- localización de personas, eventos
- reconocimiento de contextos, habla, voces
- atención a 1 sola fuente (sobre entorno)
- disfrutar de la música
- reconocer materiales

# Propiedades del sonido

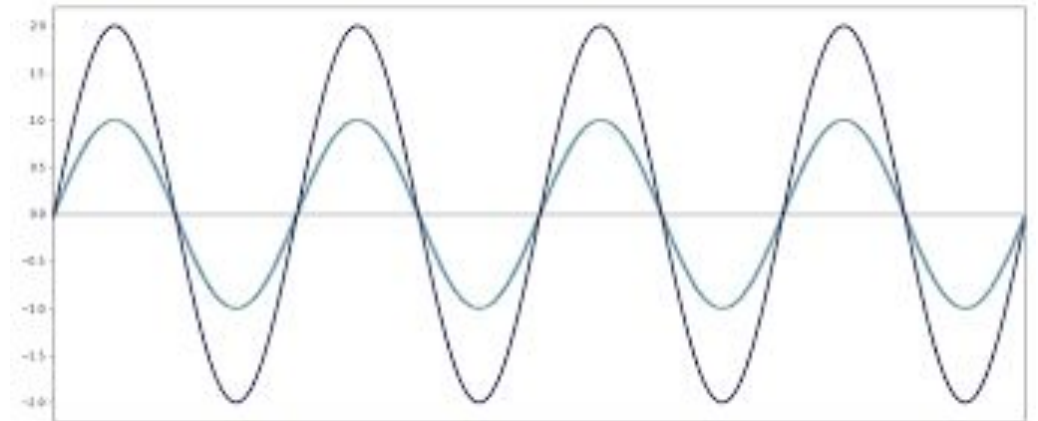


# Propiedades del sonido

# características

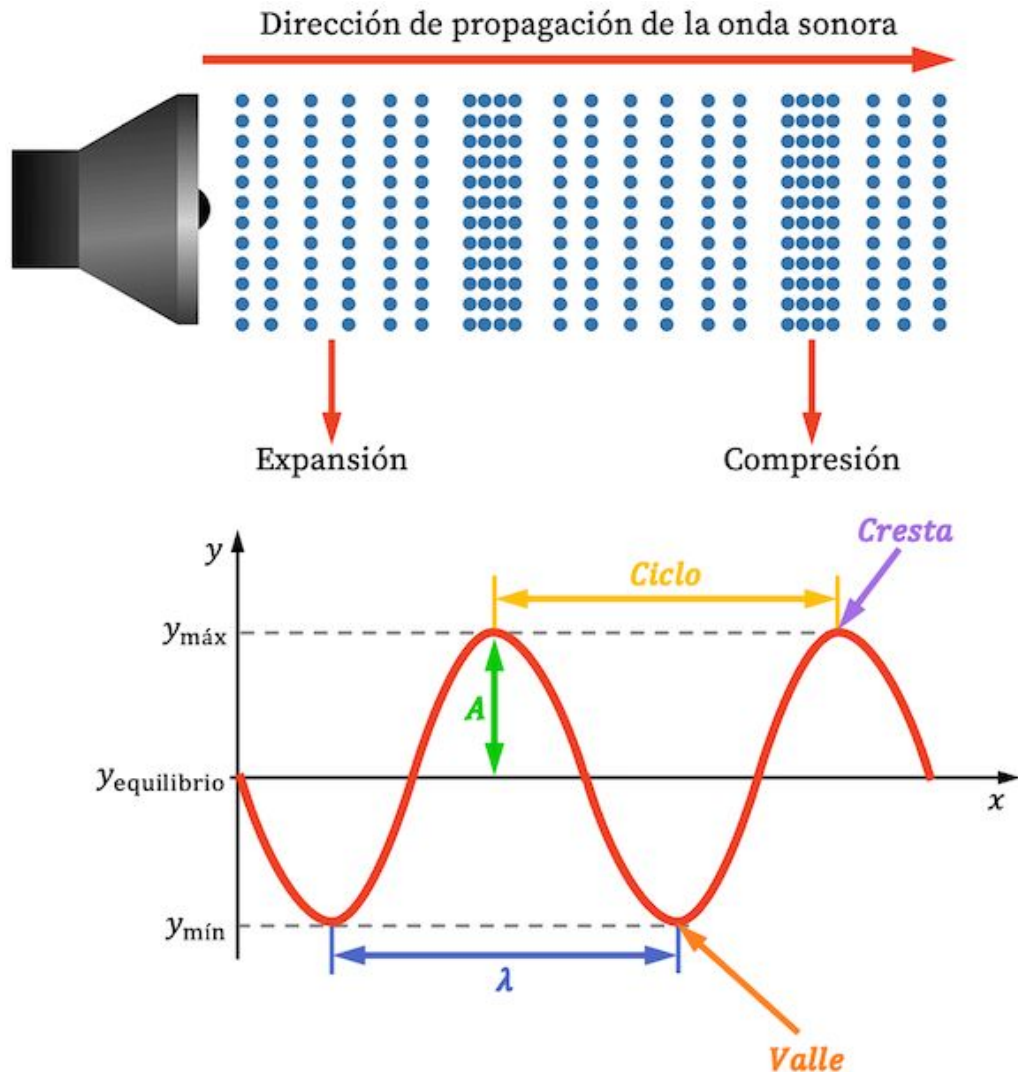


Amplitud

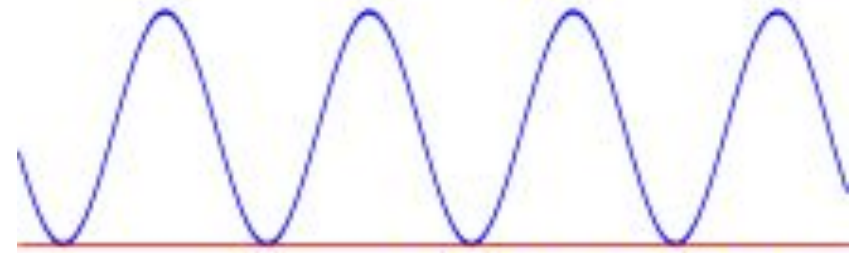


# Propiedades del sonido

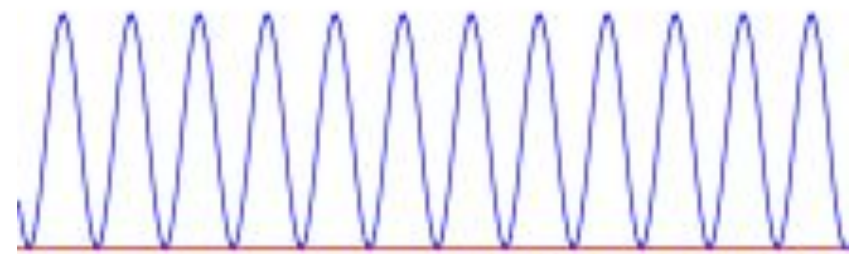
# características



Tono



BAJAS FRECUENCIAS

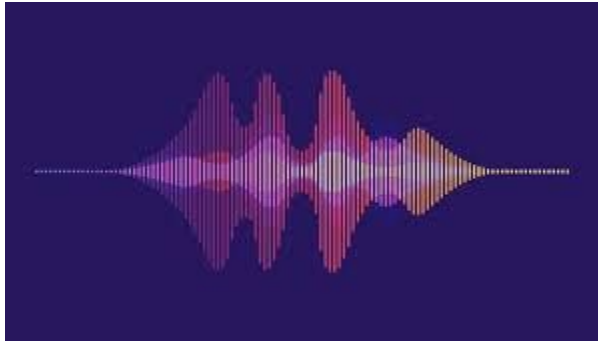


ALTAS FRECUENCIAS

[The chrome music lab](#)

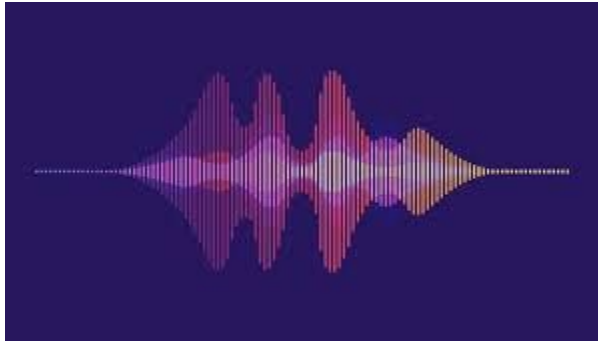


# Audición: Extraer características





# Audición: Extraer características



Problemas a resolver:

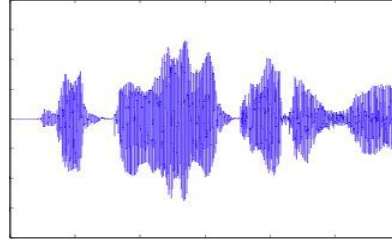
- Invarianza: 1 sonido en situaciones diferentes
- Mezcla de fuentes
- Reverberaciones



# Mezcla de fuentes

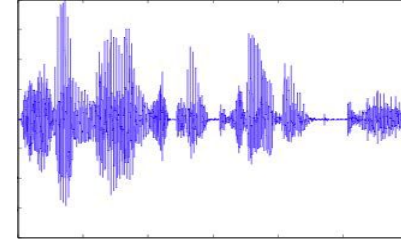
(Problema del cocktail)

Fuente 1



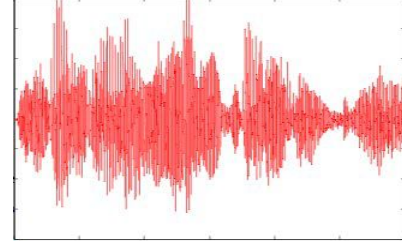
+

Fuente 2

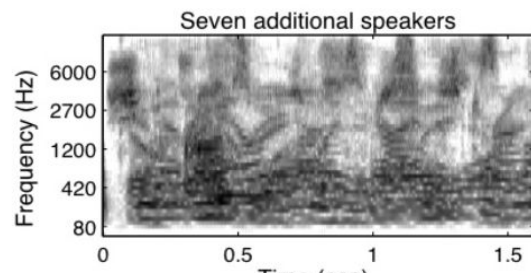
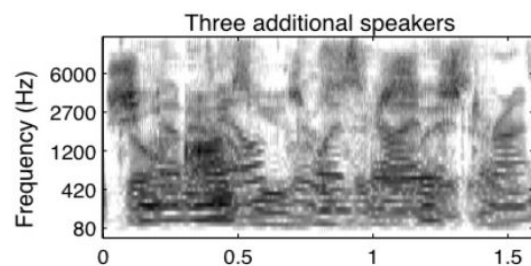
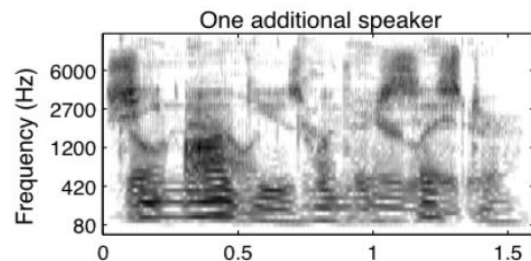
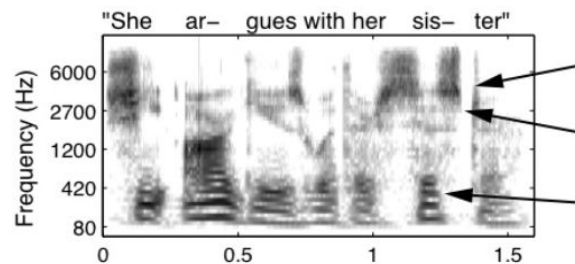


