

TEMA 8:

“VOZ Y AUDICIÓN HUMANAS”

Roberto San Millán Castillo

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

...

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

voz y audición humanas

Objetivos:

Caracterización acústica de la señal de voz humana.

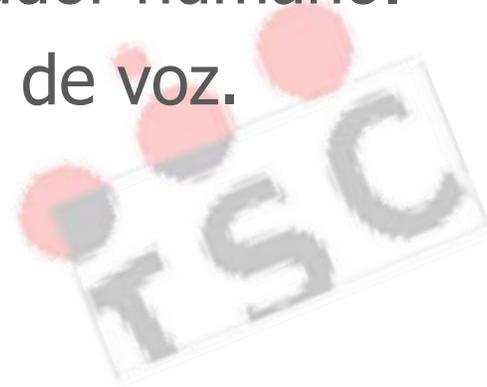
Análisis del proceso de audición humana.

Comprensión del concepto de "Sonoridad".

Comprensión del concepto de "Enmascaramiento".

Contenido:

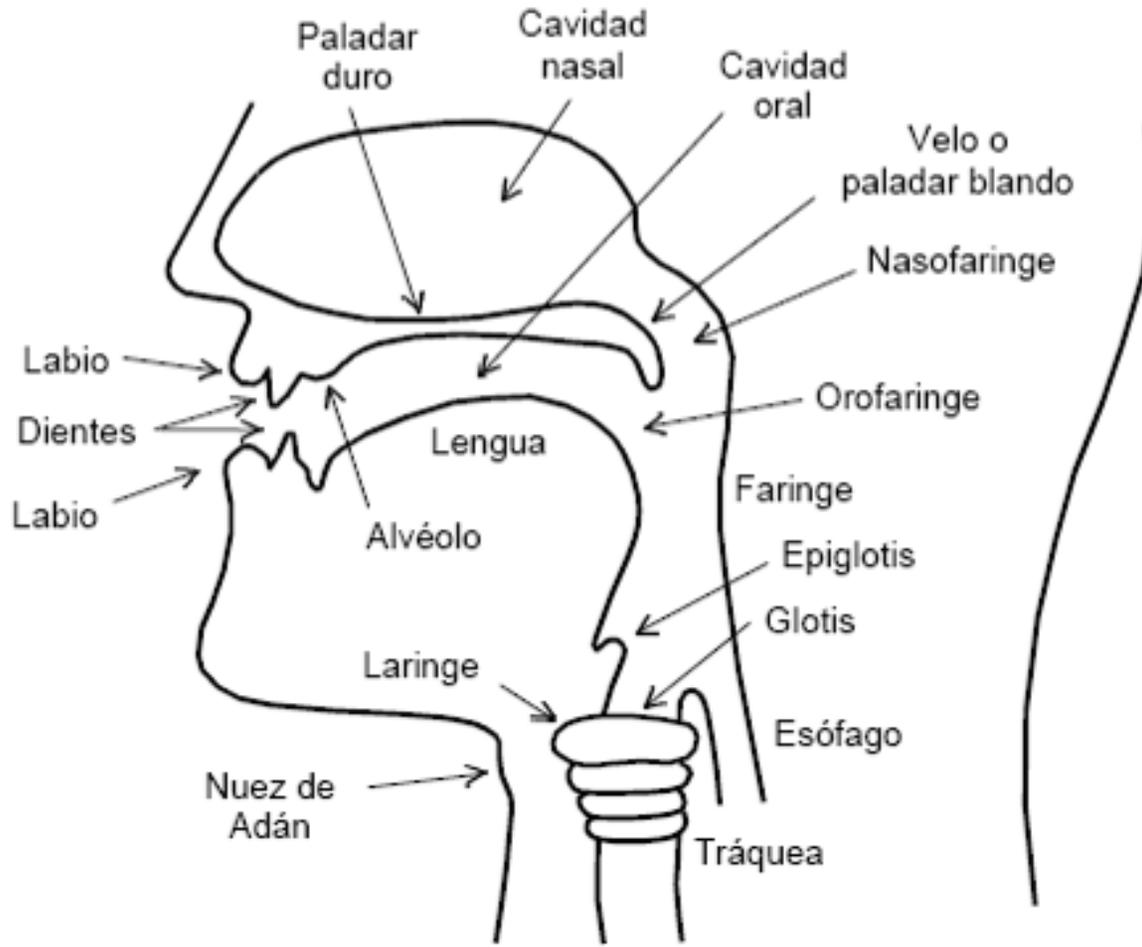
- Fisiología del aparato fonador humano.
- Características de la señal de voz.
- Fisiología del oído.
- Enmascaramiento.
- Sonoridad.



Universidad
Rey Juan Carlos

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
...
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

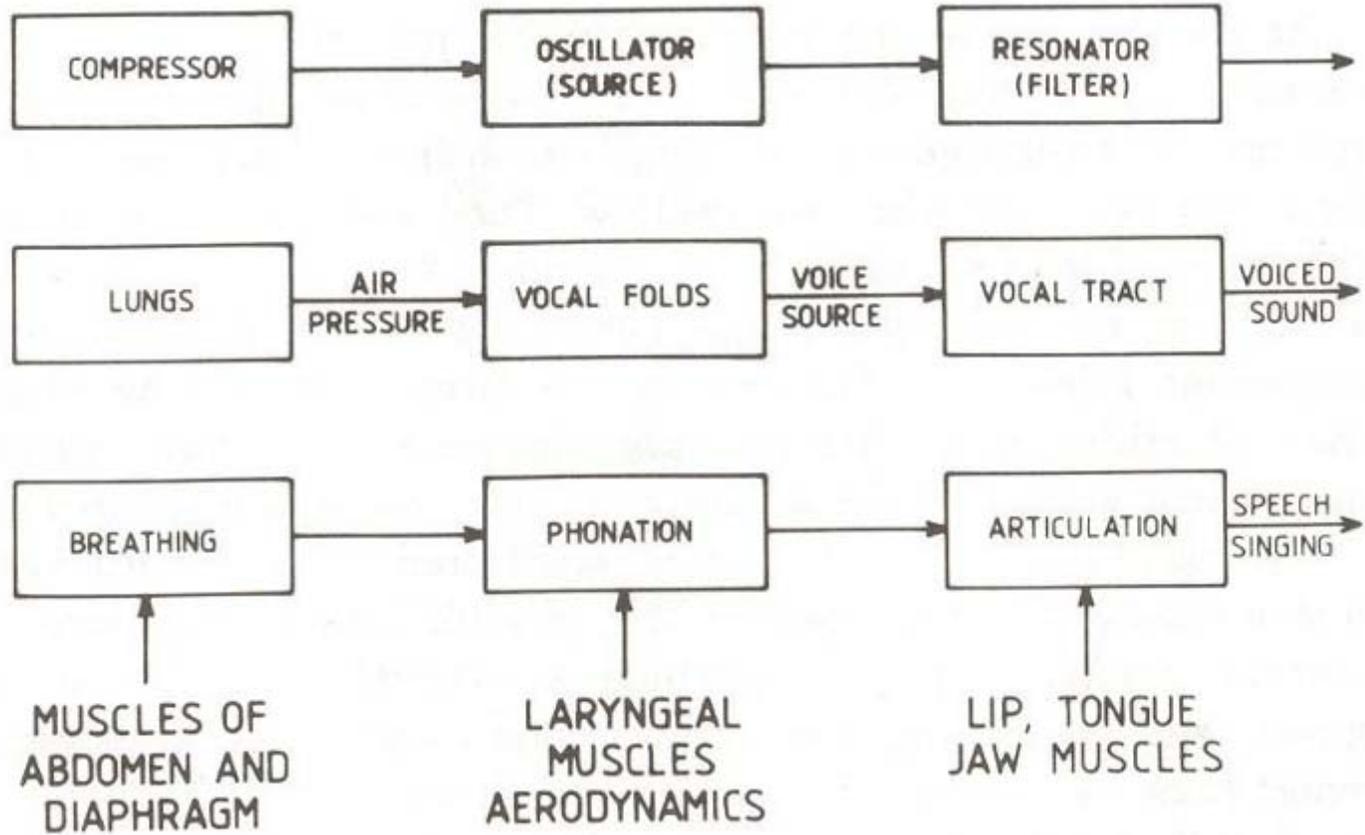
voz y audición humanas



z humana”, Federico Miyara

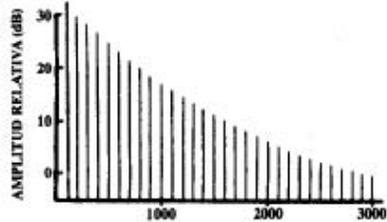
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

voz y audición humanas

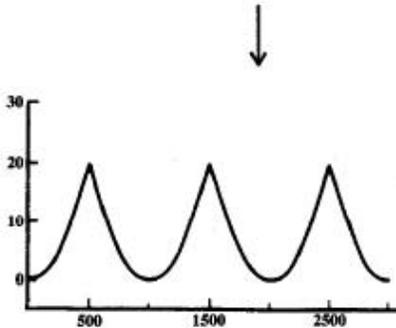


CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

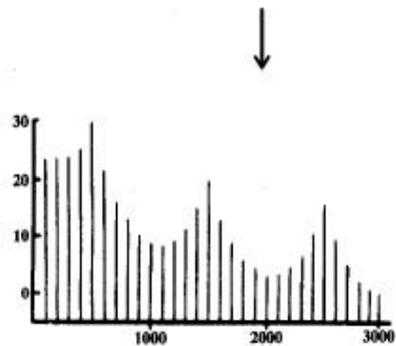
voz y audición humanas



A: Onda laríngea



B: Onda a su paso por las cavidades supraglóticas



C: Onda sonora final

Villayandre, Universidad de León

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

voz y audición humanas

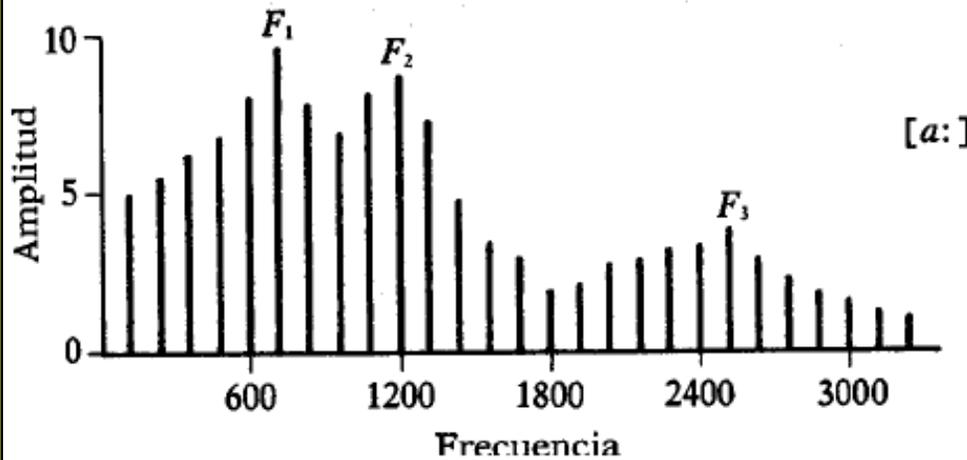
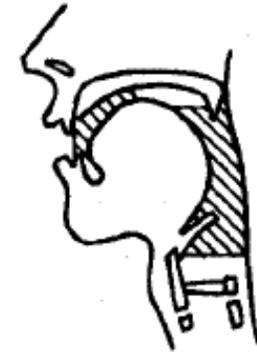
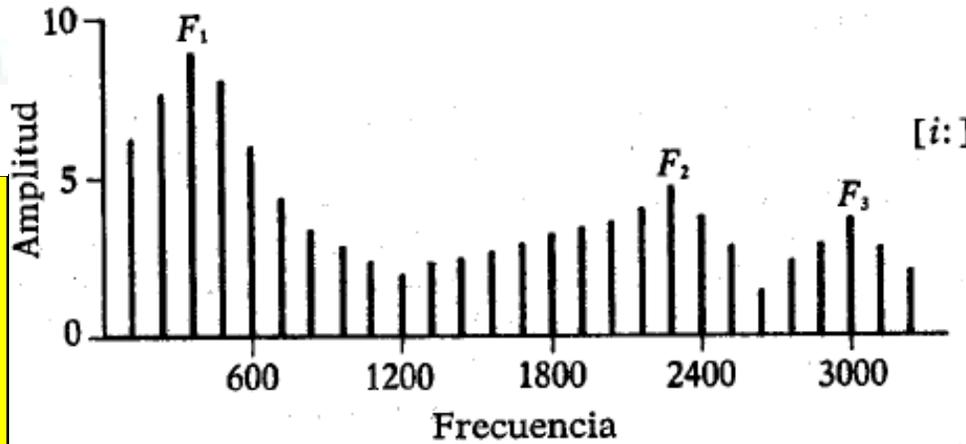
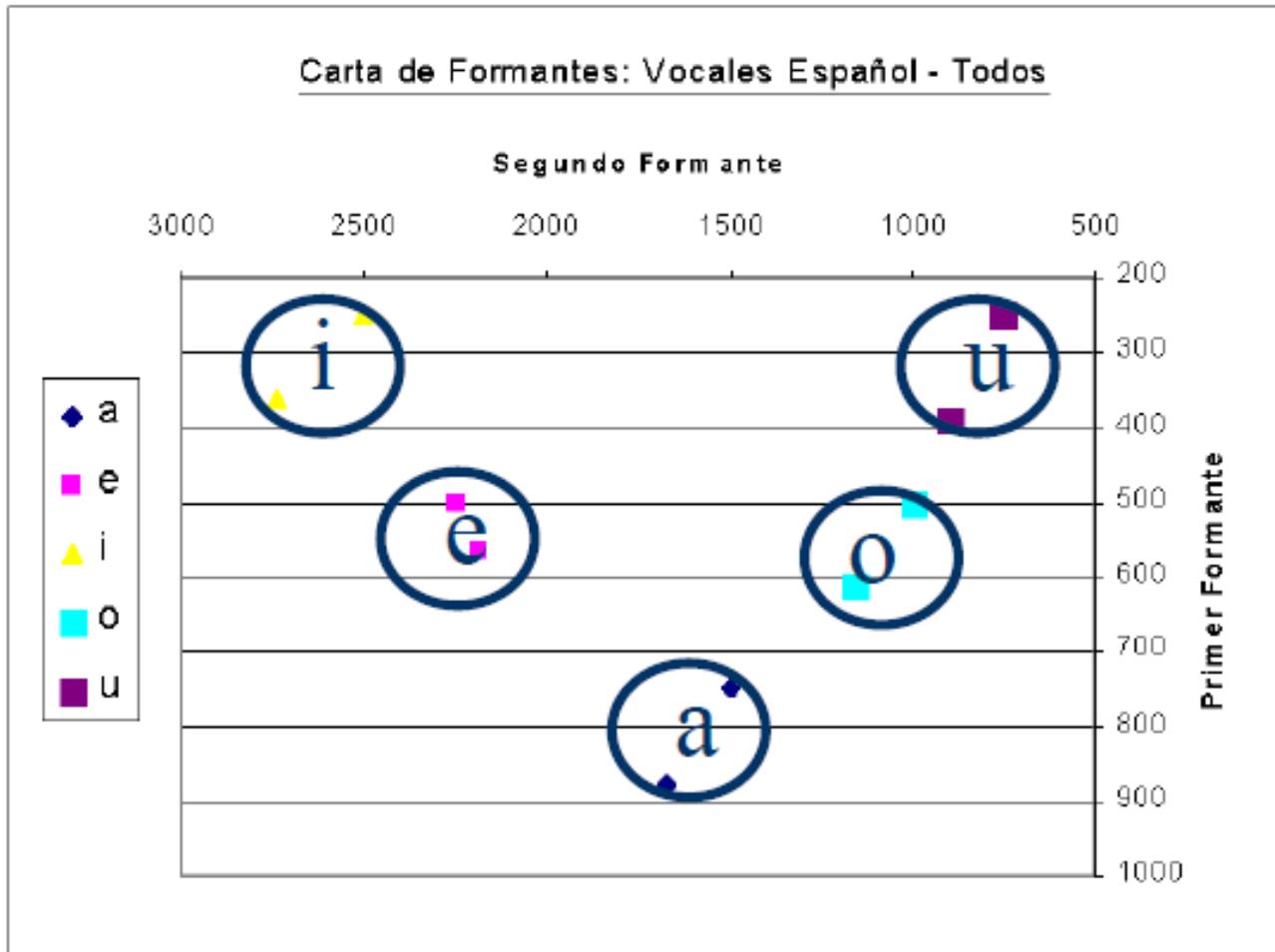


