

Sistemas de protección facial e inteligibilidad del habla.



Nuevas necesidades y soluciones.

Introducción

El acceso a los mensajes verbales es esencial para la comunicación y el aprendizaje. Para ello, en la vida cotidiana, nos valemos de la información auditiva y visual. La utilización de distintos sistemas de protección facial (mascarillas y pantallas) contra la COVID-19, crea nuevos desafíos en la comunicación. Las personas con pérdida auditiva se ven aún más afectadas, ya que estos sistemas degradan la señal acústica y la mayoría de ellos reducen y /o eliminan las pistas visuales, lingüísticas y gestuales que ayudan a la decodificación del mensaje y la interacción social. A esto debemos sumar la obligación de mantener una distancia de seguridad, lo que disminuye la intensidad de la señal. Todo esto genera nuevas necesidades, ¡aún más!

En este artículo haremos un análisis de los factores que influyen en la inteligibilidad del habla con el uso de distintos elementos de protección facial y recomendaremos algunas pautas de intervención para favorecer la comunicación oral.

Análisis acústico de los fonemas de la lengua española

Para conocer cómo afectan los elementos de protección facial requeridos por la COVID-19 en la fonética acústica, primero haremos un análisis de la información frecuencial de los sonidos de la lengua española.

El espectro frecuencial de los sonidos del habla se encuentra entre los 125 y los 9000-10.000 Hz. Cada uno de ellos tiene una distribución de la energía característica. El oído analiza esa distribución particular en la onda sonora del habla y el cerebro nos permite distinguir los distintos sonidos de nuestra lengua.

El formante F0 (F cero) o frecuencia fundamental es común a todos los fonemas que se producen emitiendo voz, denominados fonemas sonoros. La F0 se genera a nivel de las cuerdas vocales y su frecuencia es aproximadamente 200 Hz en las mujeres, 125 Hz en los hombres y 250 a 300 Hz en los niños y niñas (dependiendo de la edad, el idioma y sus variantes).

Las vocales tienen su energía concentrada en formantes, conjuntos de ondas más intensos cuya altura viene determinada por la diferente posición de los órganos articuladores en el tracto vocal.

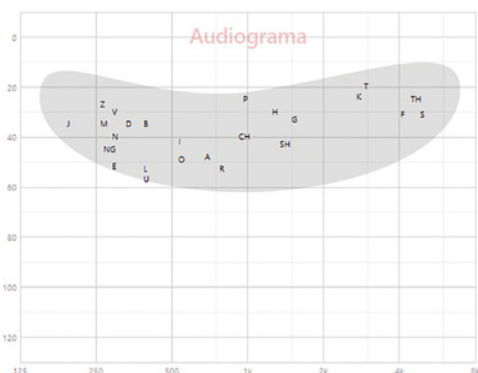
El formante de frecuencia más baja que se produce a continuación del F0 se denomina primer formante o F1. El F1 está relacionado con el grado de abertura de la boca (/a/ es abierta, /i/ y /u/ son cerradas). El segundo formante o F2, se relaciona con el grado de anterioridad o posterioridad de producción en el tracto vocal (/i/ es anterior, /u/ es posterior). Normalmente, en español sólo son necesarios los dos primeros formantes para caracterizar las cinco vocales, pero lenguas con un sistema más complejo, como el inglés o el francés, necesitan también el tercero. Los formantes superiores, del cuarto al sexto, se cree que caracterizan el habla individual de cada persona.

Las consonantes que se producen sin vibración de las cuerdas vocales se denominan sordas o áfonas. Ejemplo de consonantes áfonas son las fricativas (/s/, /z/ y /f/) y la africada (ch). En ellas predominan los componentes frecuenciales agudos, provocados por los ruidos que genera la fricción del aire en el tracto vocal.