=

Mezcla

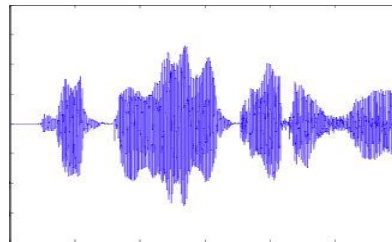


# Mezcla de fuentes (Problema del cocktail)



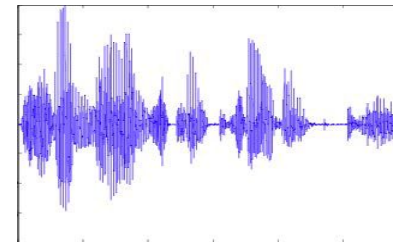
Audios

Fuente 1



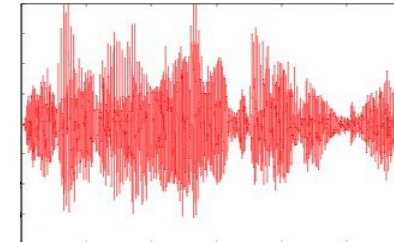
+

Fuente 2

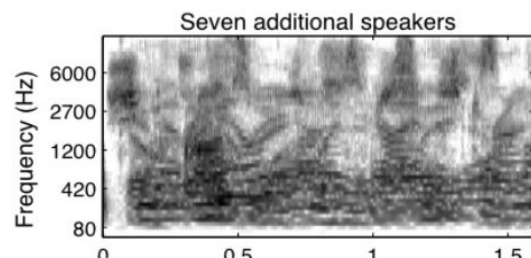
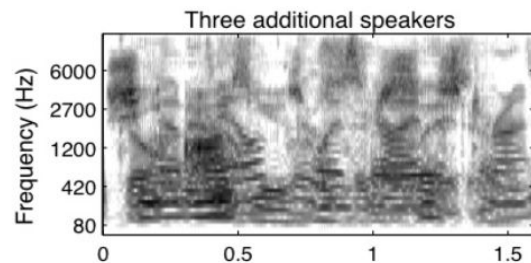
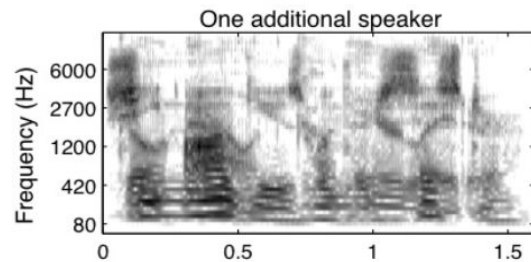
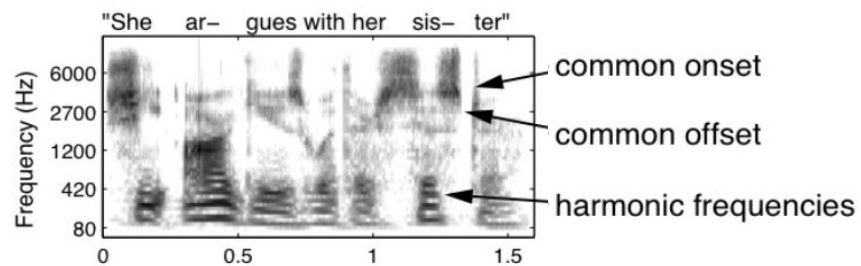


=

Mezcla

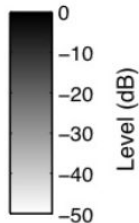
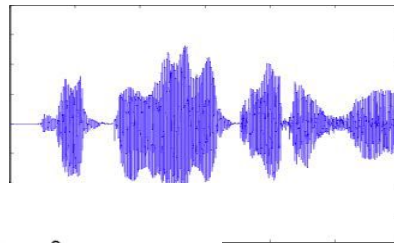


# Mezcla de fuentes (Problema del cocktail)

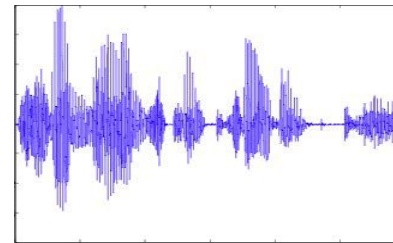


Audios

Fuente 1



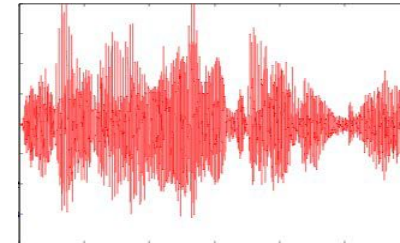
Fuente 2



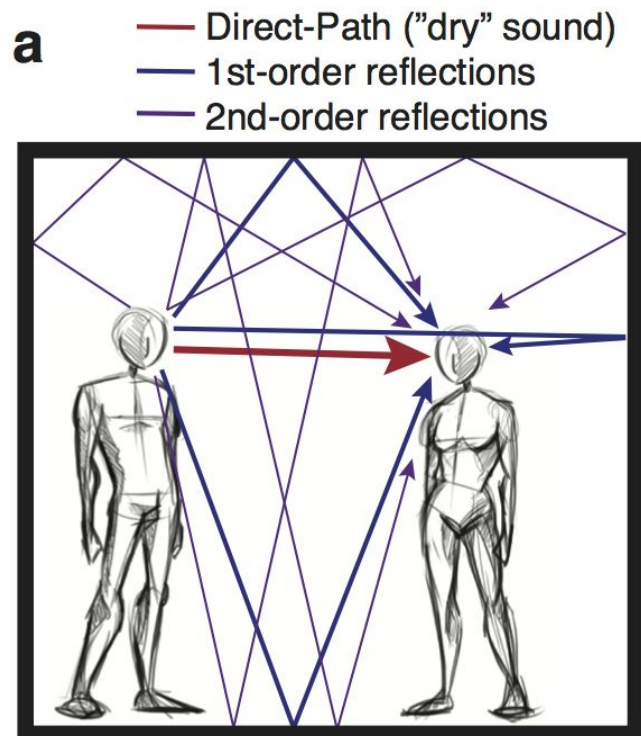
+

=

Mezcla



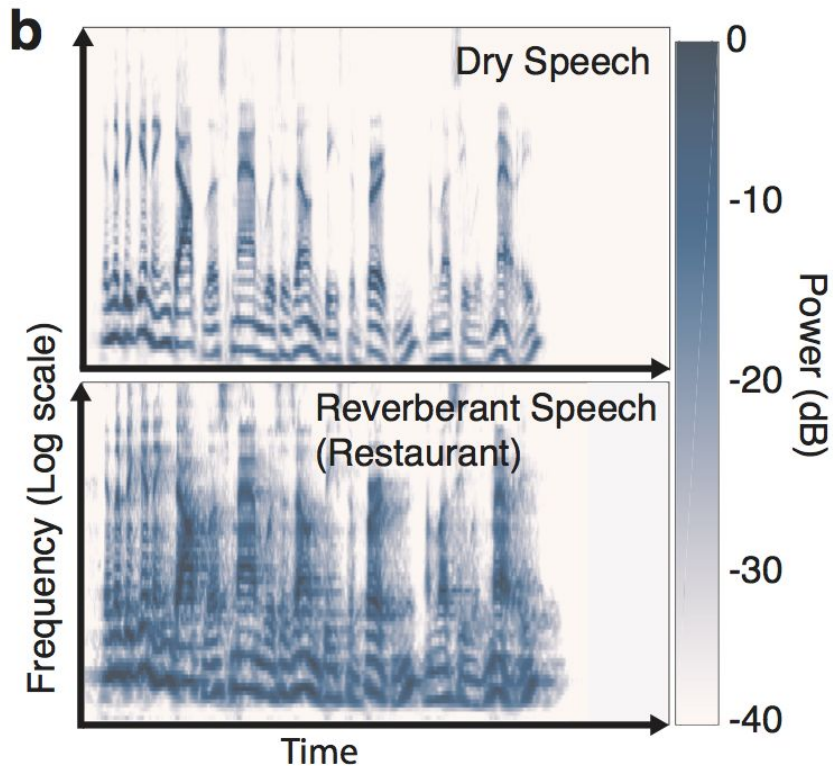
# Reverberaciones



La reverberación es un fenómeno sonoro producido por la reflexión, que consiste en una ligera permanencia del sonido una vez que la fuente original ha dejado de emitirlo.

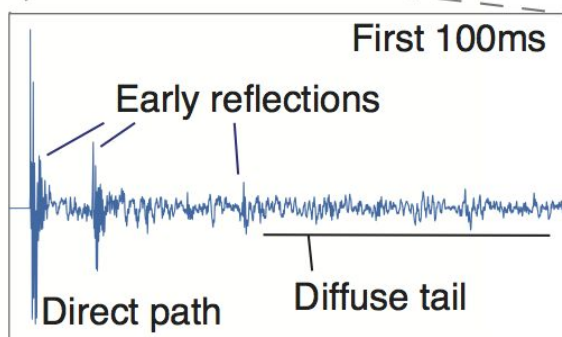
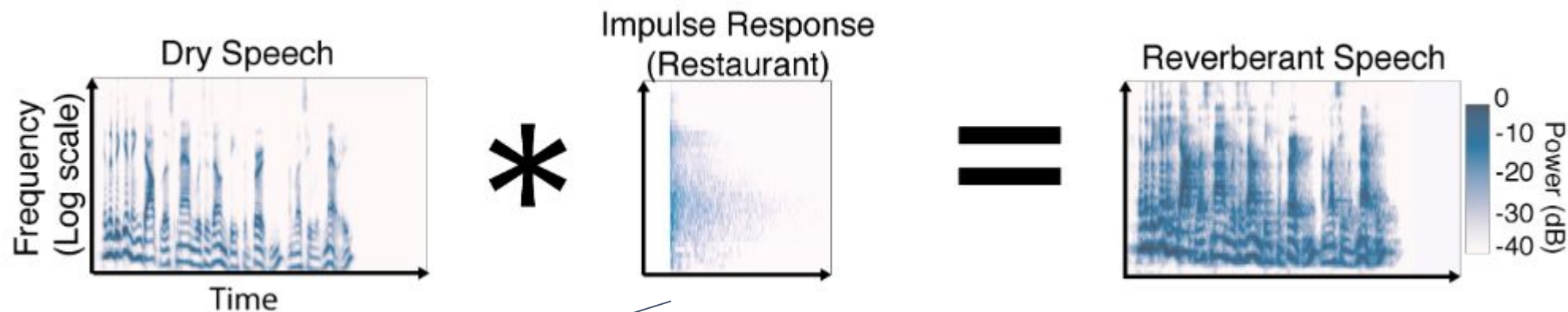
# Reverberaciones

La reverberación es un fenómeno sonoro producido por la reflexión, que consiste en una ligera permanencia del sonido una vez que la fuente original ha dejado de emitirlo.





# Reverberaciones

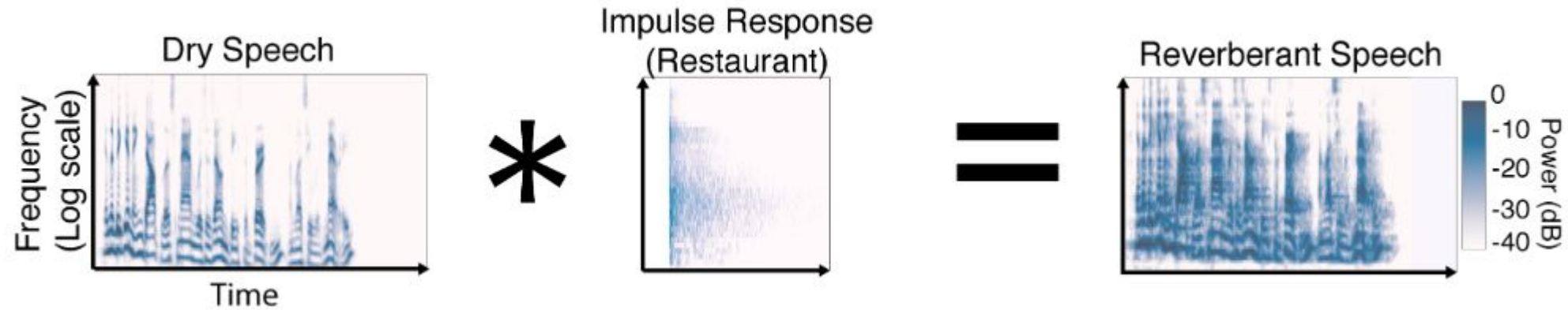


## La reverberación tiene características específicas:

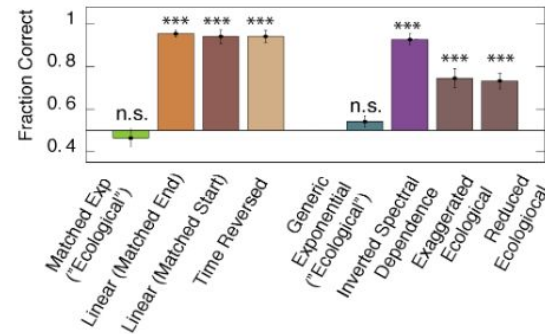
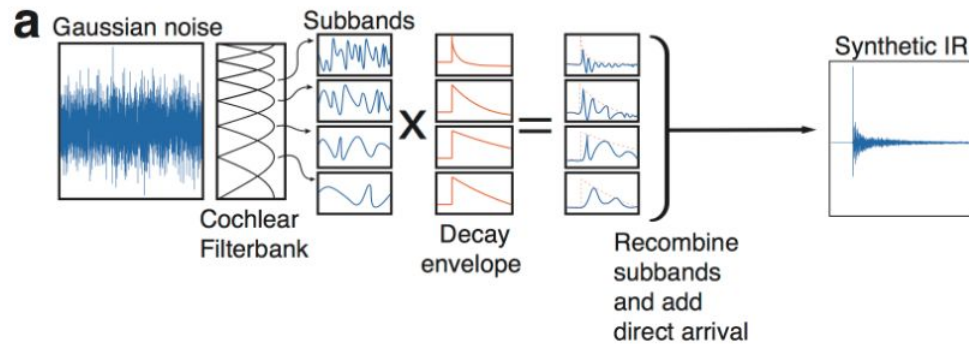
- \* Within  $\sim 50$ ms after the first arrival of sound, IRs exhibit Gaussian statistics
- \* Reverberant energy decays exponentially
- \* Mid-frequencies (200-2000Hz) decay more slowly than higher or lower frequencies
- \* The frequency variation of decay rate becomes more pronounced as the overall amount of reverberant energy increases



# Reverberaciones



## Experimentos de discriminación:



Las personas pueden descomponer entre el contexto y las fuentes sólo si se mantienen las propiedades naturales.