Gráfico tomado de Martínez Celdrán (1984:87)

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ...
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

voz y audición humanas



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

voz y audición humanas

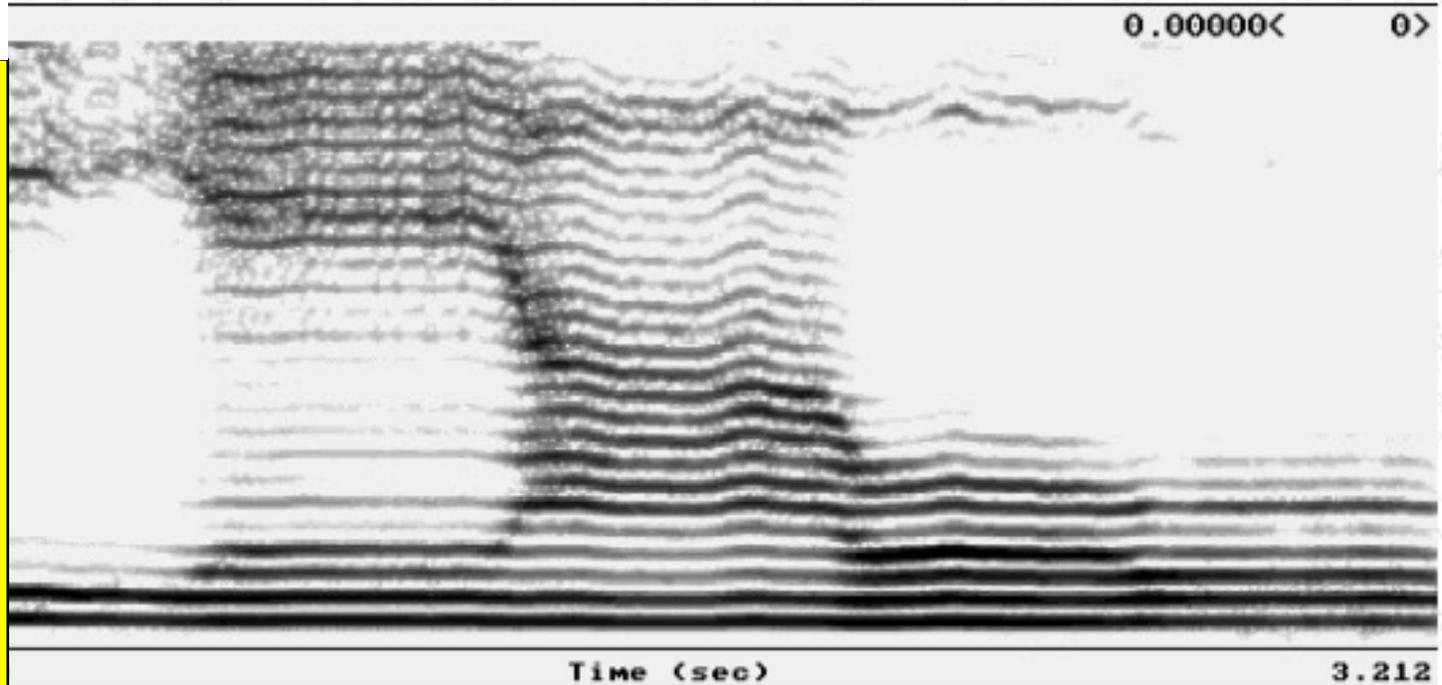
Tabla 2. Clasificación de las consonantes de la lengua castellana según el lugar y el modo de articulación y la sonoridad.

Lugar de articulación	Modo de articulación								
	Oral							Nasal	
	Oclusiva		Fricativa		Africada	Lateral	Vibrante	Aproximante	Sonora
	Sorda	Sonora	Sorda	Sonora	Sorda	Sonora	Sonora	Sonora	
Bilabial	p	b, v		b, v				w	m
Labiodental			f						
Dentarioalveolar			z	d					
Alveolar	t	d	s	y	ch	l	r, rr		n
Palatal				(y)	(ch)	ll		i	ñ
Velar	k	g	j	g					
Glotal			h						

z humana”, Federico Miyara

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

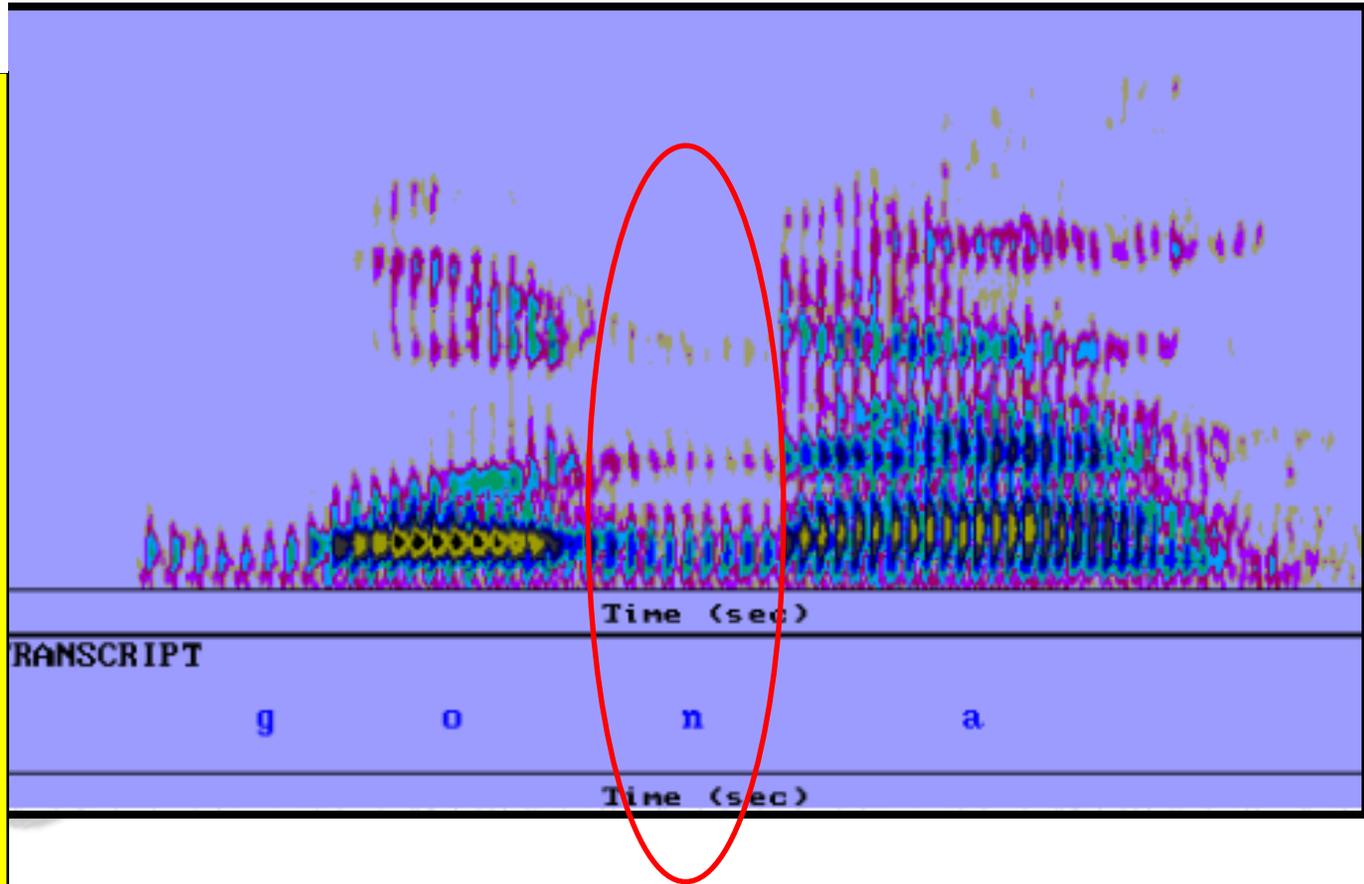
voz y audición humanas



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
...
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

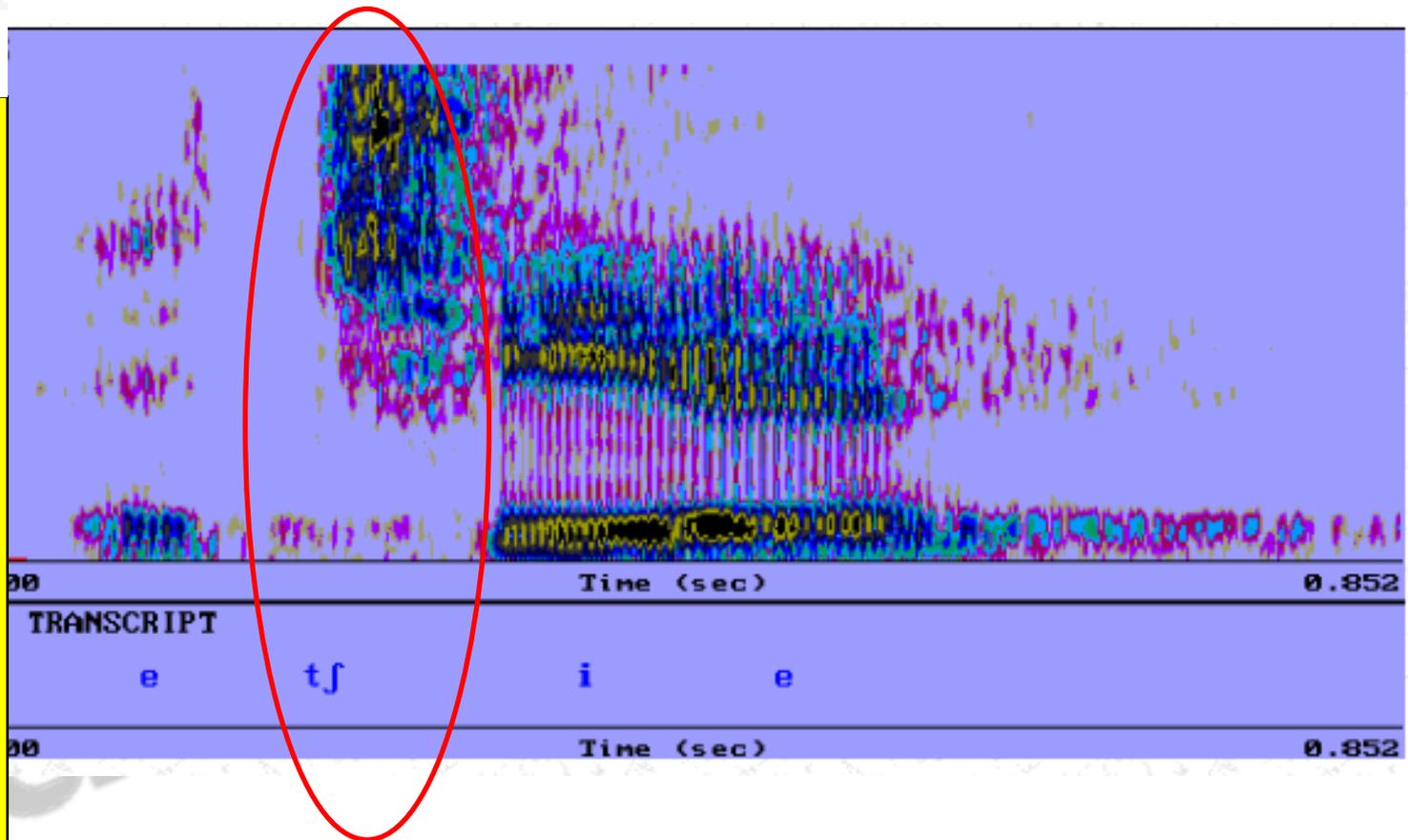
paginaspersonales.deusto.es/airibar/Fonetica/Apuntes/06.html Véase el espectro de la secuencia [i e a o u]

voz y audición humanas



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
...
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

voz y audición humanas



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
...
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