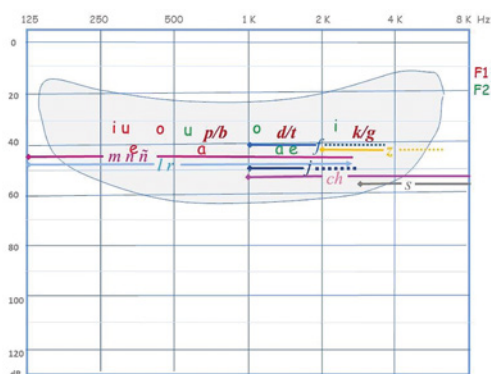
Muchos sonidos importantes para la inteligibilidad del habla, y la consecuente comprensión verbal, tienen componentes agudos. Por ejemplo, la consonante /s/ tiene un contenido lingüístico importante como marcador de plural (la foca/las focas) y de persona (escucha/escuchas) y, como consecuencia, es la consonante más frecuente del español. Concentra casi toda su energía en la gama de los agudos: su pico más intenso ronda los 4000 Hz (la variedad americana y andaluza es más aguda que la castellana; también las realizaciones femeninas resultan más agudas que las masculinas). El inicio de las turbulencias depende del contexto, especialmente de la vocal (aumenta con las agudas y disminuye en frecuencia con las graves), pero generalmente se sitúa entre 3000 y 4000 Hz.

Para los niños, que están aprendiendo el lenguaje, la capacidad de oír todos los fonemas y discriminar sin esfuerzo entre las distintas consonantes y las vocales es esencial. Varios estudios han demostrado que los niños, independientemente de su capacidad auditiva, requieren una mayor información en las frecuencias agudas para alcanzar los mismos niveles de identificación que los adultos.

La ubicación de los sonidos del habla según su frecuencia e intensidad define un gráfico que, por su forma, se conoce como "banana auditiva" o "banana del habla". Este gráfico, si bien presenta algunas características comunes, es diferente según la lengua de la que se trate.



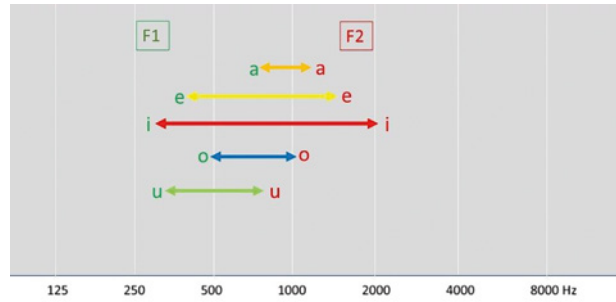
Banana del habla de los sonidos en lengua inglesa



Banana del habla de los sonidos en lengua española

Por iniciativa de nuestro programa, en el año 2010, la Dra. Victoria Marrero, catedrática del departamento de Lengua Española y Lingüística General de la UNED, elabora la "banana auditiva del español ibérico", con la que nos regimos desde entonces. En este gráfico el fonema se sitúa en la zona frecuencia/intensidad donde se presenta la mayor energía acústica, pero se destaca con una línea continua el espectro frecuencial donde también se encuentra información acústica sobre ese fonema.

Para la optimización de la inteligibilidad del habla debe preservarse la información acústica que permite la distinción entre los fonemas.



Representación gráfica de las F1 y F2 de las vocales del español

Impacto del uso de mascarillas o pantallas personales faciales

Recientemente se han difundido estudios sobre la degradación acústica que provoca en el habla el uso de los sistemas de protección facial (SPF) como mascarillas y pantallas. En general, se ha comprobado que estas actúan como un filtro pasa bajos y que las frecuencias entre 2000-7000 Hz se ven atenuadas en 3-4 dB por las mascarillas quirúrgicas y hasta 9-12 dB por las mascarillas FFP2 (Goldin et al, 2020).

Esta degradación se incrementa cuando se agrega ruido de fondo y distancia. A todo esto debemos sumar la distorsión propia de una pérdida auditiva.