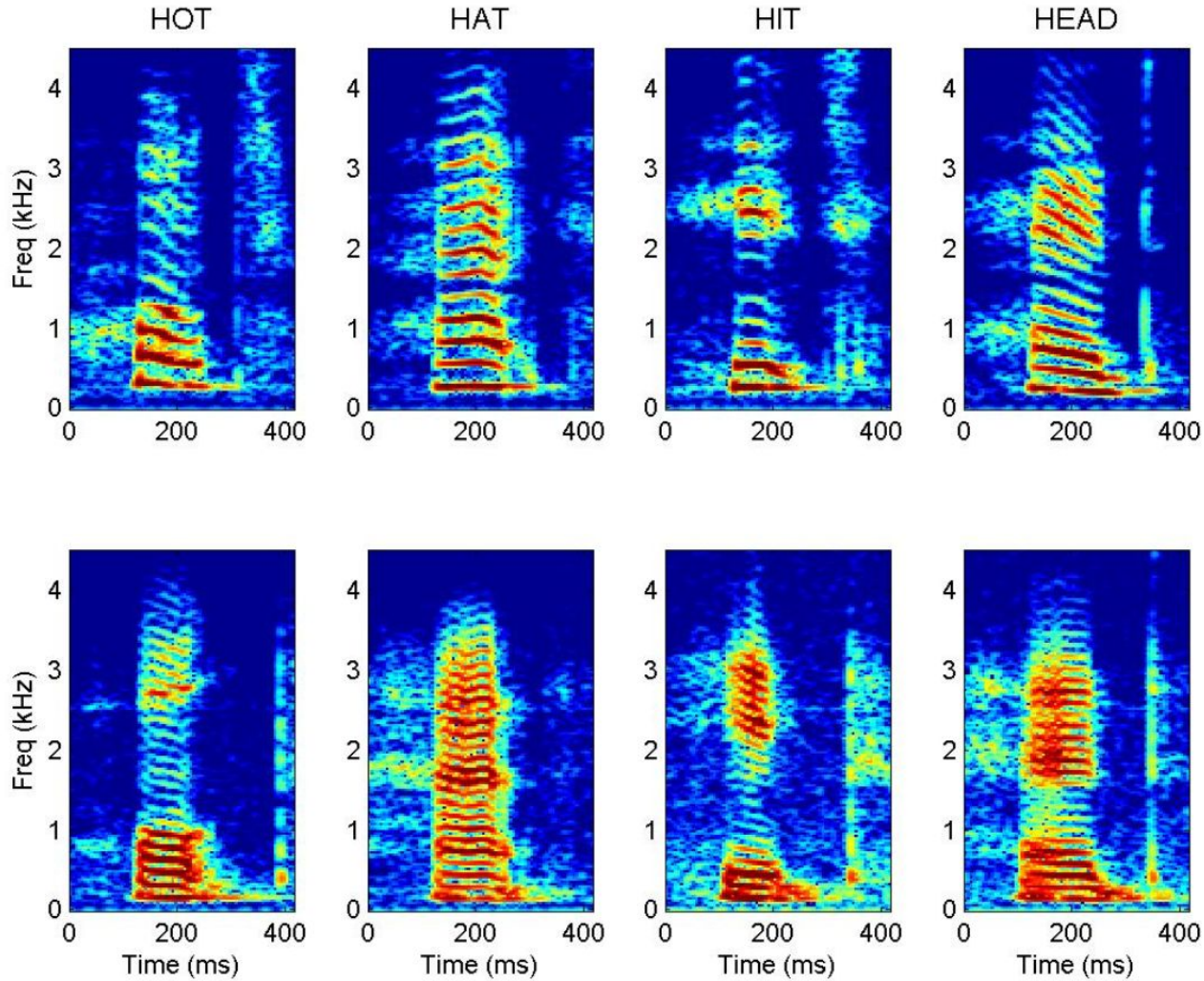
**Existe un conocimiento del entorno física**

# Percepción del habla

Muy desafiante (alto grado de variabilidad):

- Velocidad
- Contexto
- Fuente

# Percepción del habla

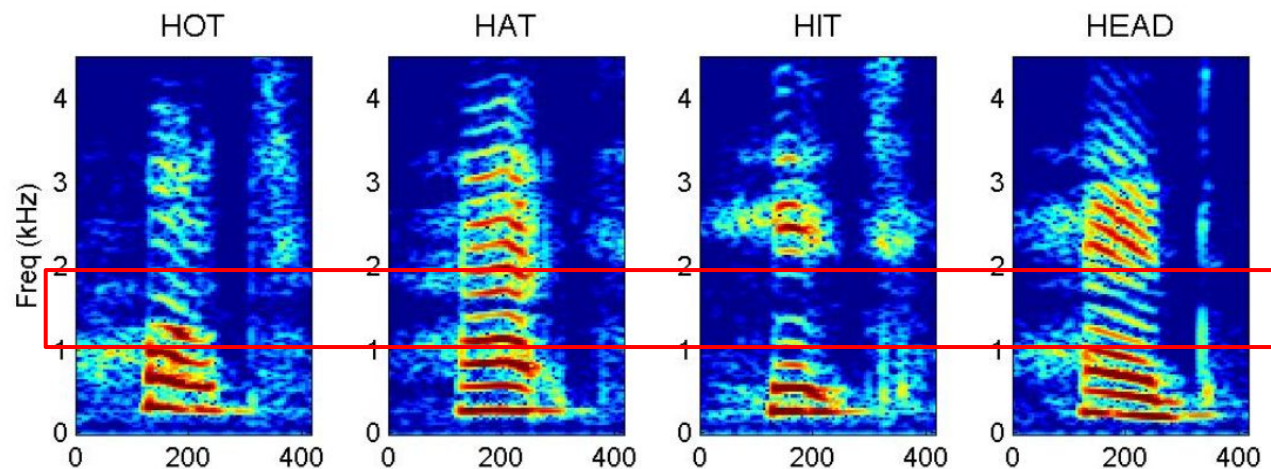


Vocales: muchos armónicos  
(largas)

Consonantes: Rápidas

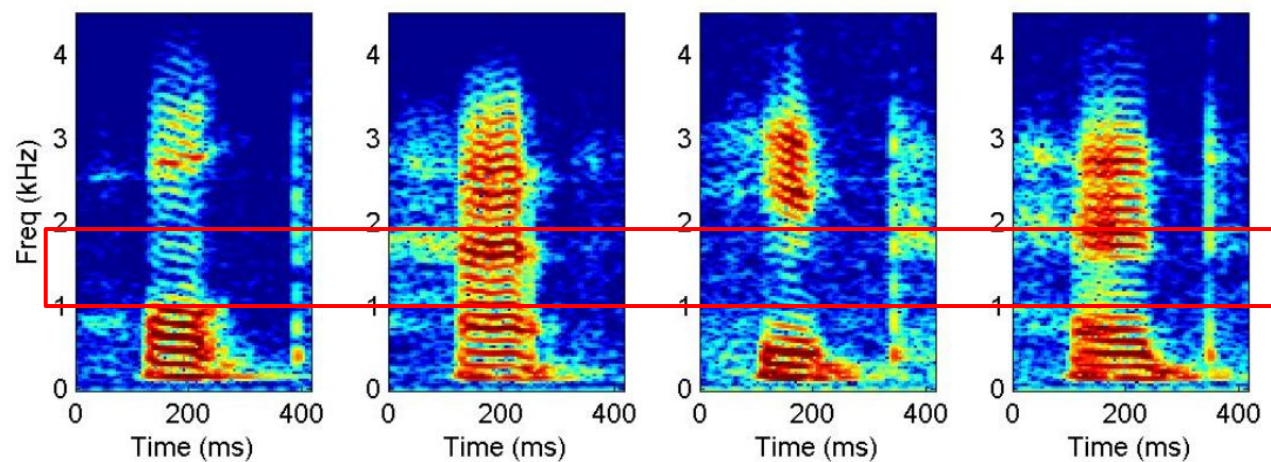
Fonemas: La mínima unidad  
sonora.

# Percepción del habla



Vocales: muchos armónicos (largas)

Consonantes: Rápidas

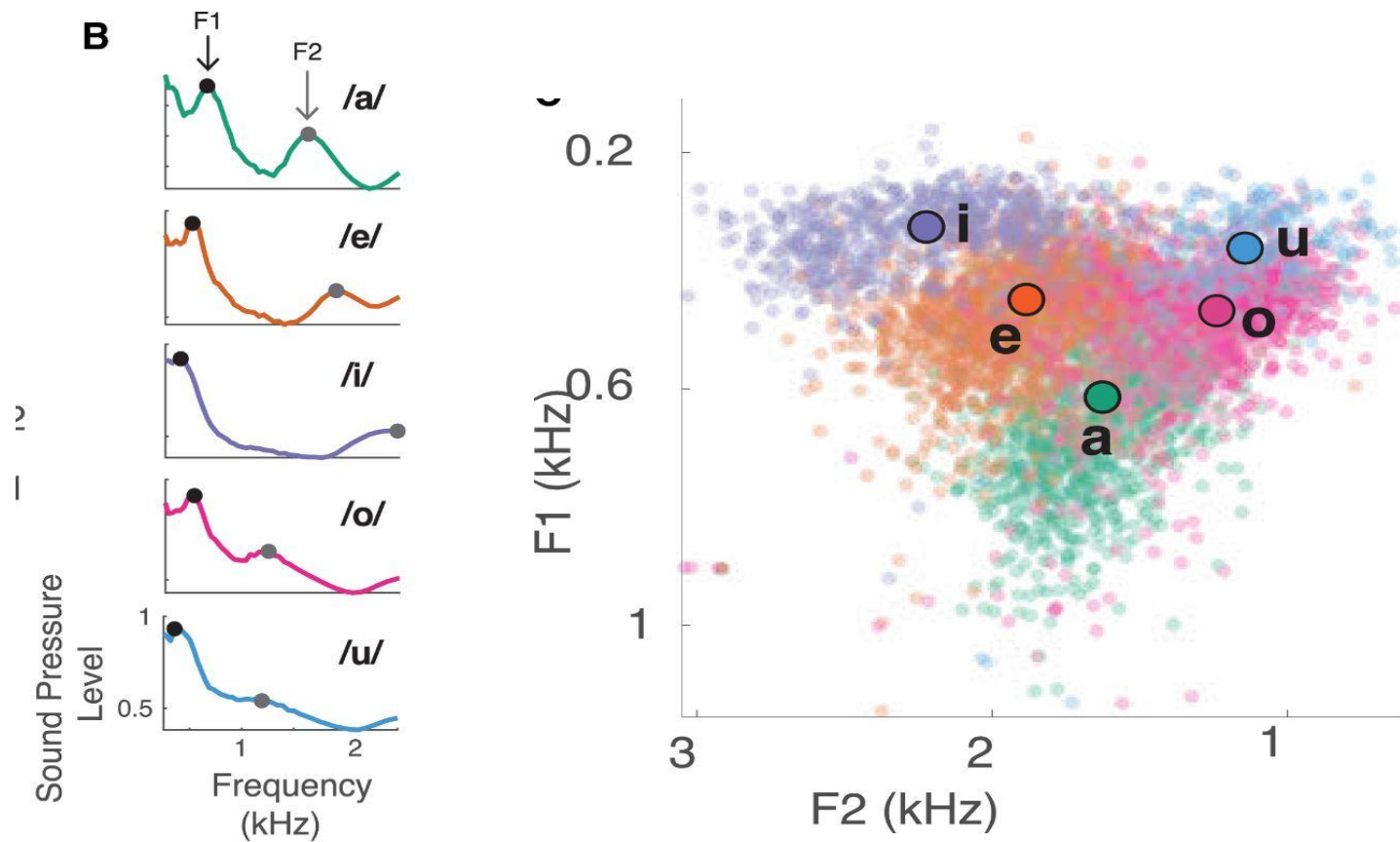


Formantes acústicos dan información sobre identidad de la vocal



# Percepción del habla

Formantes acústicos dan información sobre identidad de la vocal



# Percepción del habla

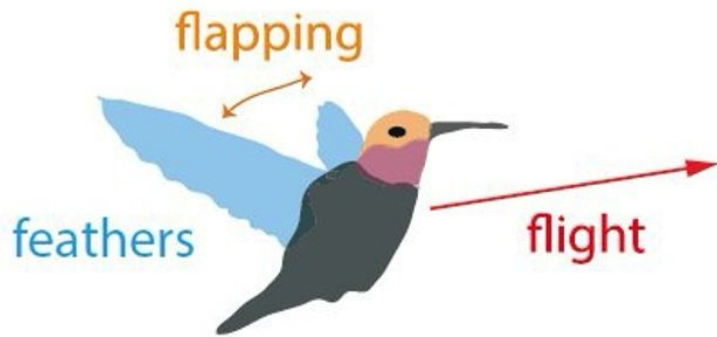
Muy desafiante (alto grado de variabilidad):