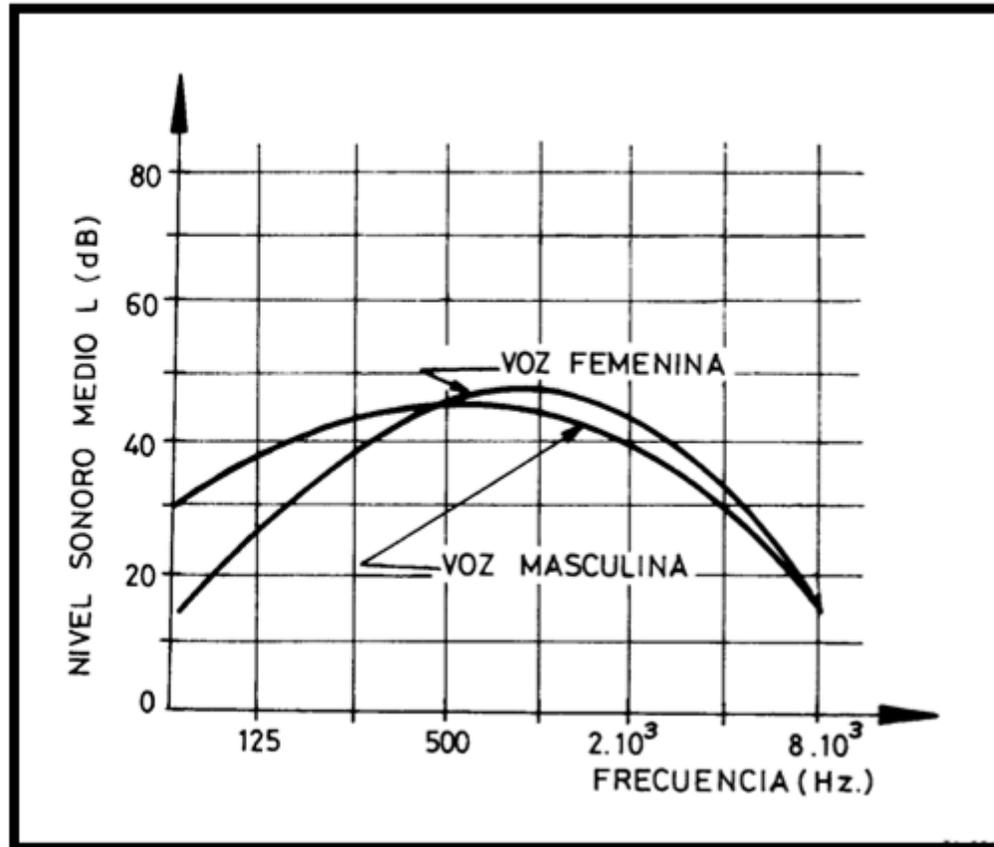
paginaspersonales.deusto.es/airibar/Fonetica/Apuntes/06.html consonante africana

voz y audición humanas

Rango en frecuencia de diferentes voces cantadas.

Instrumentos	Limite inferior		Limite superior	
	Nota musical	Frecuencia (Hz)	Nota musical	Frecuencia (Hz)
Soprano	DO ₃	261,62	DO ₅	1.046,50
Mezzosoprano	LA ₂	220,00	LA ₄	879,98
Contralto	FA ₂	174,61	MI ₄	659,25
Tenor	RE ₂	146,68	DO ₄	523,25
Barítono	SI ₁	123,47	LA ₃	440,00
Bajo	MI ₄	82,40	RE ₃	293,66
Voz femenina	-	164,80	-	9.399,00
Voz masculina	-	98,00	-	8.372,00

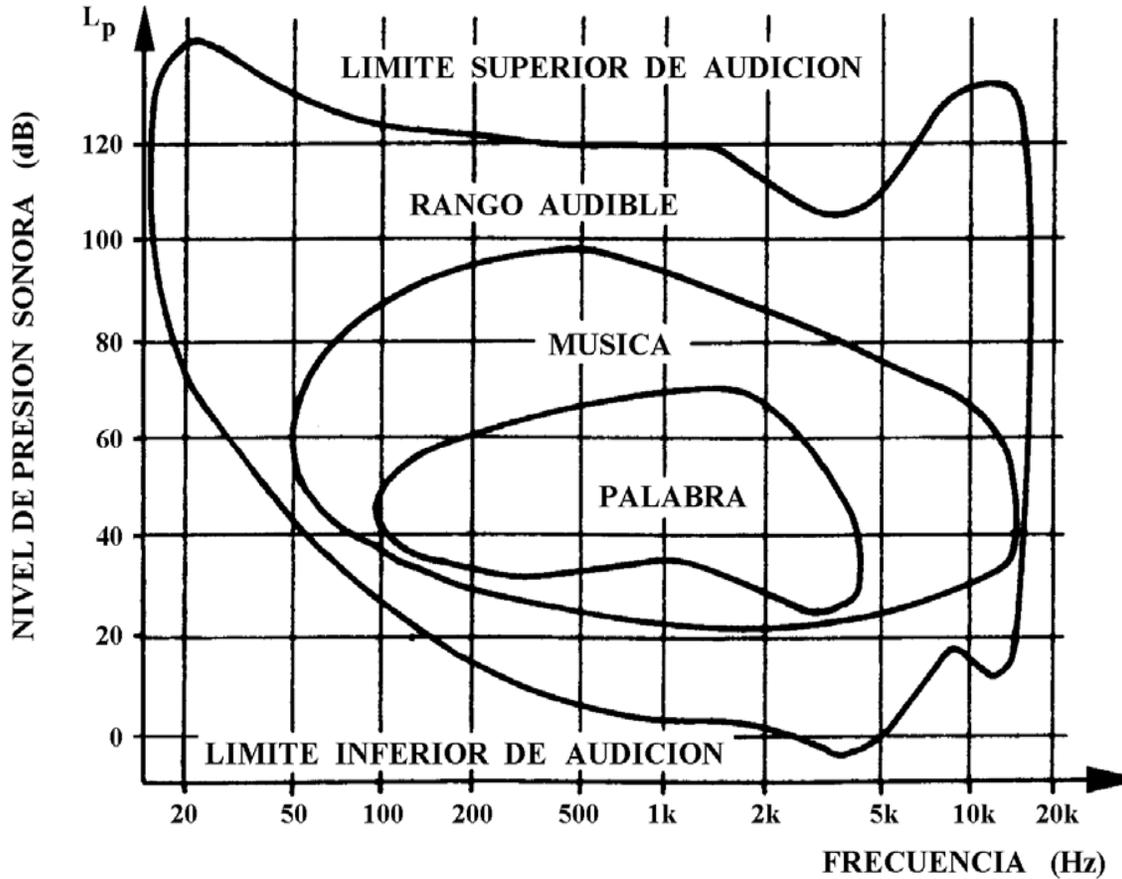
voz y audición humanas



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

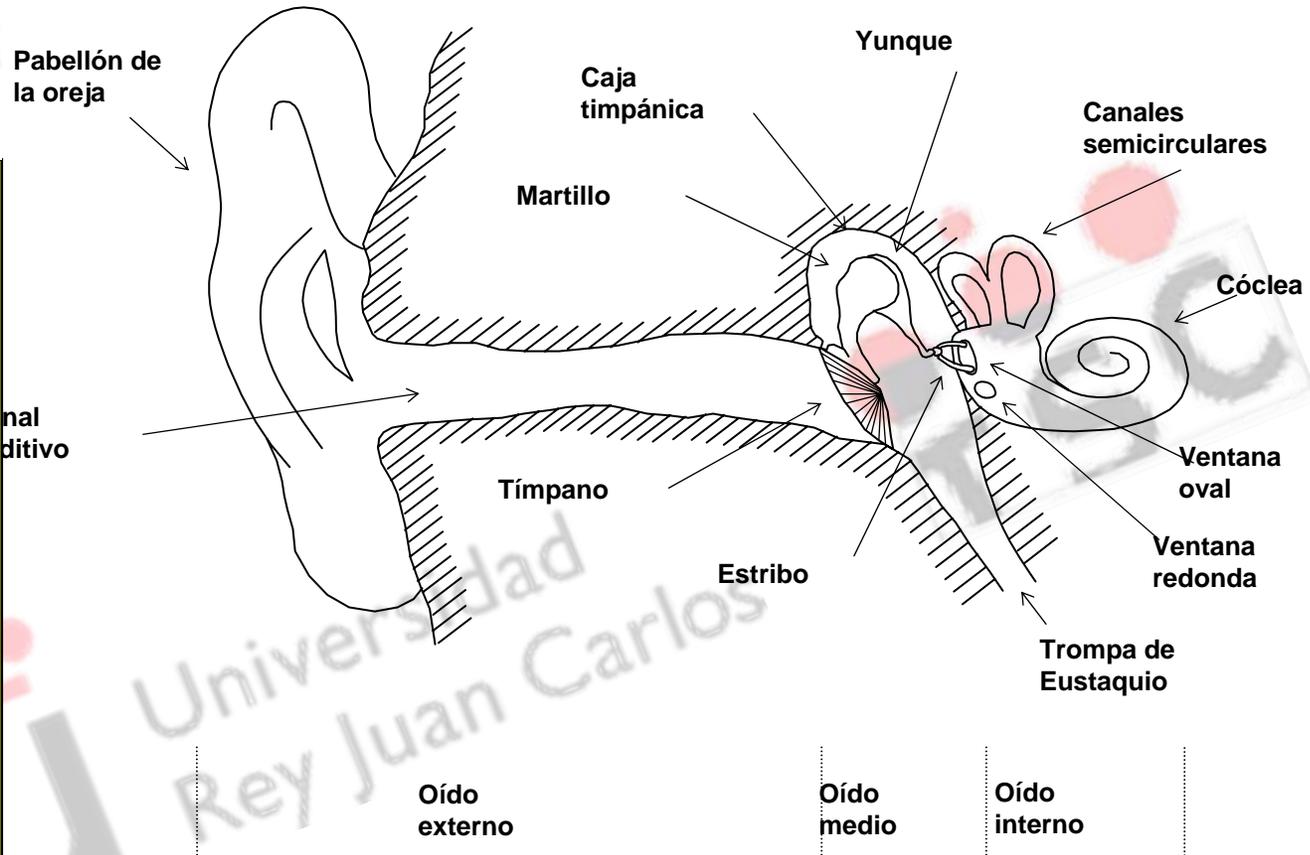
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