- Velocidad
- Contexto
- Fuente

Entender las fuentes (voces) ayuda a resolver el problema

- Voces familiares -> mayor precisión en comprender habla rápida
- Idioma -> facilita la identificación de la fuente

	LEVELS	
<b>Computation</b>	1	why (problem)
<b>Algorithm</b>	2	what (rules)
<b>Implementation</b>	3	how (physical)



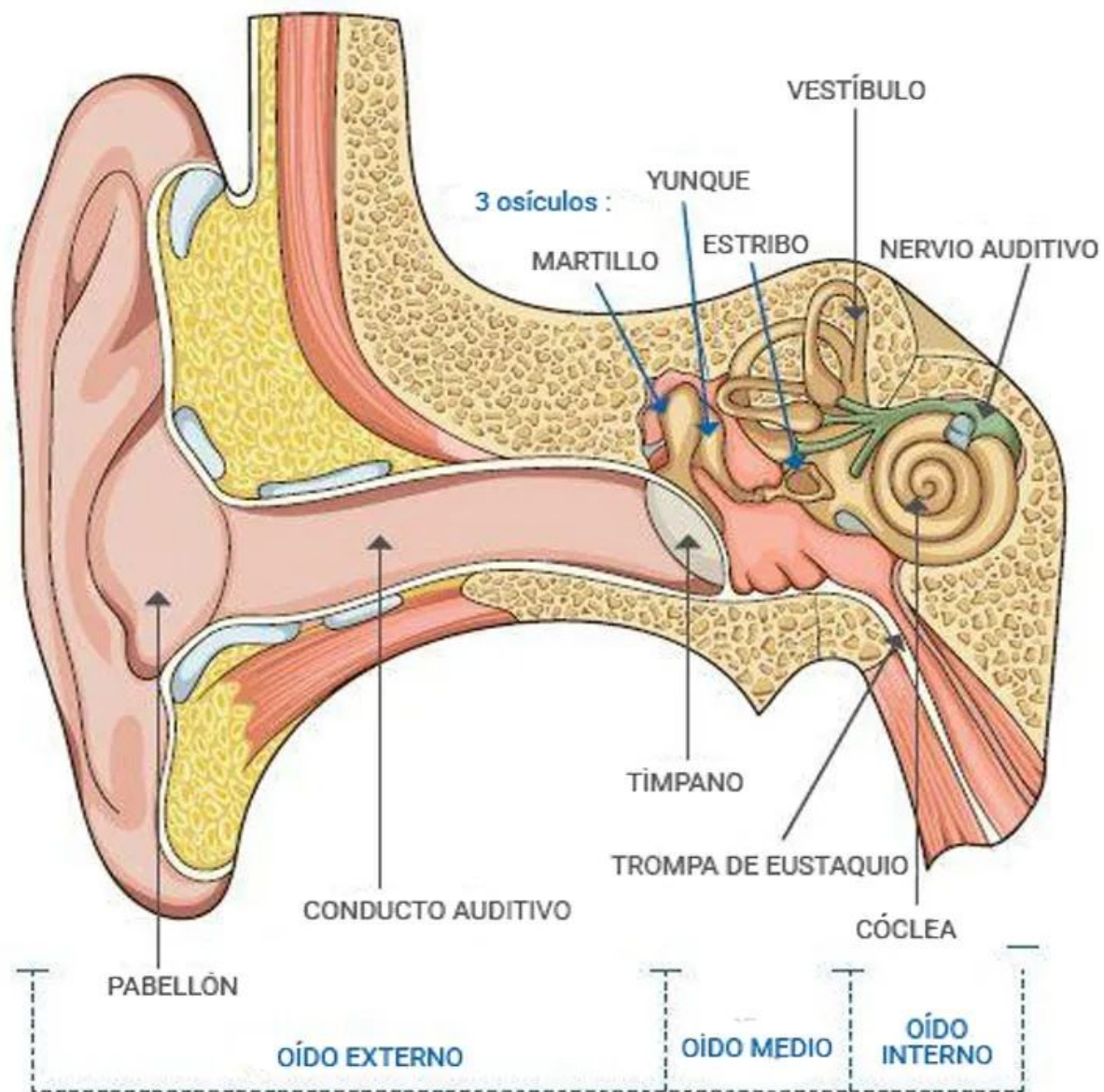
¿Qué propiedades tiene la percepción auditiva?

¿Qué tipo de cálculos resulta en esas propiedades?

¿Cómo se implementan esos cálculos en el cerebro?

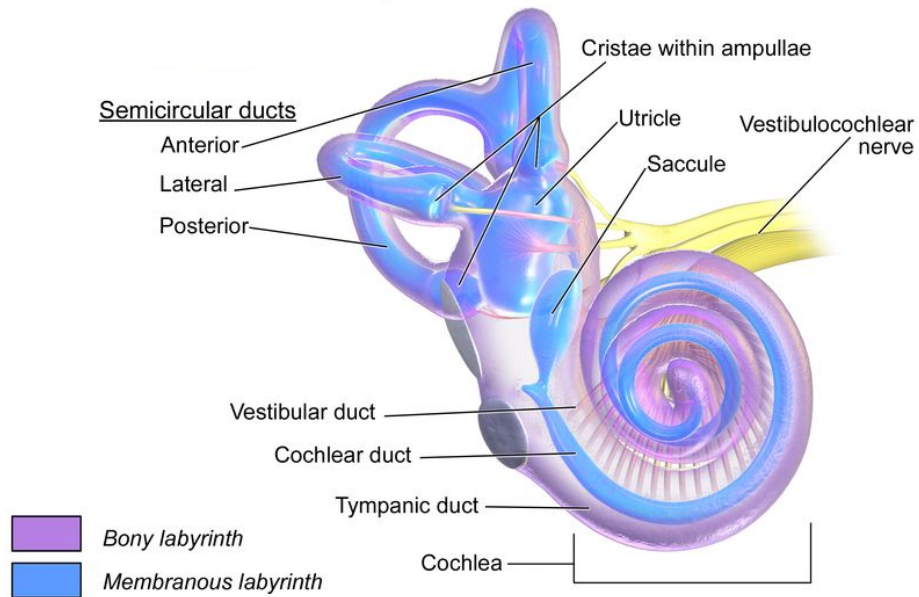


# Implementación: Anatomía

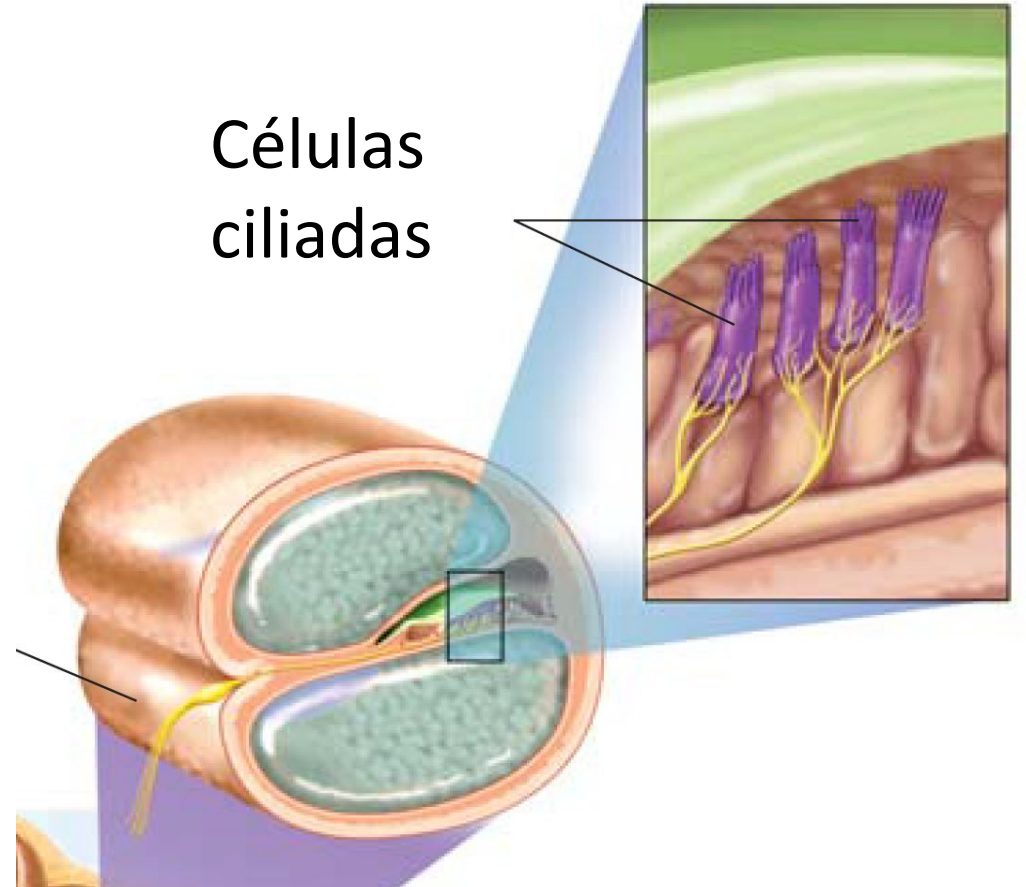


# Cóclea

La cóclea traduce el sonido a impulsos nerviosos

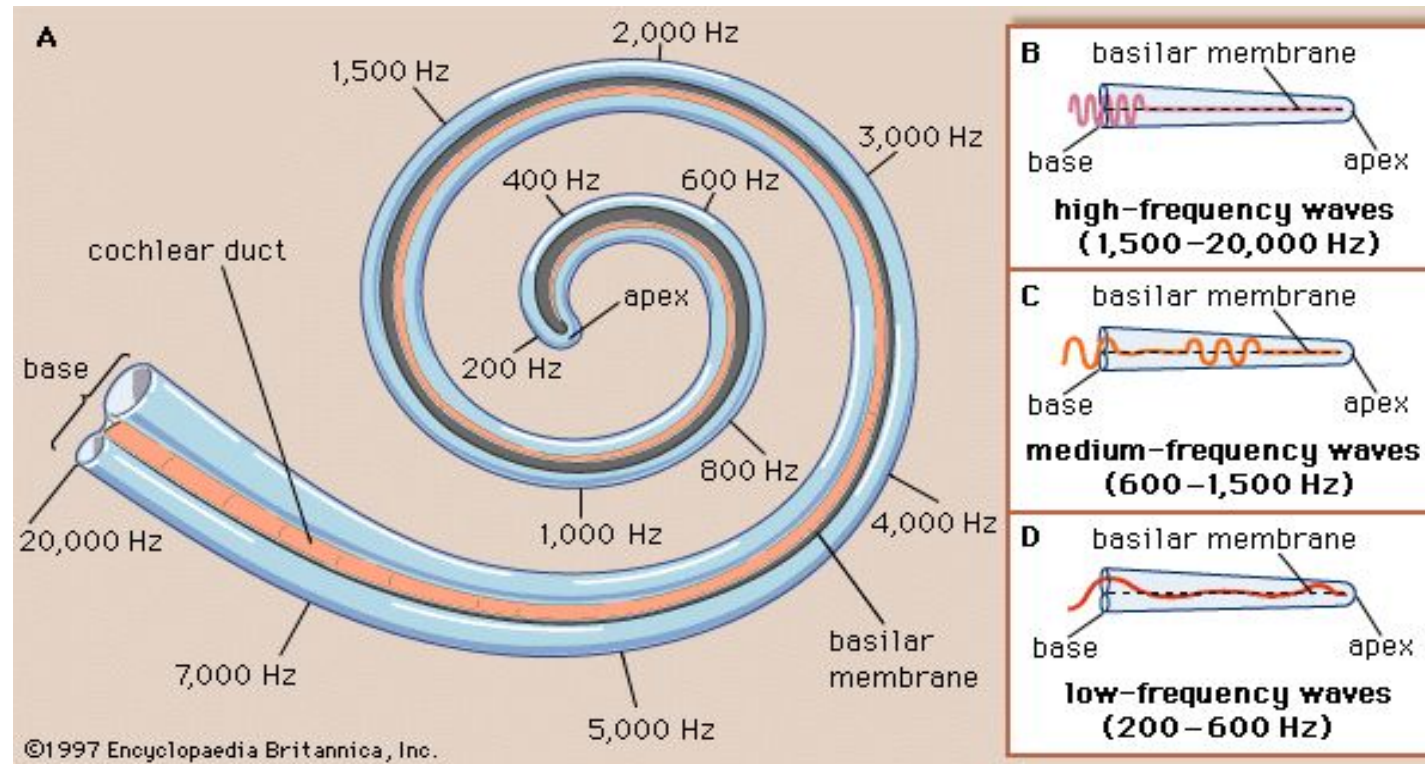


Células ciliadas



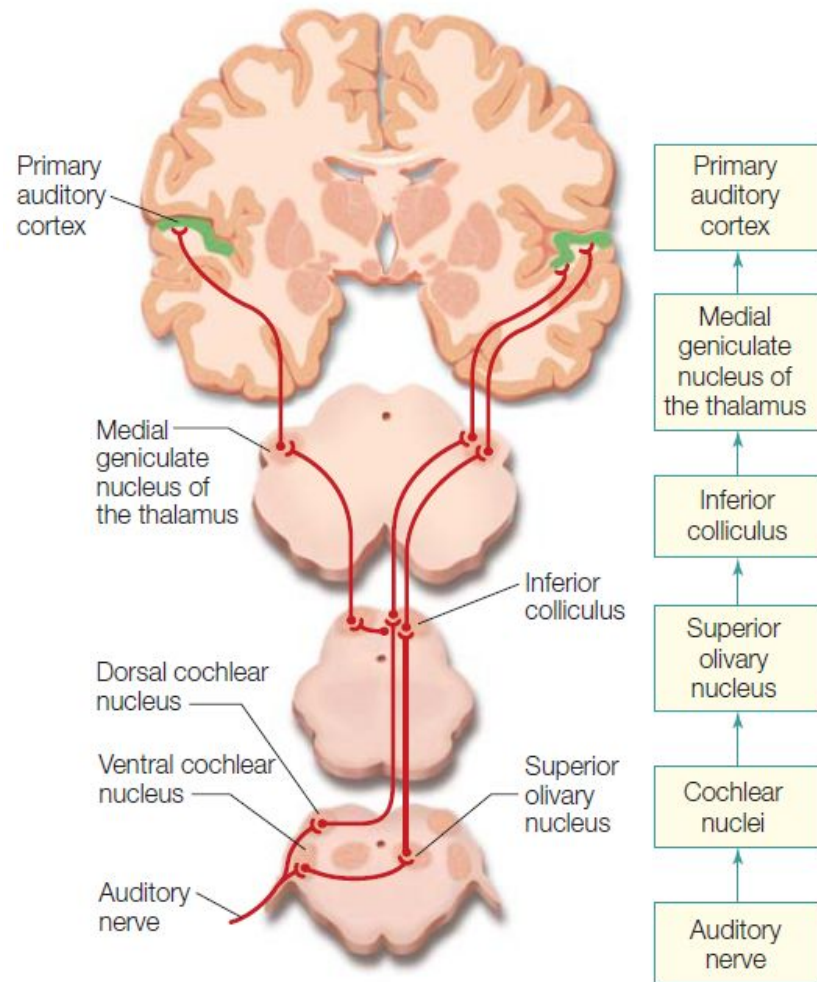
# Cóclea

La cóclea extrae información de la frecuencia



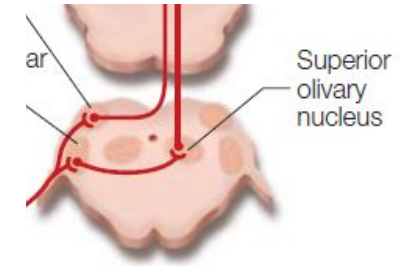
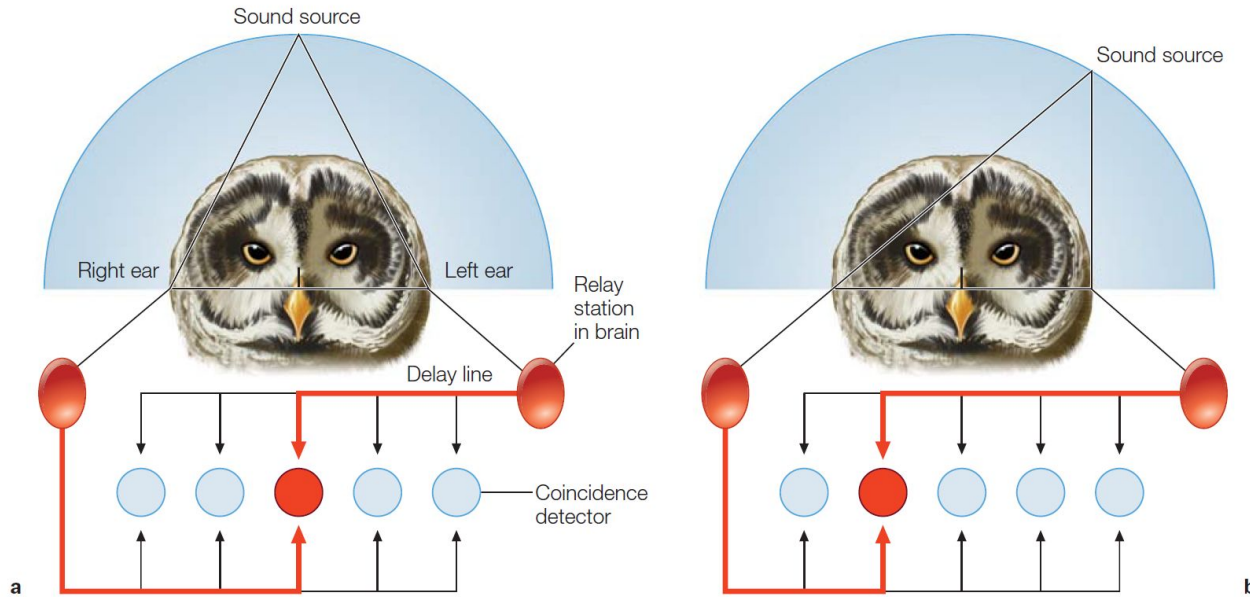


# Sistema auditivo



Lóbulo temporal  
Brodmann 41 y 42

# Localización espacial

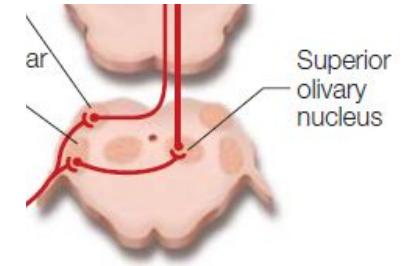
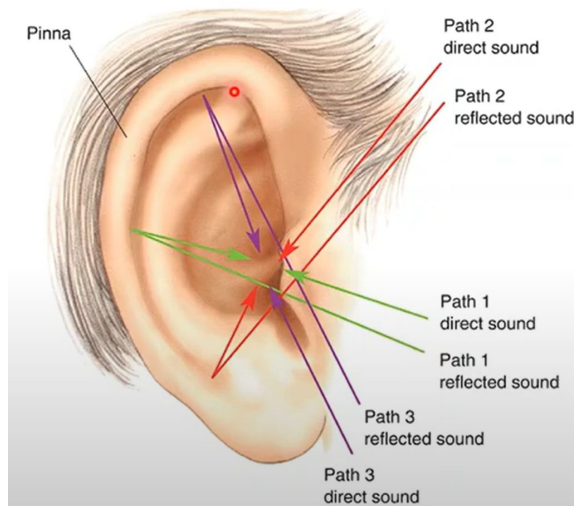


Localización en el plano horizontal.

Detector de coincidencias

Tiempo interaural (frecuencias bajas) y diferencias de intensidad (frecuencias altas)

# Localización espacial

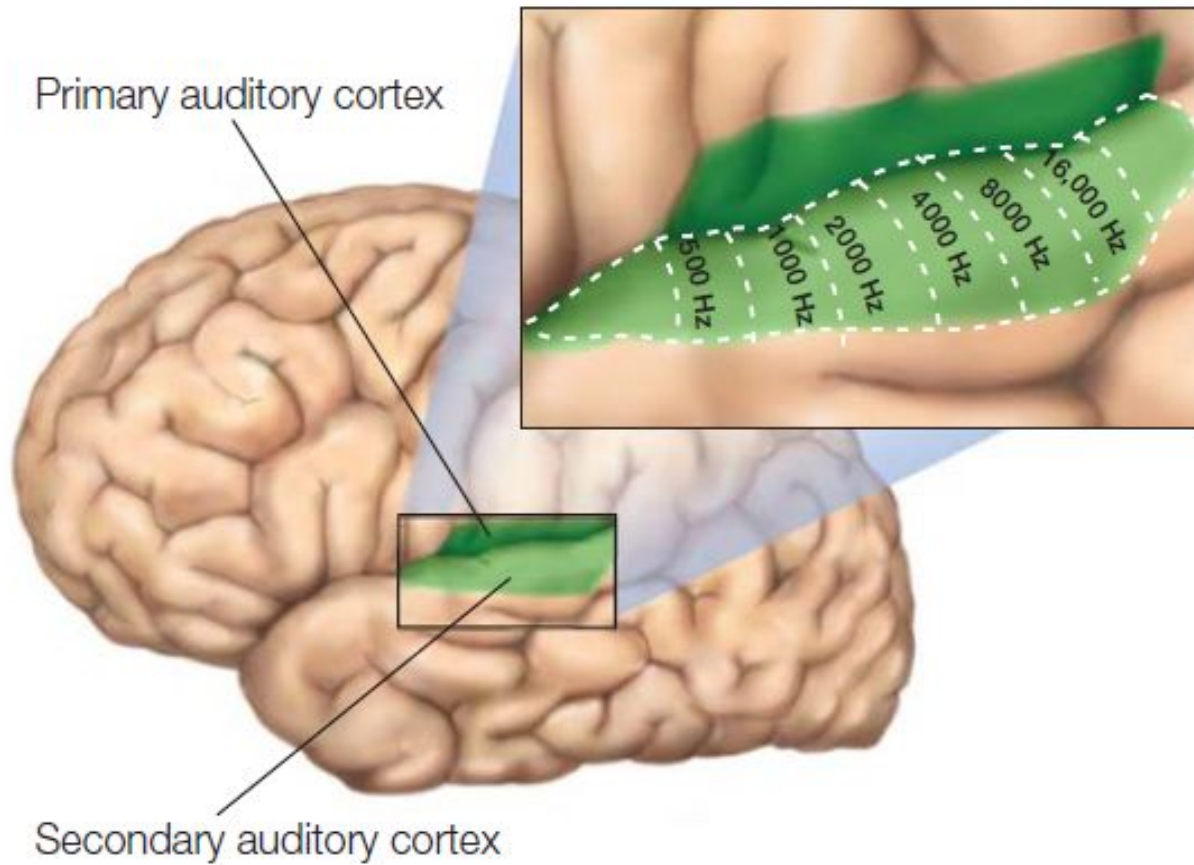


Localización en el plano vertical

Detector de coincidencias

Tiempo interaural (frecuencias bajas) y diferencias de intensidad (frecuencias altas)