voz y audición humanas



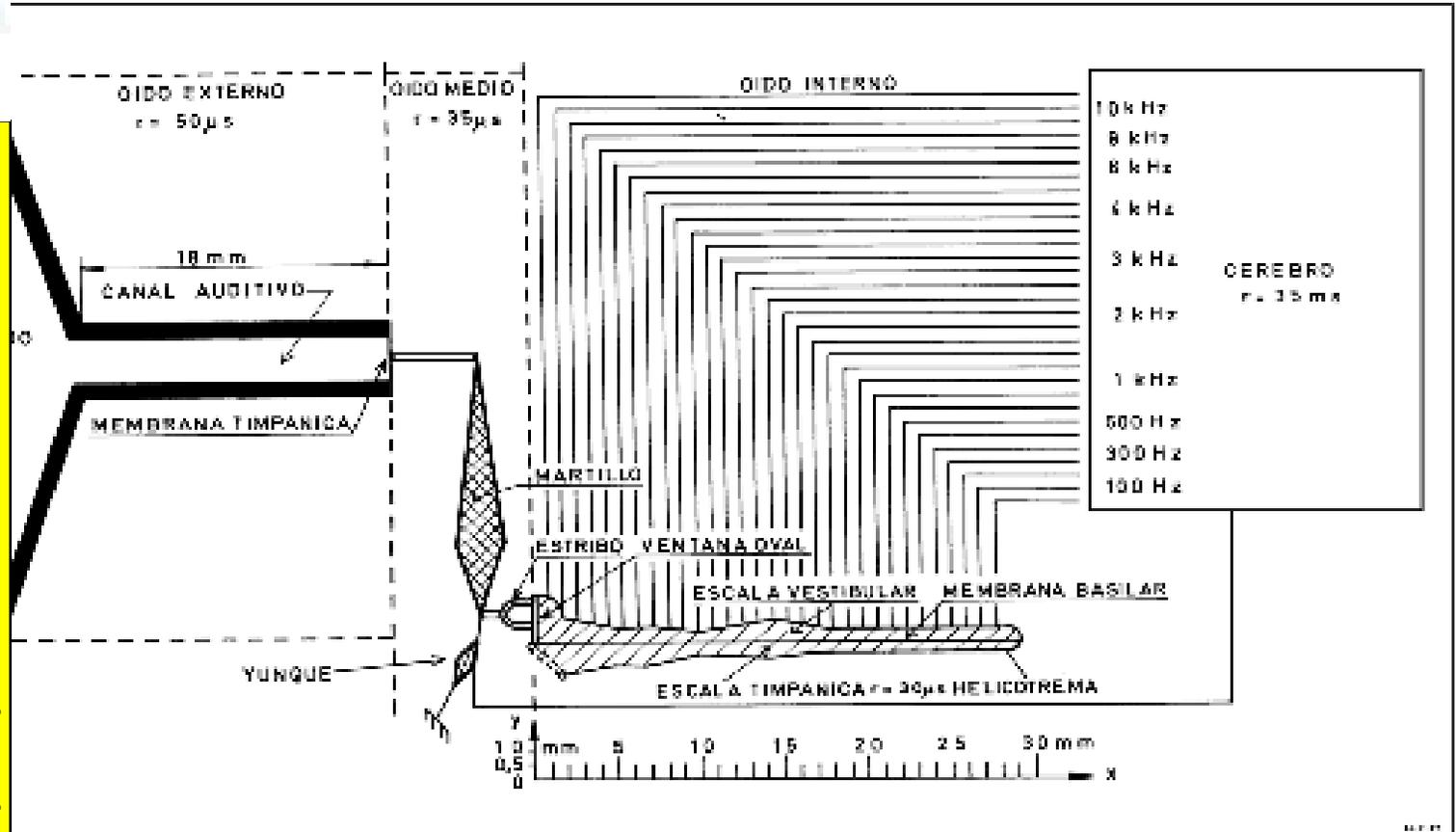
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

voz y audición humanas



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

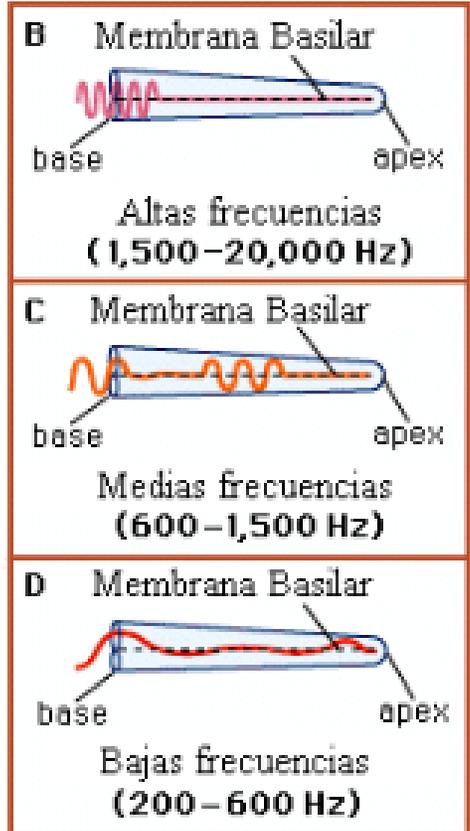
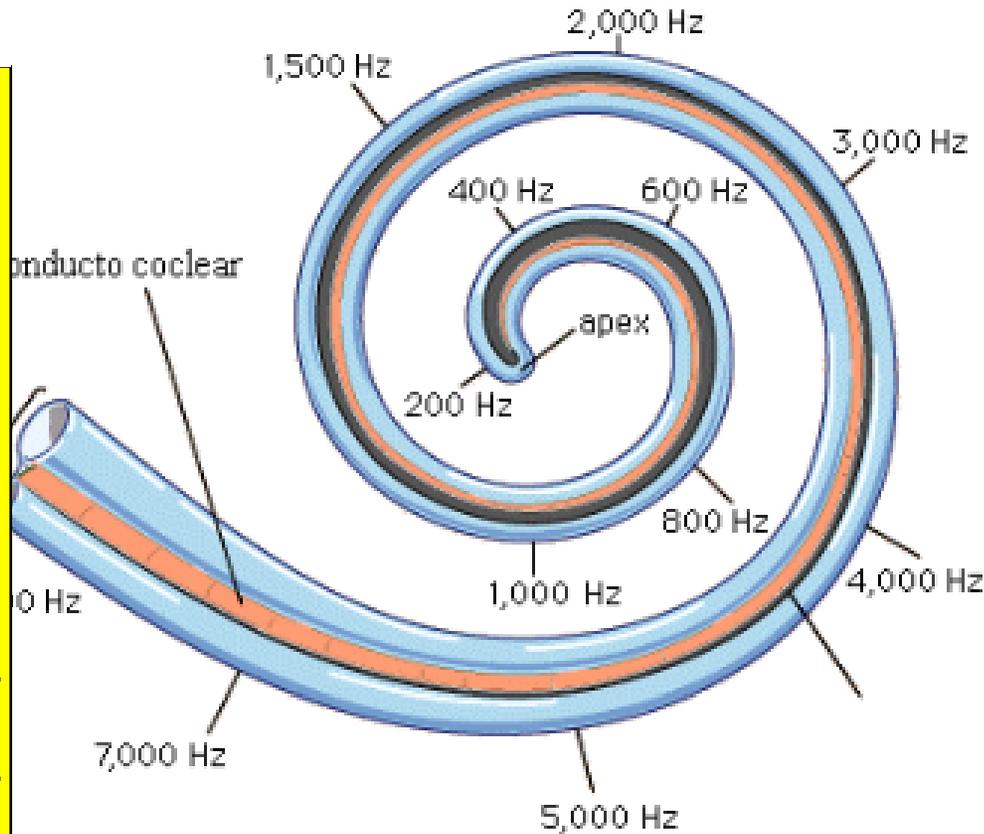
voz y audición humanas



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

voz y audición humanas

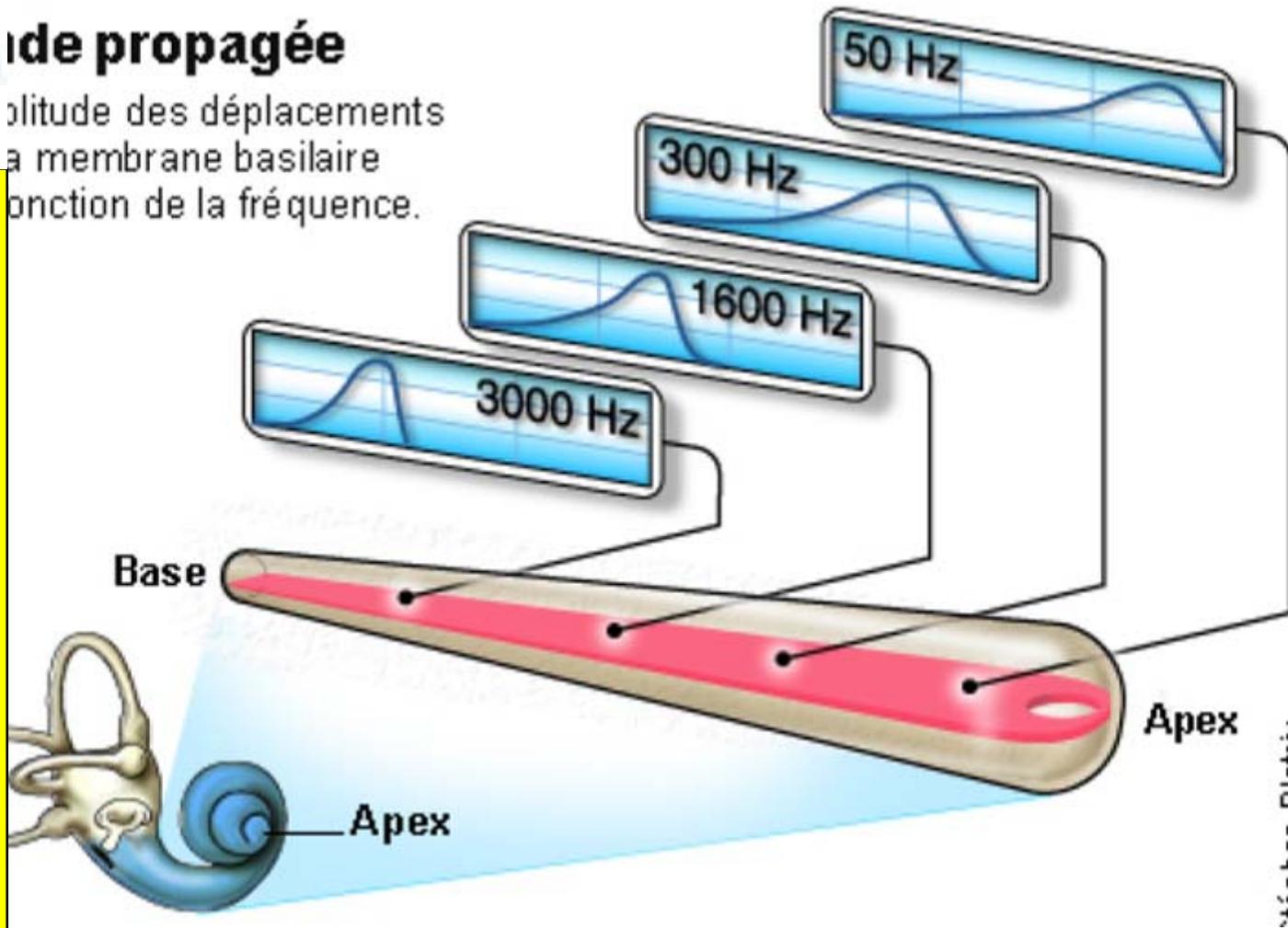


CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

voz y audición humanas

onde propagée

amplitude des déplacements
de la membrane basilaire
en fonction de la fréquence.

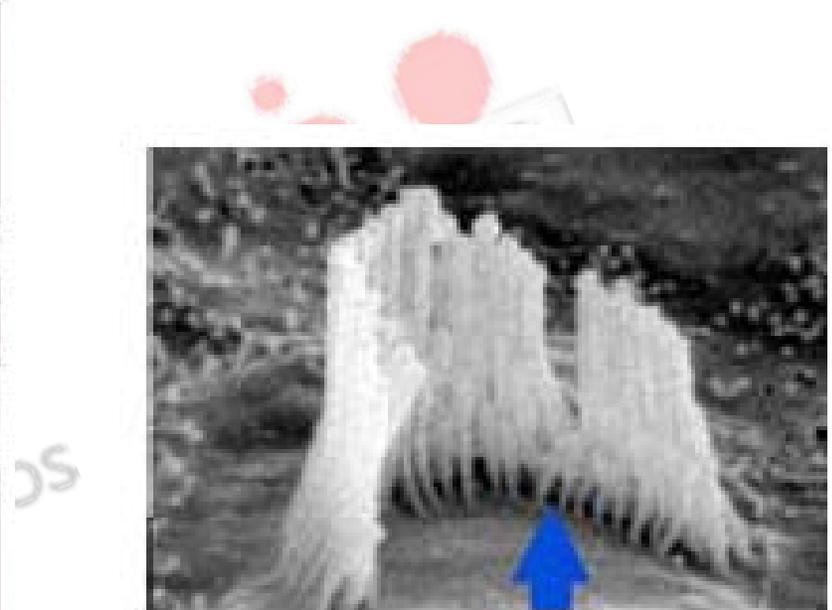
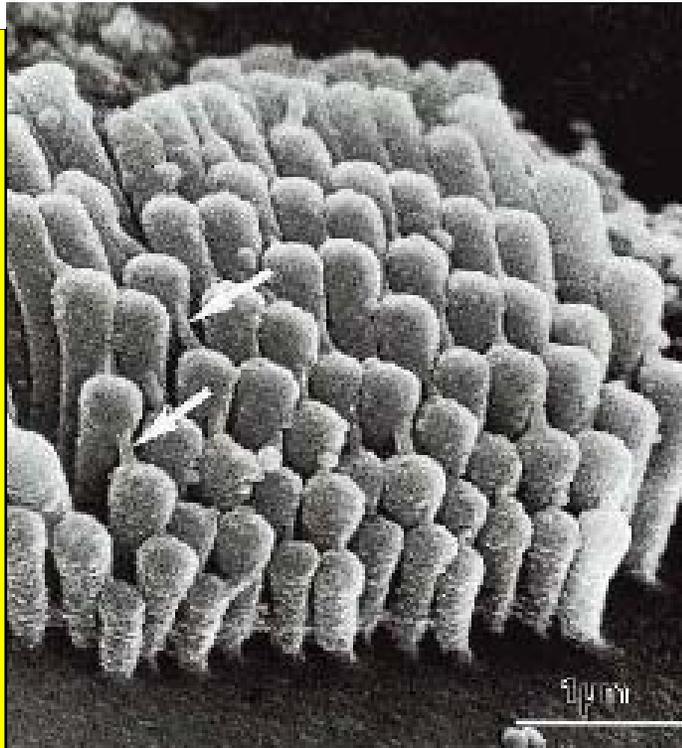