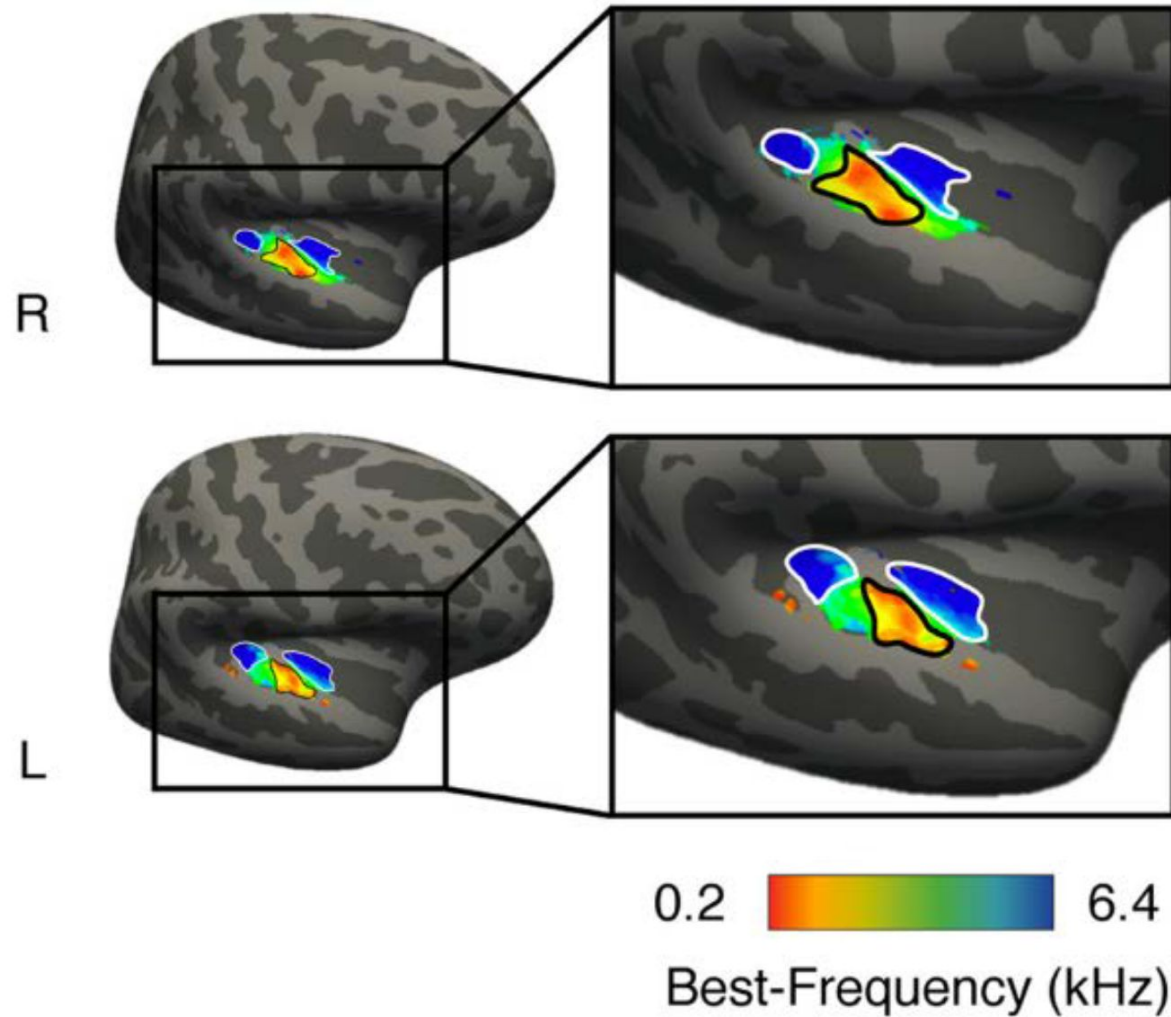
# Corteza auditiva primaria



A1: Mapa tonotópico



# Corteza auditiva primaria

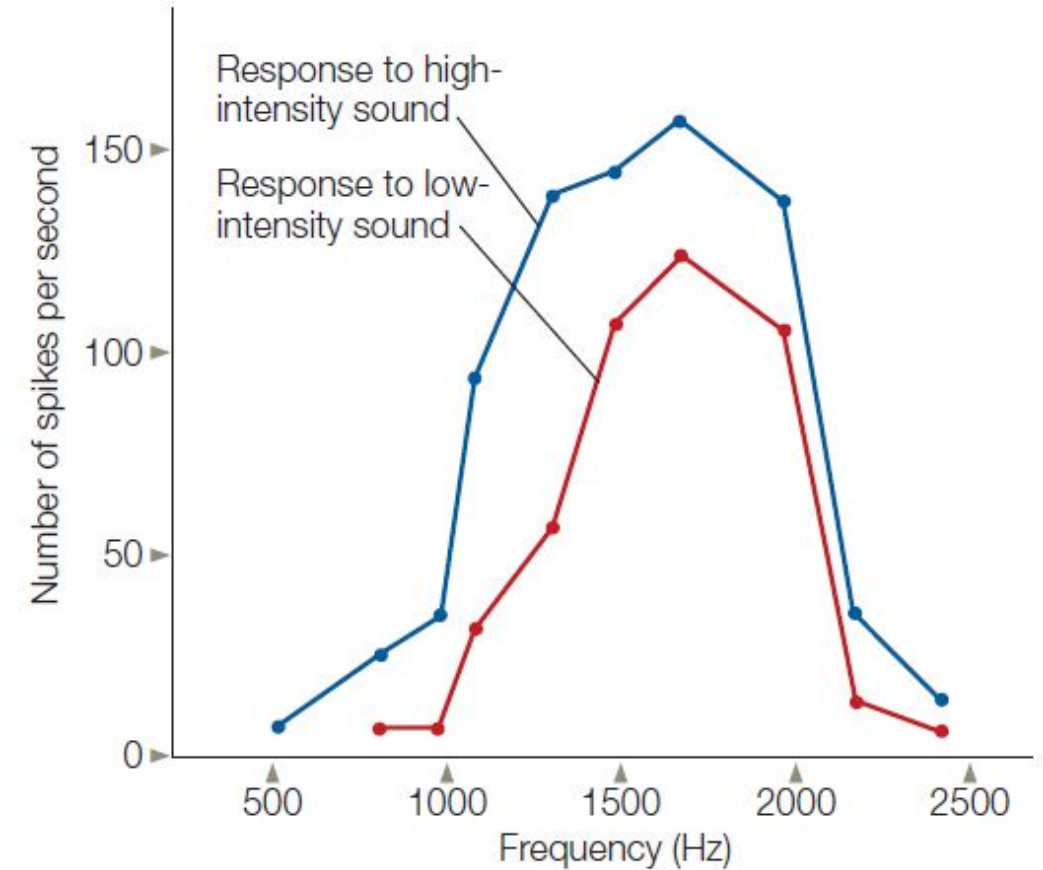


A1: Mapa tonotópico  
(Mapa actualizado)

# Corteza auditiva primaria

Las neuronas sensibilidad máxima a 1600 Hz.

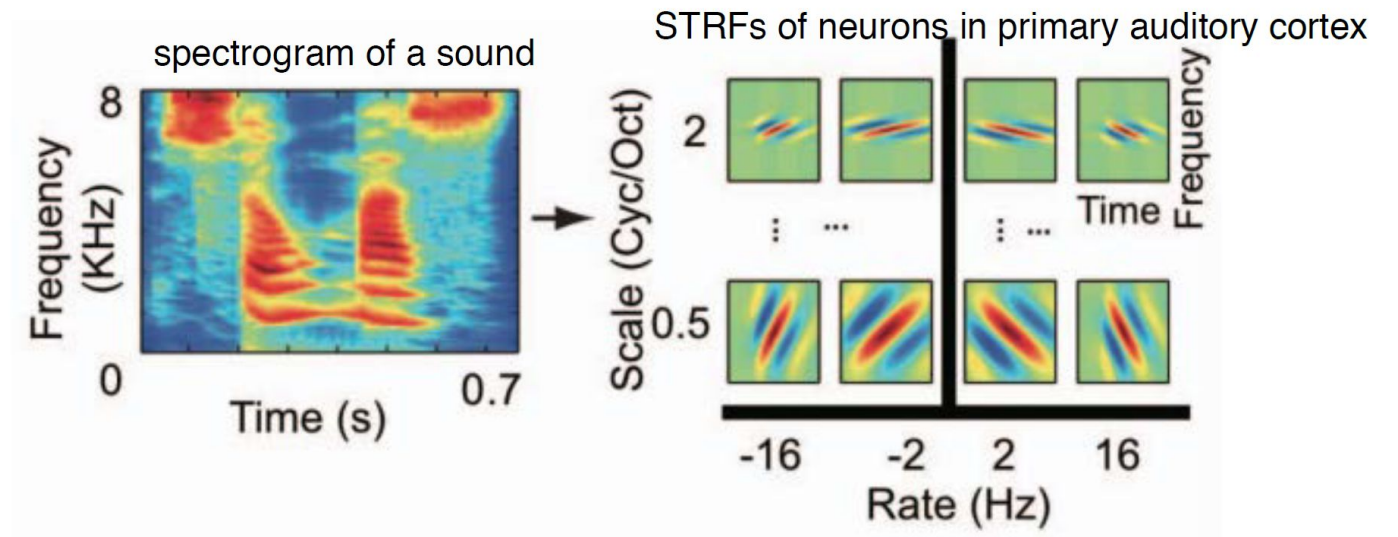
La respuesta es sensible a la intensidad



# Corteza auditiva primaria

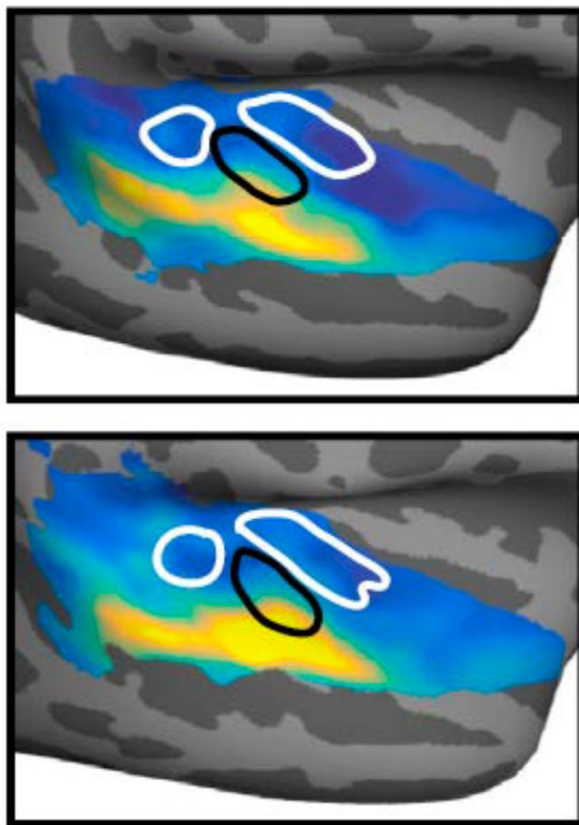
Modelo estándar de la respuesta de neuronas:

Campos respectivos espacio-temporales lineales (STRFs)

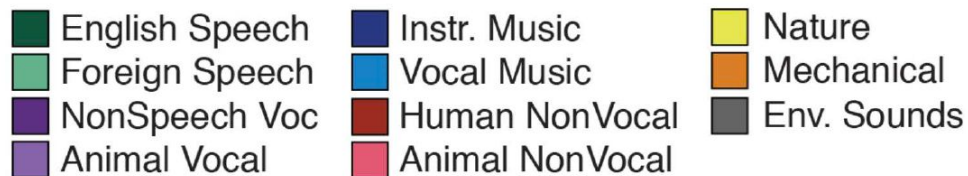
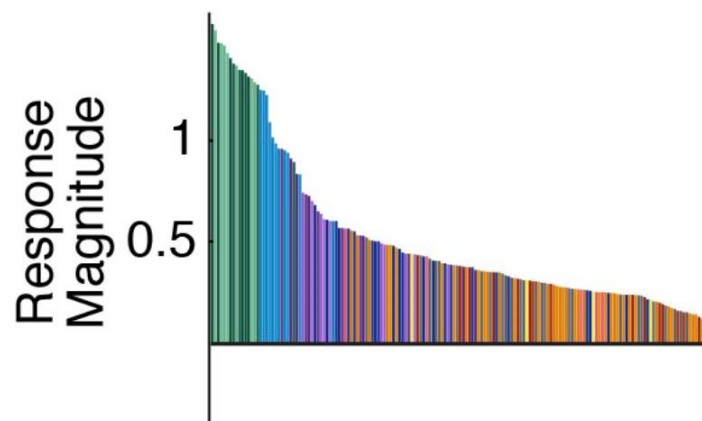