Stéphan Blatrix

cochlee.org

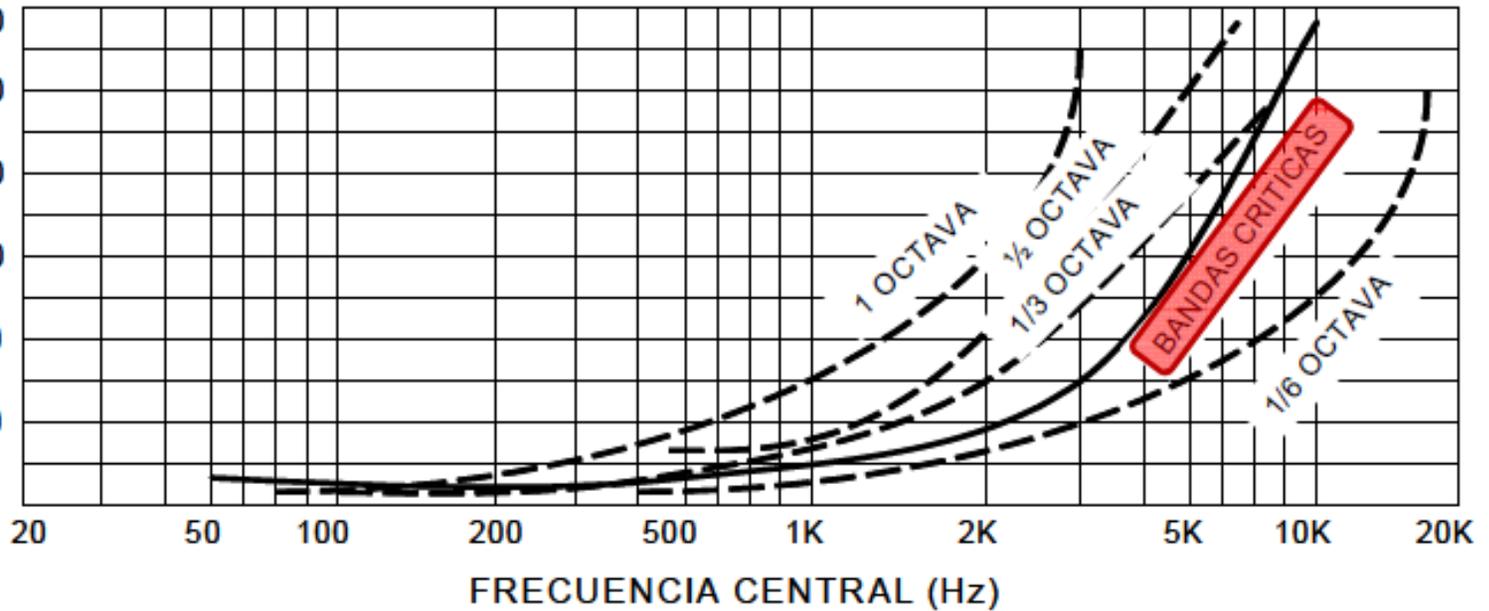
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

voz y audición humanas



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
--
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

voz y audición humanas

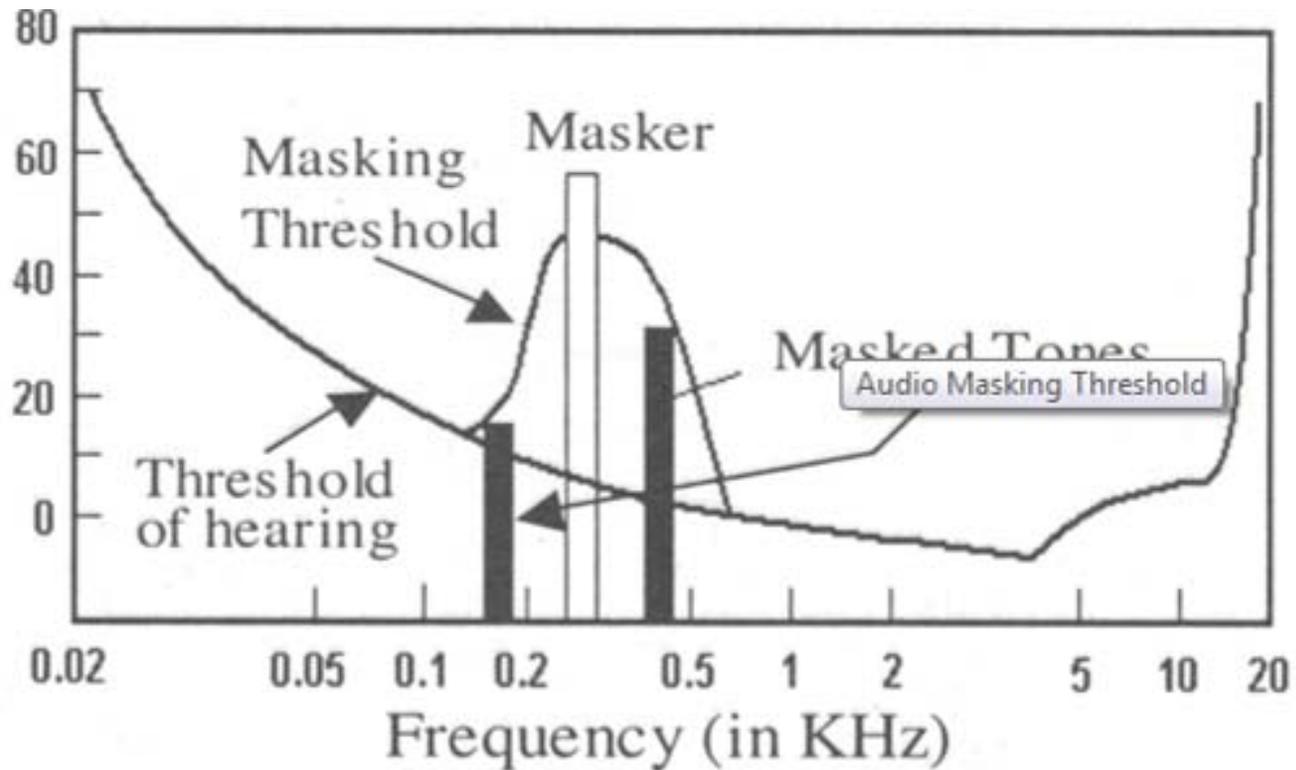


Acústica”, Manuel Recuero

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

voz y audición humanas

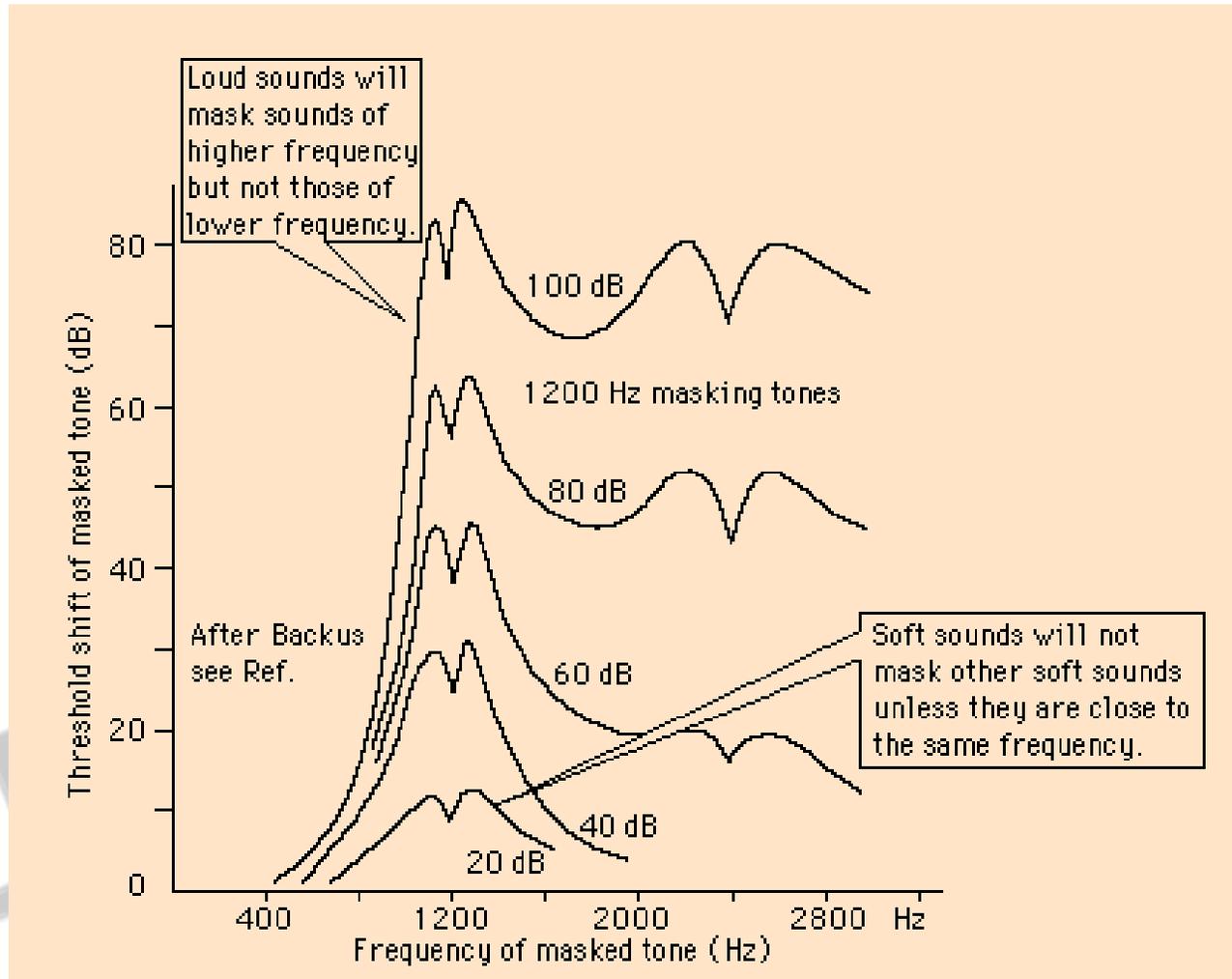


<http://www.cs525.edu/~cs525/audio/audio.html>

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ...
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

voz y audición humanas

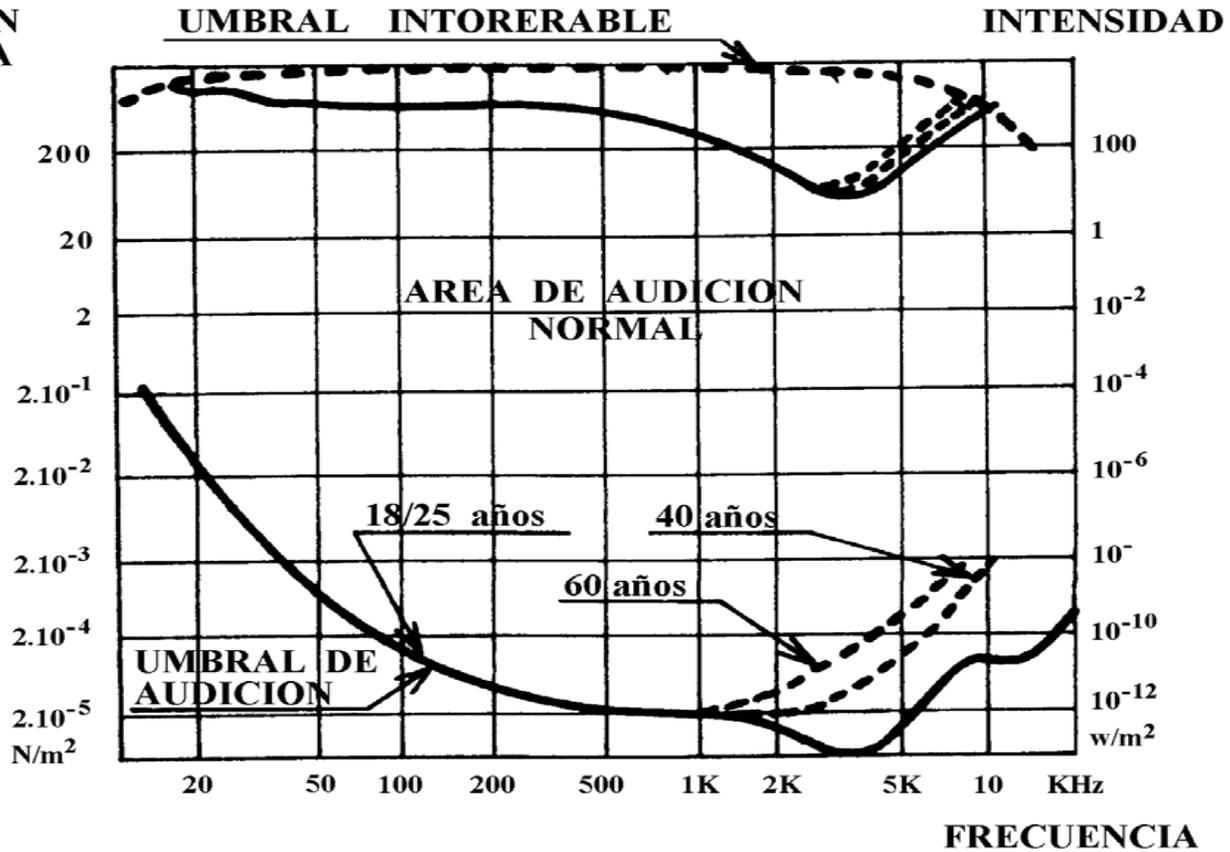
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ...
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