# Corteza auditiva no-primaria

Speech > nonspeech sounds



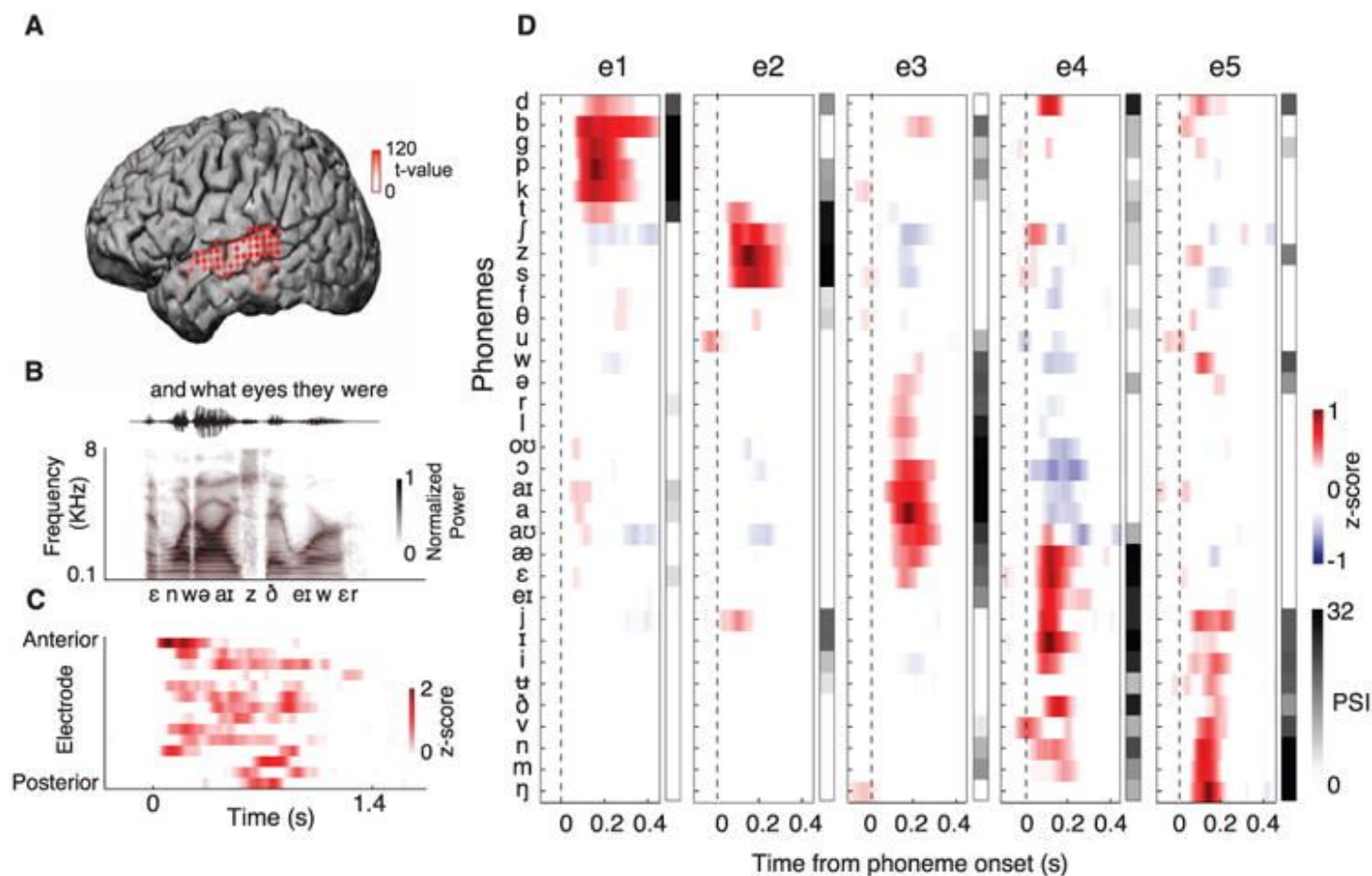
Response profile  
"Speech-Selective"  
Voxels (top 10%)



Área de la corteza selectiva al habla.

# ¿Cómo se codifica el habla?

A nivel fonemas ....

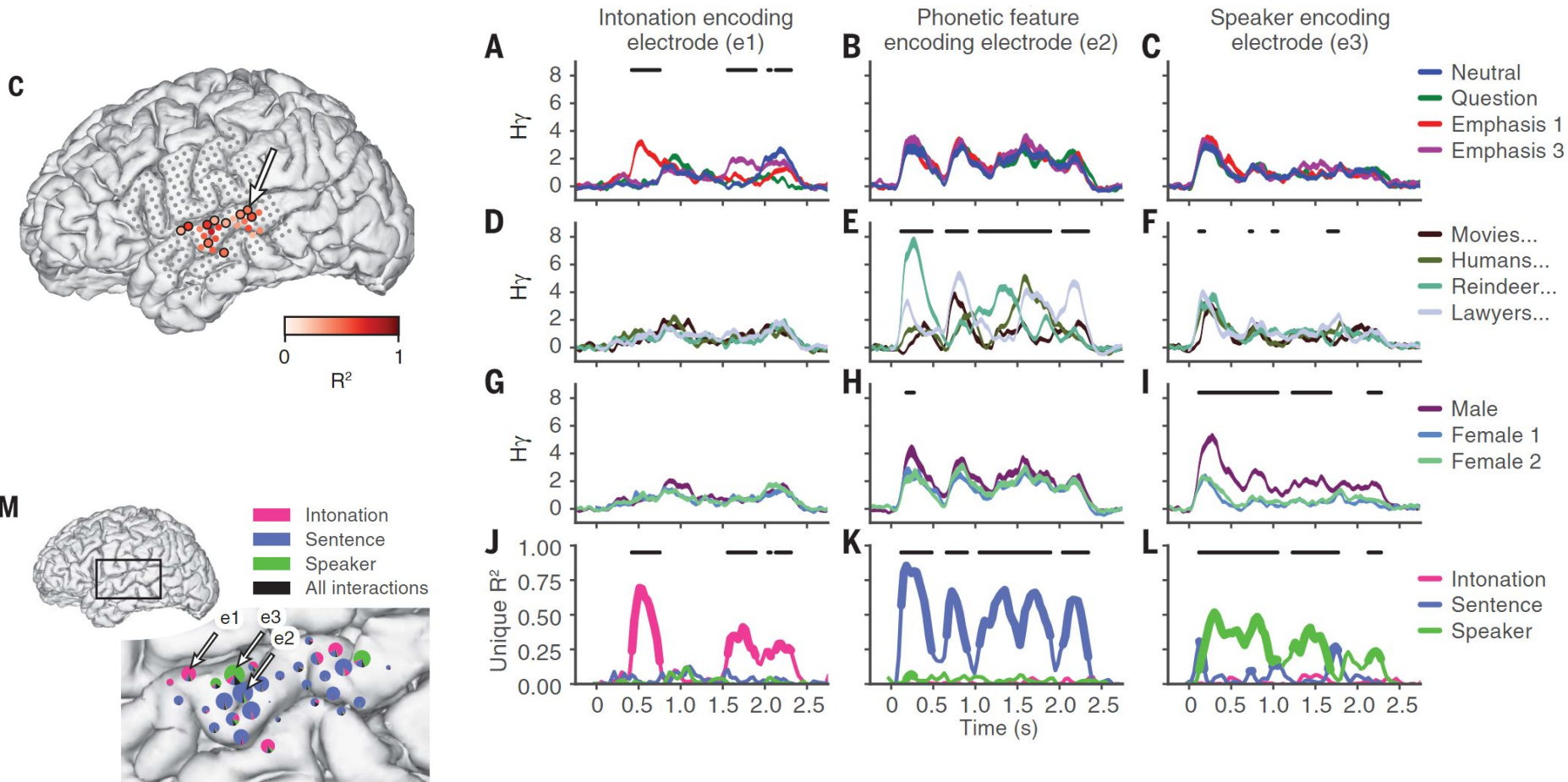


- Electrode grid on cortex
- Subject listens to 500 sentences
- Sentences are segmented for phonemes
- The sensitivity of each electrode to the different speech sounds is studied



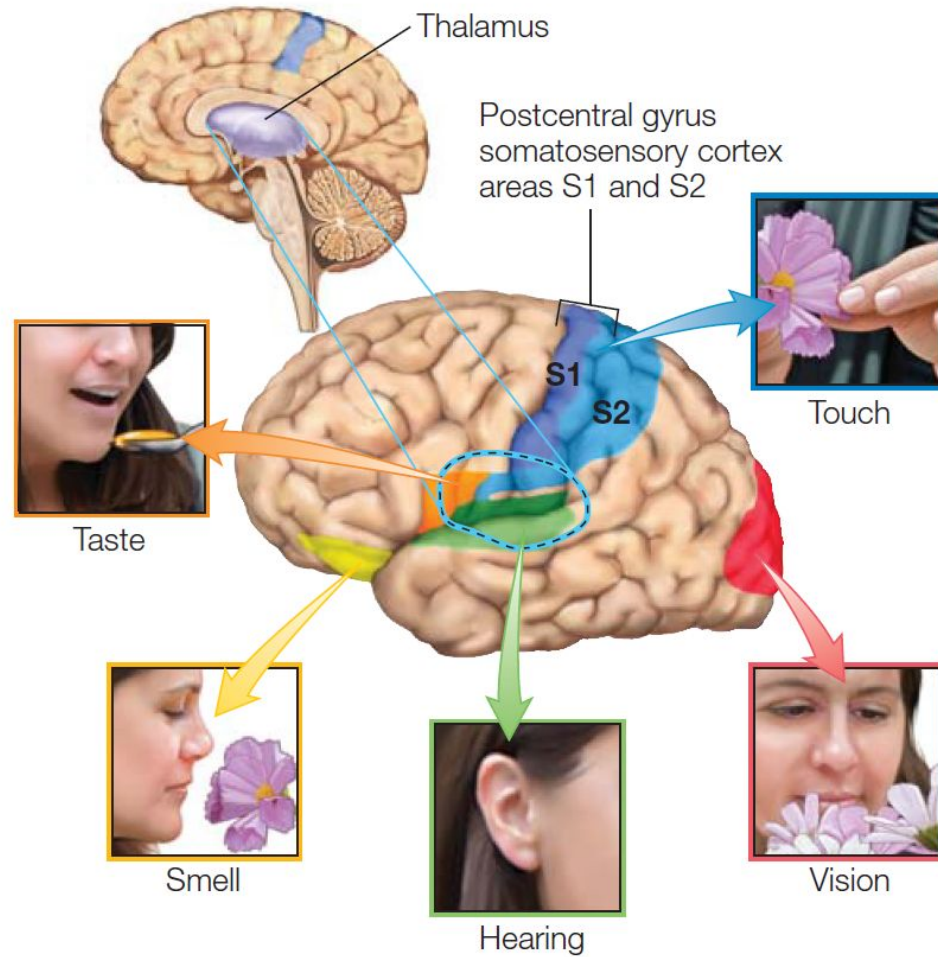
# ¿Cómo se codifica el habla?

Efecto de la entonación ....



Our results are consistent with the idea that the main types of voice information, including speech and speaker identity, are processed in dissociable pathways.

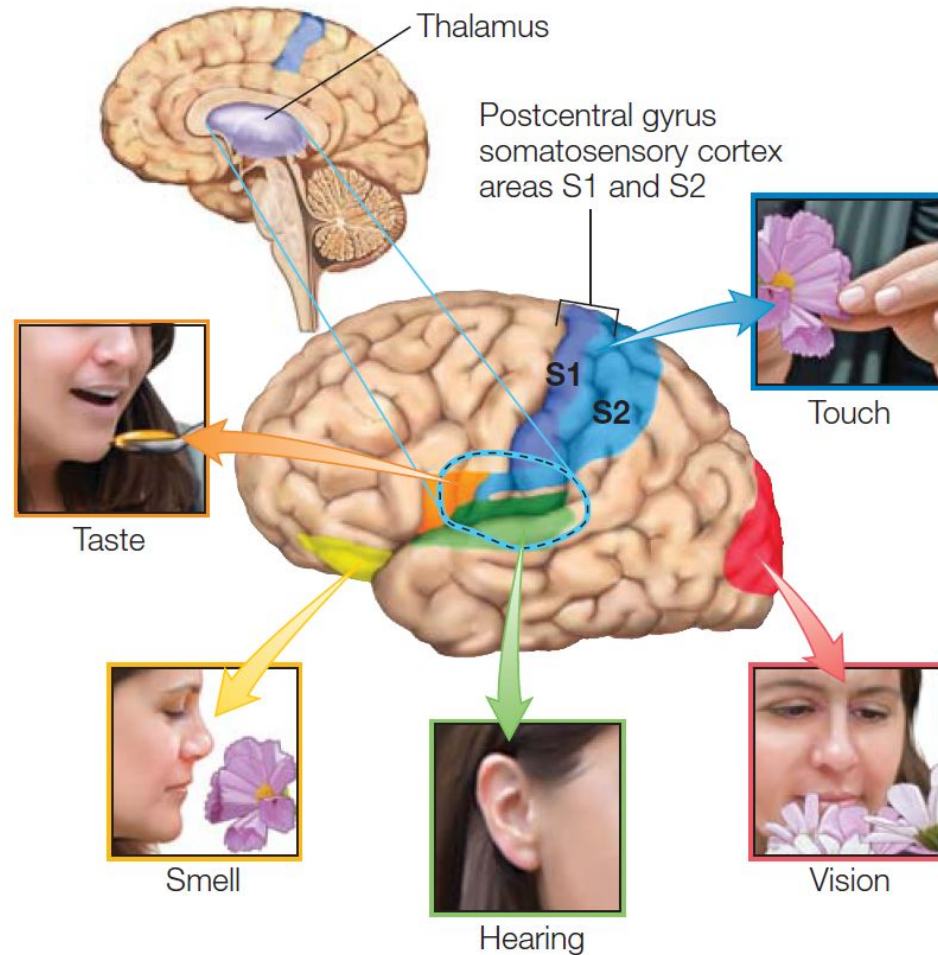
# Procesamientos perceptuales



Todos las células receptoras comparten características en común.