physics.phy-astr.gsu.edu/%E2%80%8Chbase/sound/eqloud.html

voz y audición humanas

ESION
NORA



CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

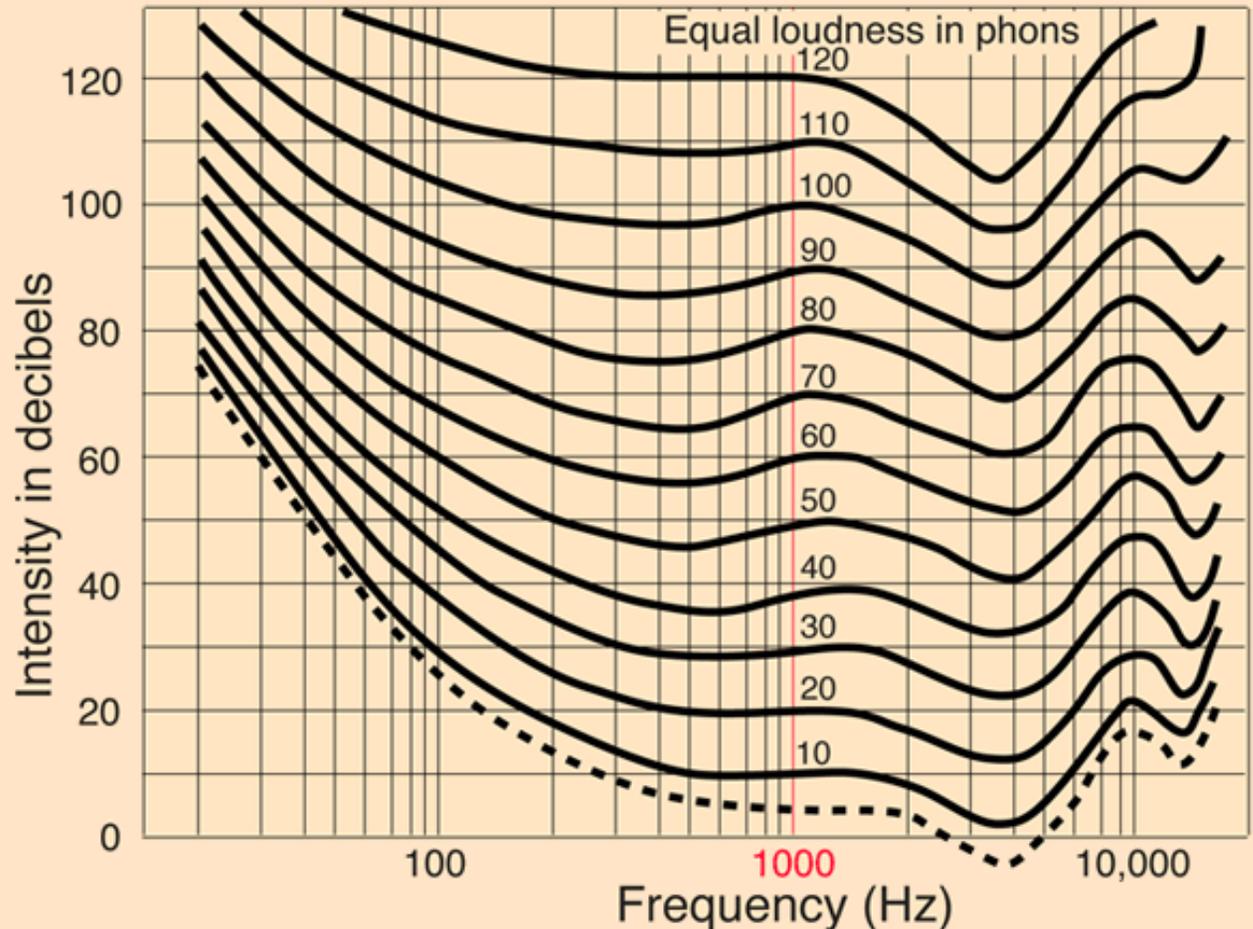
voz y audición humanas

Sonoridad – Método de Fletcher - Munson:

- Señal: tonos puros.
- Campo libre → Cámara Anecoica.
- “ Nuevas Unidades **Subjetivas**”: **Sonos y Fonos.**
- Referencia @1kHz.
- Relación con Curvas de ponderación en frecuencia.

voz y audición humanas

Equal Loudness Curves

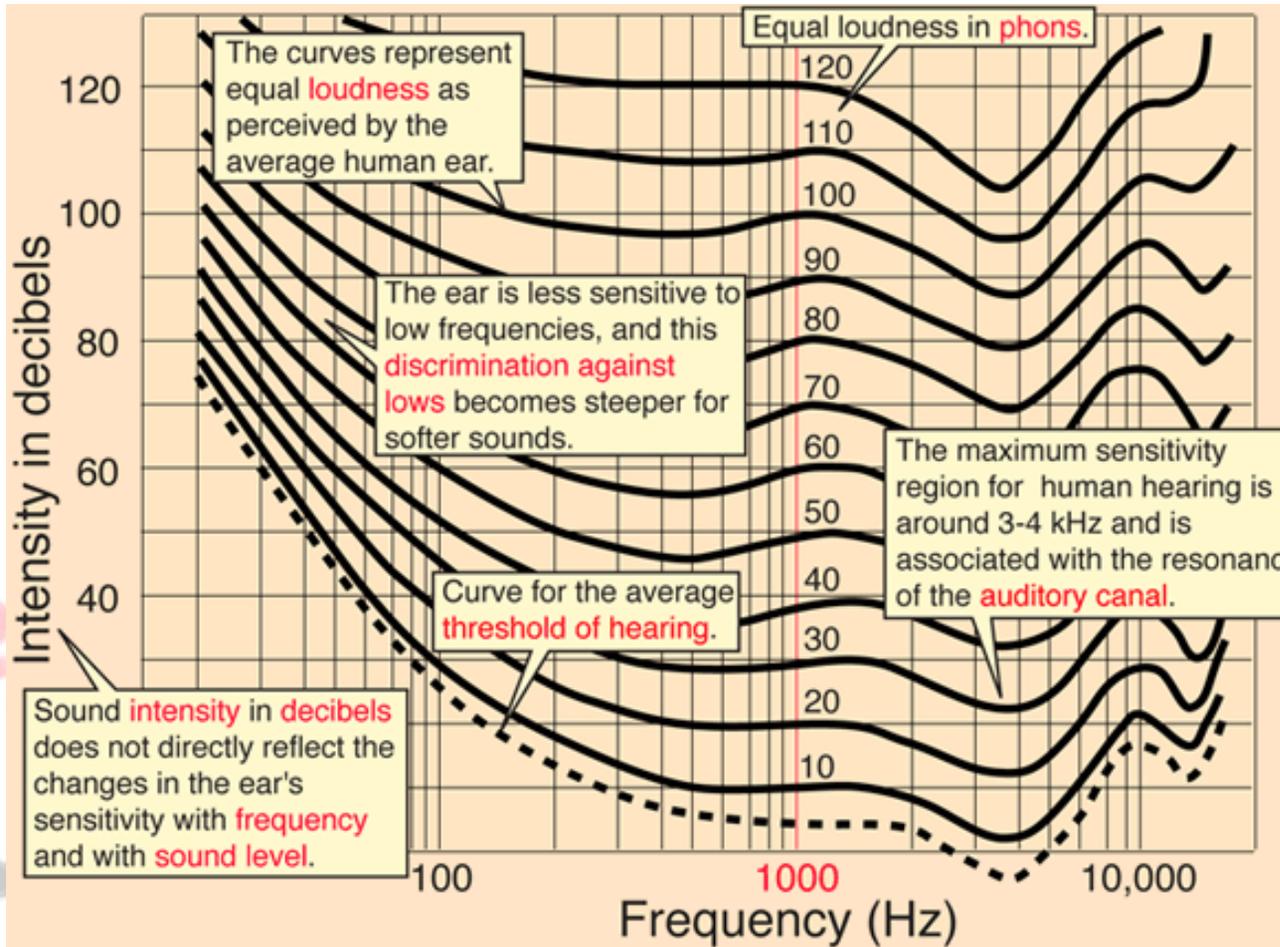


physics.phy-astr.gsu.edu/~E2%80%8Chbase/sound/eqloud.html

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

voz y audición humanas



physics.phy-astr.gsu.edu/%E2%80%8Chbase/sound/eqloud.html

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

voz y audición humanas

Nivel de Sonoridad:

- Sensación subjetiva del nivel de presión sonora.
- Dependencia: frecuencia, nivel, y ancho de banda.
- Descriptor: Nivel de sonoridad (L_N).
 - Referencia \Rightarrow 1kHz
 - Unidad: fon.
 - $\Rightarrow L_N + L_N \neq L_N + 3\text{dB}$
 - $\Rightarrow L_N + L_N = L_N + 10\text{dB}$

voz y audición humanas

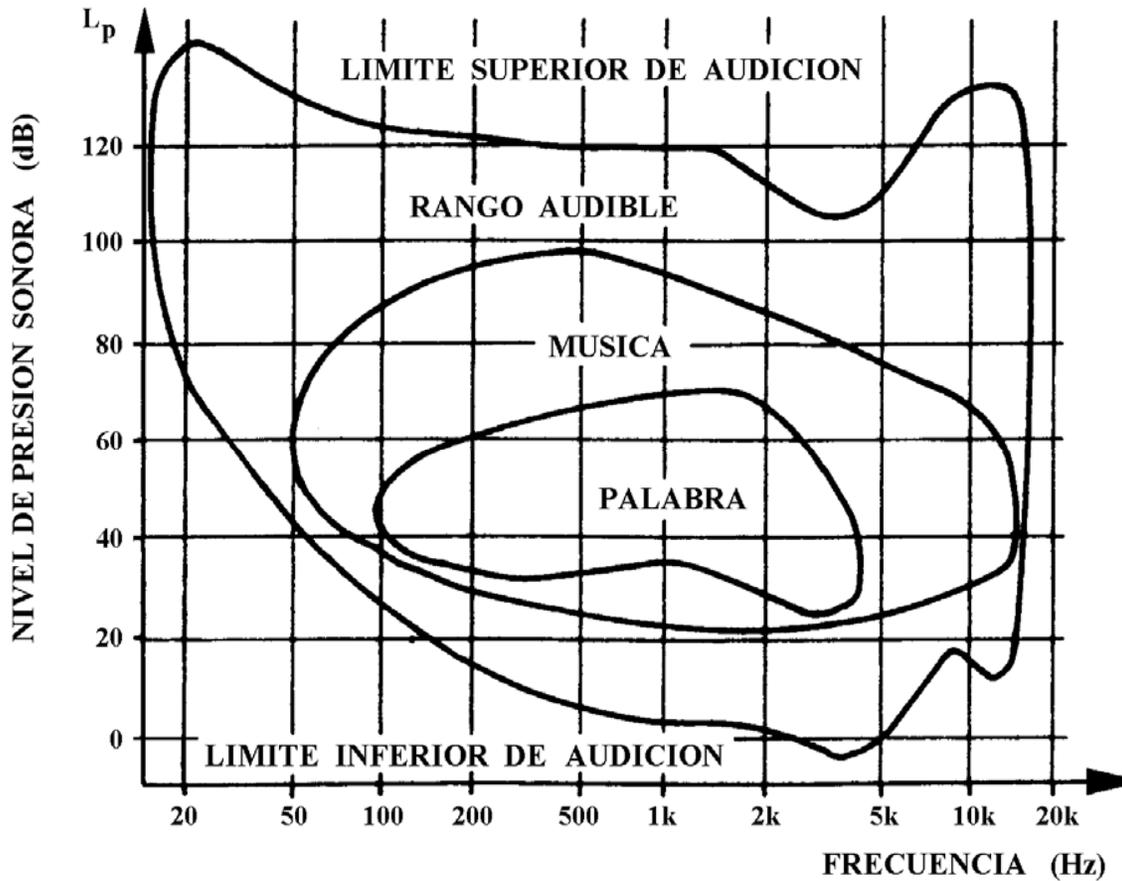
Sonoridad:

- Sensación subjetiva de la presión sonora.
- Dependencia: frecuencia, nivel, y ancho de banda.
- Descriptor: sonoridad (N).
 - Referencia => 1kHz
 - Unidad: son.
 - Si $L_N > 40$ fonos =>
 - Si $L_N < 40$ fonos =>

$$N = 2^{\left(\frac{L_N - 40}{10}\right)}$$

L_N	34	30	24	20	16	12
N	0.5	0.4	0.2	0.1	0.05	0.02

voz y audición humanas



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

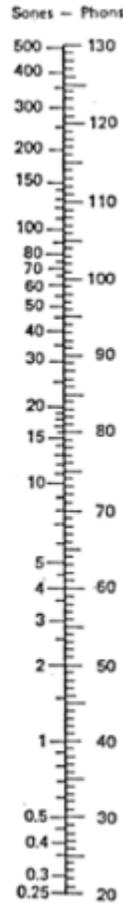
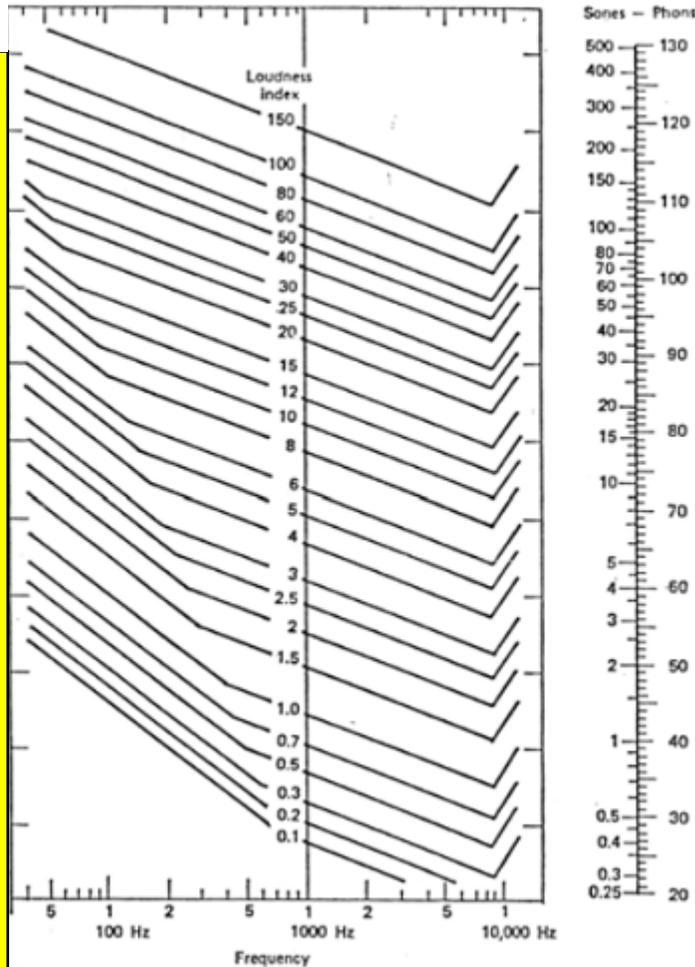
voz y audición humanas

Sonoridad – Método de Stevens:

- Señal: ruido en banda ancha.
- Campo difuso.
- Mantienen relación de Sonos y Fonos.
- Evaluación en Octavas (1/1).
- Obtención de un valor global.

voz y audición humanas

Sonoridad – Método de Stevens:



$$S_t = S_m + F \left[\sum_{i=1}^{n\text{bands}} S_i - S_m \right]$$

where:

- S_t = the total loudness in sones
- S_m = the greatest of the partial loudness values (in sones)
- $n\text{bands}$ = number of octave or 1/3 octave bands used
- F = fractional loudness contribution factor reflecting masking effects. It is equal to 0.15 for 1/3 octaves.

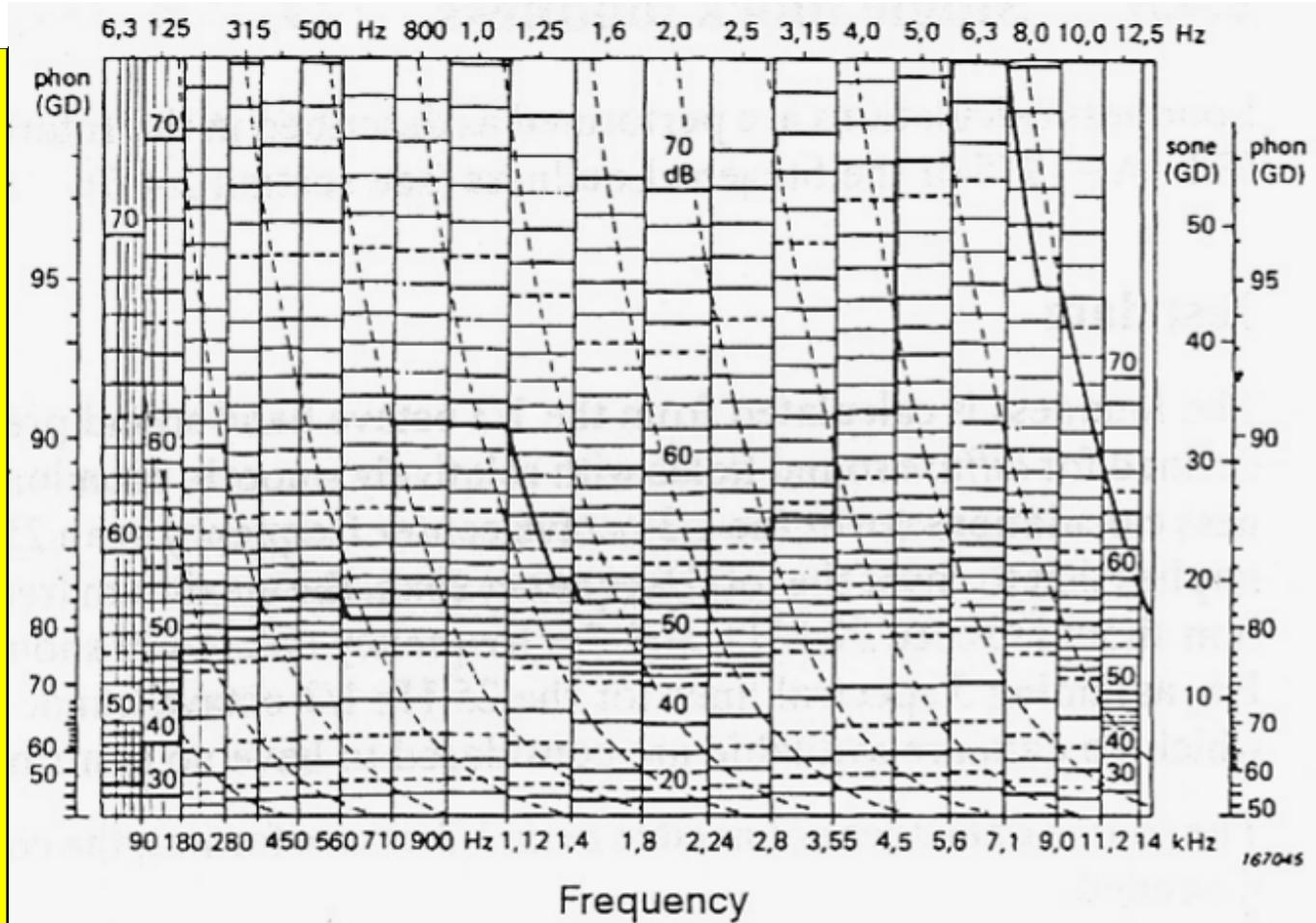
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Sonoridad – Método de Zwicker:

- Basado en el modelado teórico del oído,
- Relevancia mayor del **enmascaramiento**.
- Campo difuso.
- Mantienen relación de Sonos y Fonos.
- Evaluación en tercios de Octavas (1/3).
- Método gráfico con curvas de Zwicker.
- Resultados “ad hoc” en función del contenido en frecuencia de la señal.
- Ampliamente empleado en Calidad Acústica (p.e. NVH)

voz y audición humanas

Sonoridad – Método de Zwicker:

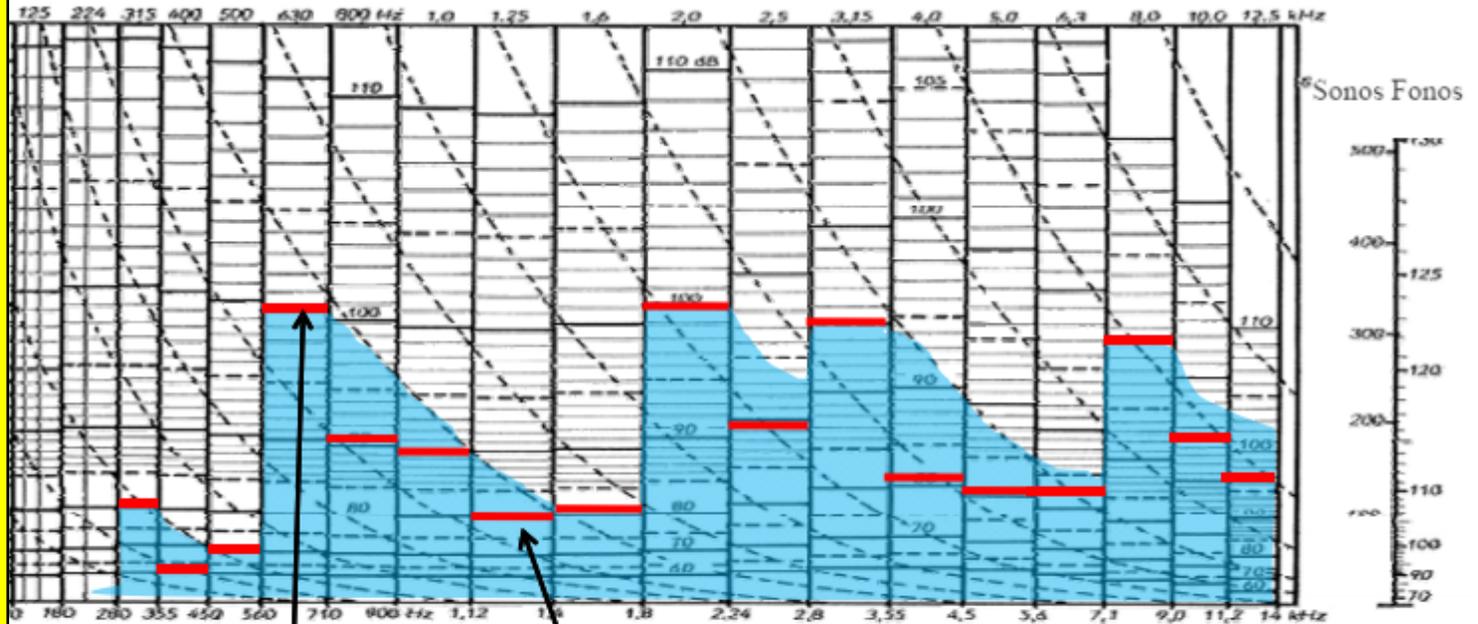


CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

voz y audición humanas

Sonoridad – Método de Zwicker:



Ancho de banda

Banda enmascarada

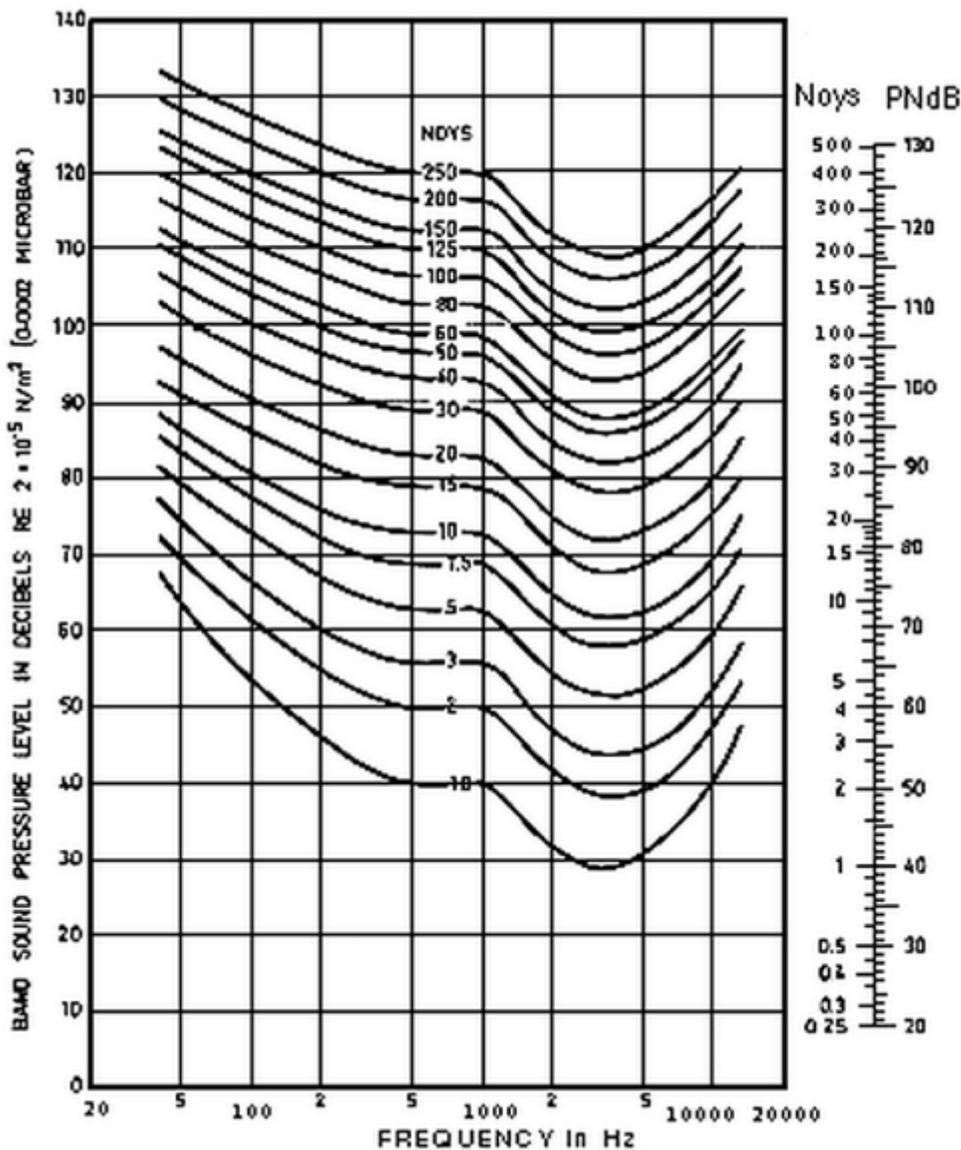
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

‘Noisiness’ – Método de Kryter (p.e.)

- Concepto cercano, pero distinto a la sonoridad.
- → Sonoridad + **circunstancias**.
- Kryter, asociado a molestia por operaciones aeroportuarias en las inmediaciones de infraestructuras.
- ...otra Unidad nueva ...**NOYS**...Sonos
- ...otra Unidad nueva ...**PNL** (“Perceived Noise Level”)...Fonos
- Cálculo igual que Stevens.

voz y audición humanas



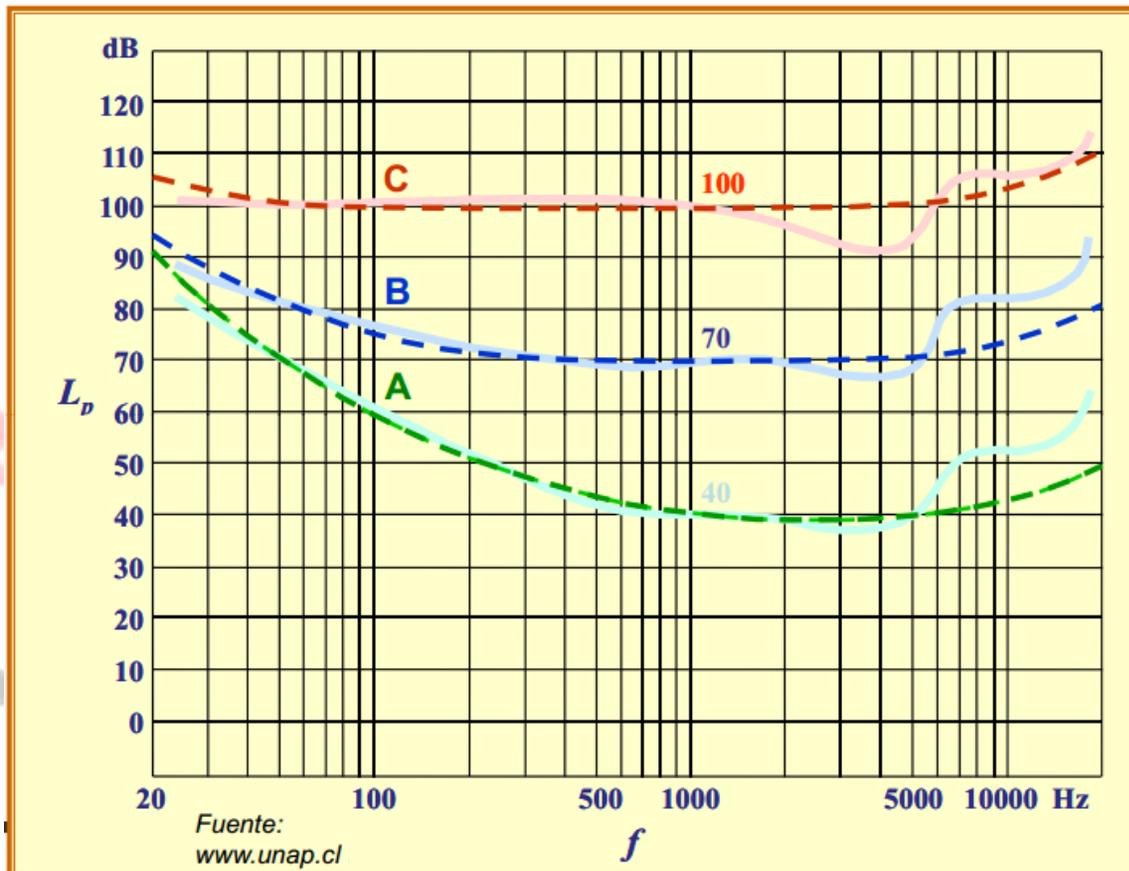
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

voz y audición humanas

Curvas de Ponderación en Frecuencia

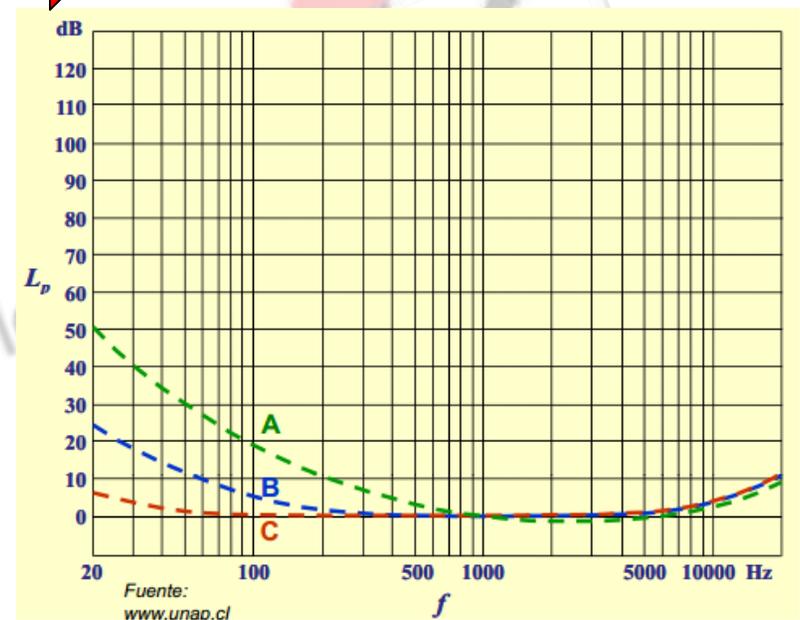
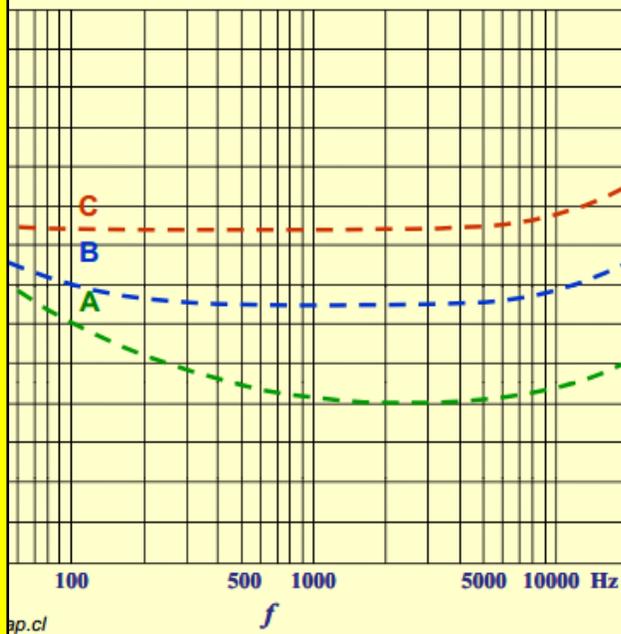
- Parten de las curvas isófonas:



voz y audición humanas

Curvas de Ponderación en Frecuencia

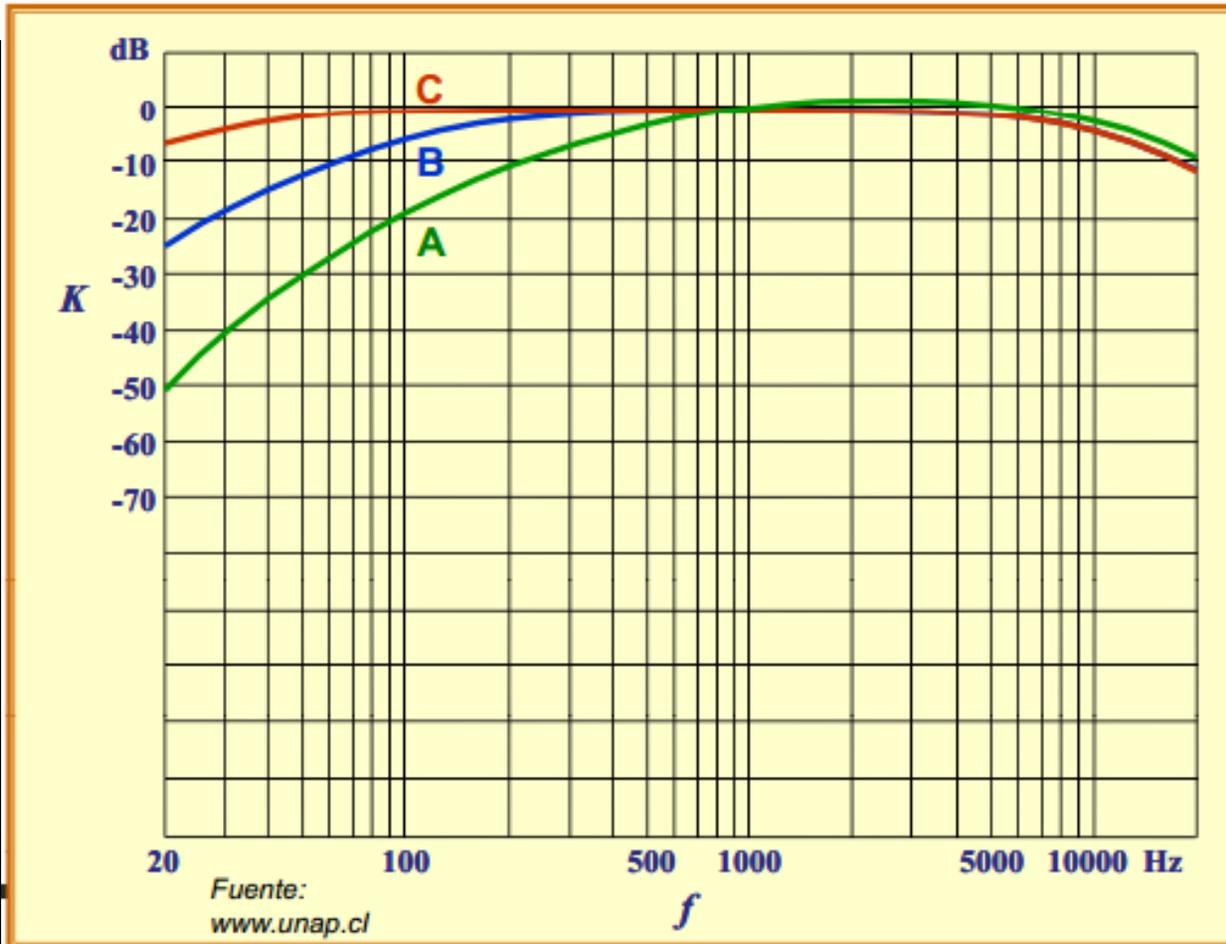
- Parten de las curvas isófonas:



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

voz y audición humanas

Curvas de Ponderación en Frecuencia



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

voz y audición humanas

Varios vídeos de divulgación:

castellano, regular

http://www.youtube.com/watch?v=H_zIJZWk-mQ

el Geographic en castellano, voz y oído, muy bueno

<http://www.youtube.com/watch?v=D5vfculhvYU>

castellano, castellano, excelente

http://www.youtube.com/watch?v=rd6_zrvwk7U

castellano, inglés, Universidad California,

<http://www.youtube.com/watch?v=J56g1U50EcU>

castellano, focalizado en órgano de Corti, inglés, excelente

<http://www.youtube.com/watch?v=1JE8WduJKV4>

audición auditiva, inglés con subtítulos, excelente

http://www.youtube.com/watch?v=eV_DnD3eIRw

voz y audición humanas

Resumen:

Voz humana:

- Generación de señal.
- Sistema Fonador.
- Sistema articulador.

Señal de Voz:

- Frecuencia fundamental.
- Formantes, señales sonoras.
- Ruido en banda, señales sordas.
- F.P. Bajo.
- Limitada en frecuencia.
- Limitada en rango dinámico.

voz y audición humanas

Resumen:

Audición Humana:

- Oído externo.
- Oído medio.
- Oído interno.

Enmascaramiento:

- Desplazamiento del umbral de audición.

Sonoridad:

- Percepción subjetiva de nivel sonoro.
- Curvas isófonas.
- Fonos / Sonos.

Referencias presentación:

"Ingeniería Acústica", Recuero, M.

"Noise Control Engineering", Beranek, L.

"La voz humana", Miyara, F.

<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/%E2%80%8Chbase/sound/eqloud.html>

www.cochlee.org

<http://paginaspersonales.deusto.es/airibar/Fonetica/Apuntes/06.html>

<http://www.sfu.ca/sonic-studio/>

"Apuntes Acústica", EUITT-UPM.

"Apuntes Ingeniería Acústica", EUITT-UPM.

"Apuntes Ruido industrial y laboral", Doctorado Ing. Acústica – UPM.

Varios Internet sin clasificar.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
...
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70