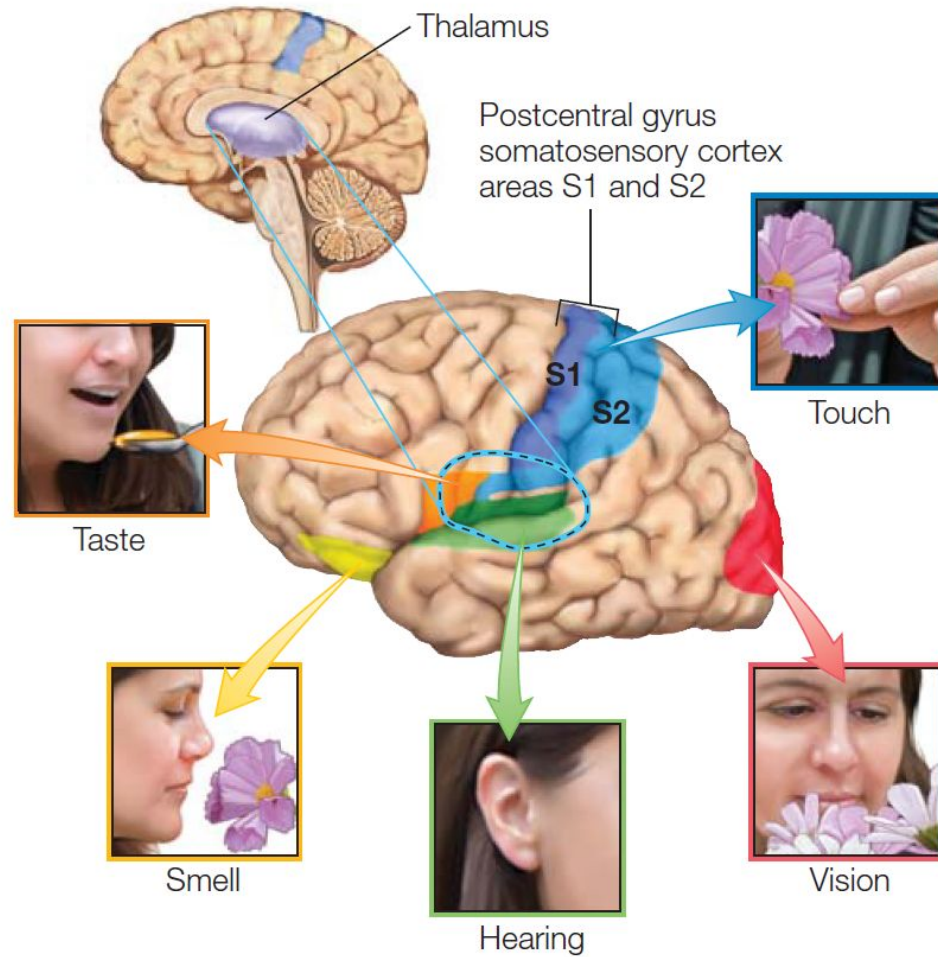
# Procesamientos perceptuales



Todos las células receptoras comparten características en común.

Cada uno involucra una estructura anatómica para recolectar, filtrar y amplificar la información del contexto.

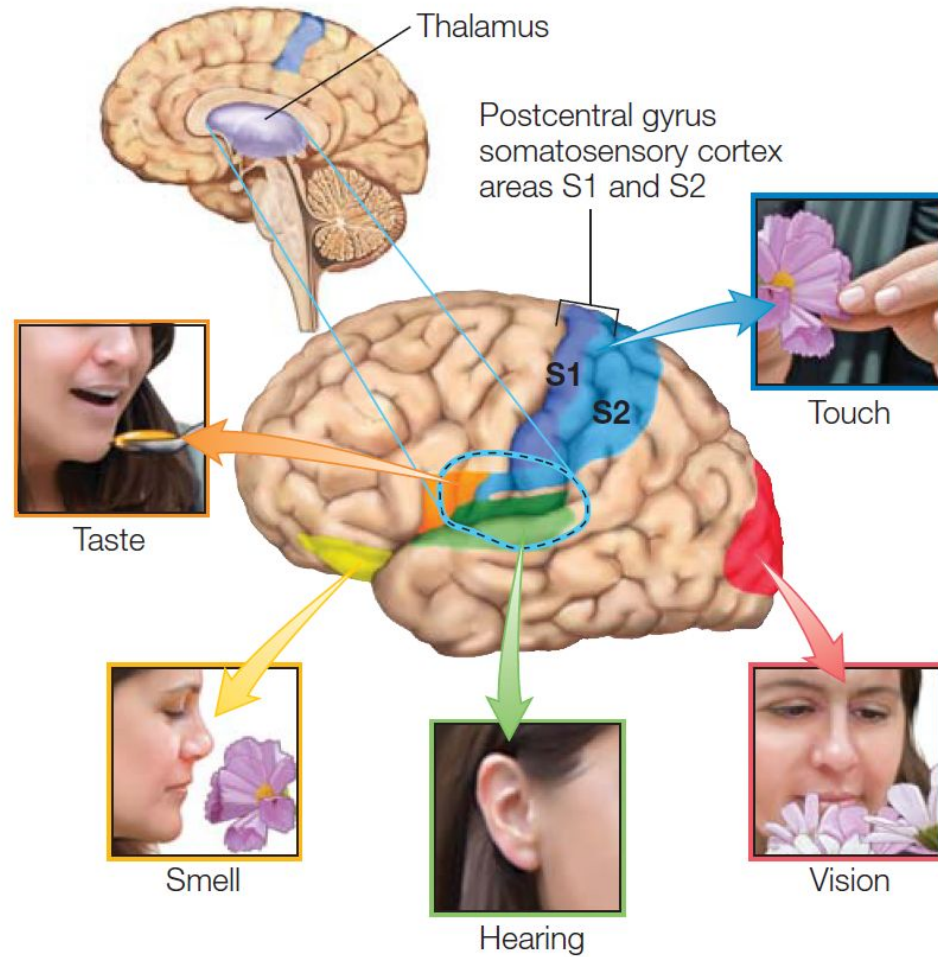
# Procesamientos perceptuales



Todos las células receptoras comparten características en común.

Actúan en un rango limitado.

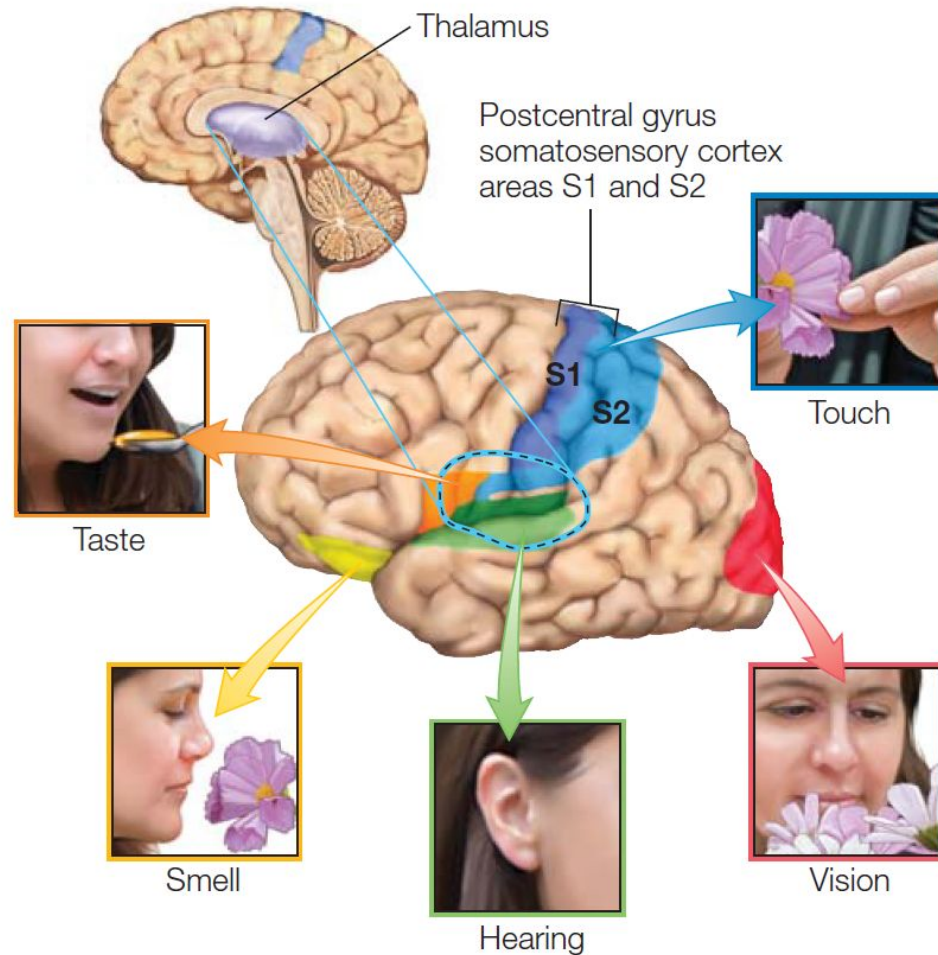
# Procesamientos perceptuales



Todos las células receptoras comparten características en común.

Es un sistema adaptativo. Se ajusta al entorno.

# Procesamientos perceptuales

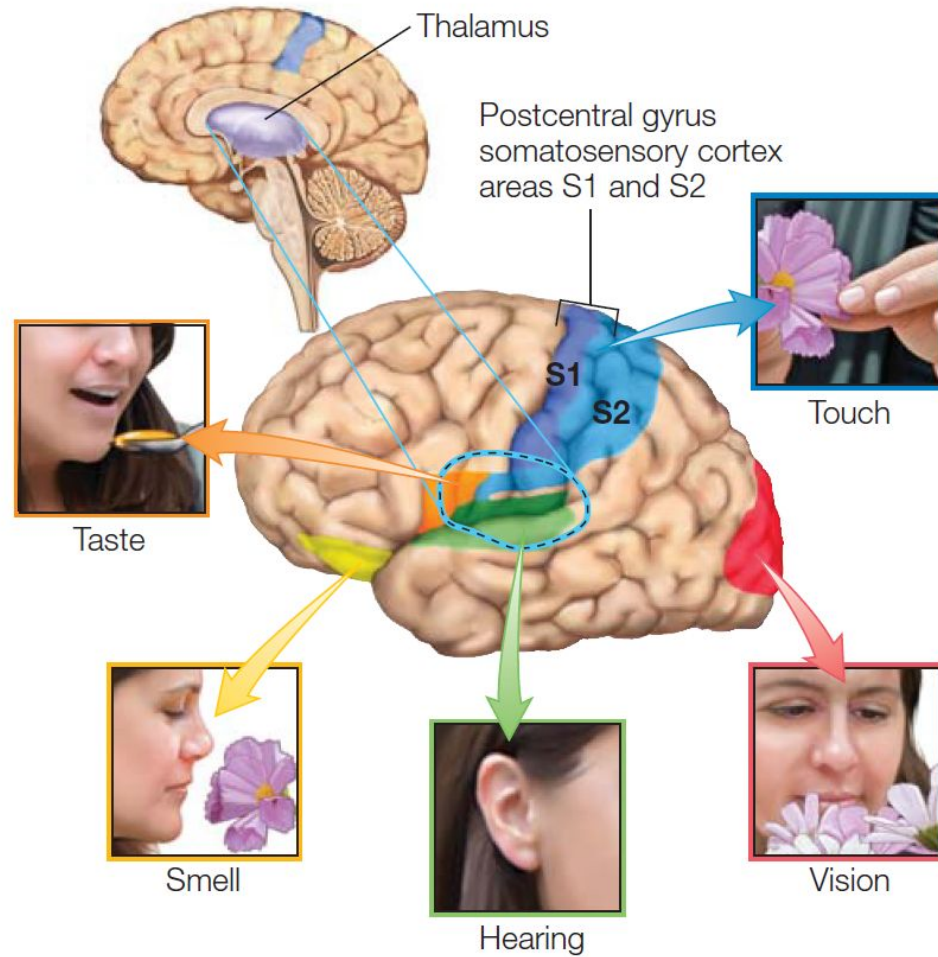


Todos las células receptoras comparten características en común.

Está preparado para responder a diferentes fuentes en el entorno.



# Procesamientos perceptuales



Todos las células receptoras comparten características en común.

La información viaja en dos sentidos, relación entre regiones corticales y subcorticales.