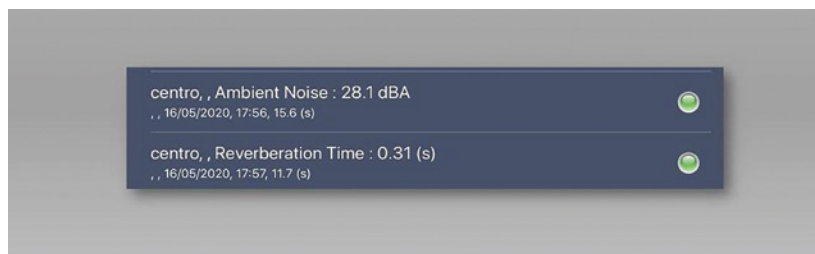
Estudios recientes demuestran que los sistemas de protección facial que menos dificultan la percepción del habla son las mascarillas quirúrgicas, seguidas de las mascarillas FFP2 (sin válvula). El uso de mascarillas con pantallas presenta resultados variables. Algunos autores consideran que la pantalla es el SPF que más afecta la acústica del habla.

Desde nuestro servicio nos propusimos comprobar, de manera experimental, cómo se ve afectada la energía acústica de determinados sonidos del habla con el uso de distintos SPF.

Materiales y método

En nuestro estudio utilizamos una herramienta de análisis menos sofisticada, la aplicación AudioTool⁽¹⁾, con la intención de que quien lo desee y esté interesado en comprobarlo, pueda realizarlo.

Los estímulos utilizados fueron los sonidos /m/, /u/, /a/, /i/, /sh/ y /s/ (empleados en el test de Ling) más el sonido /ch/. De esta manera intentamos cubrir todo el espectro del habla. Estos sonidos fueron presentados por un hablante masculino, a viva voz en una cabina sonoamortiguada, con un nivel de ruido ambiente de 28,01 dBA y un tiempo de reverberación de 0,31 segundos. El nivel de intensidad fue de 60dBA para los fonemas sonoros /m/, /u/, /a/, /i/ y de 47 dBA para los áfonos /s/, /sh/ y /ch/, a una distancia de 1 metro del micrófono.

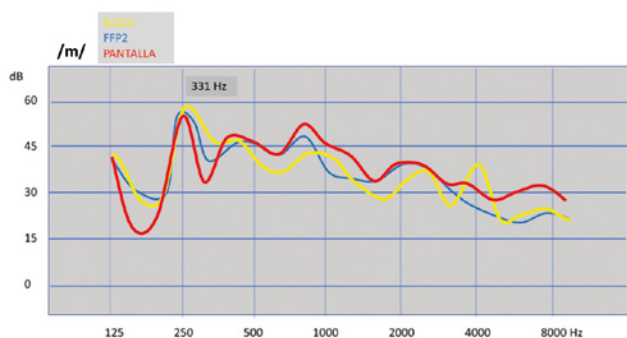


Comparamos la energía acústica de los estímulos en tres situaciones

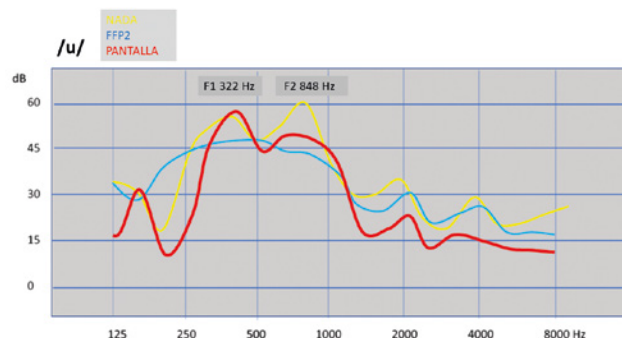
- 1) A viva voz sin protección facial (curva amarilla)
- 2) A viva voz con mascarilla FFP2 (curva azul)
- 3) A viva voz con pantalla de protección facial de acetato transparente (curva roja)

Resultados

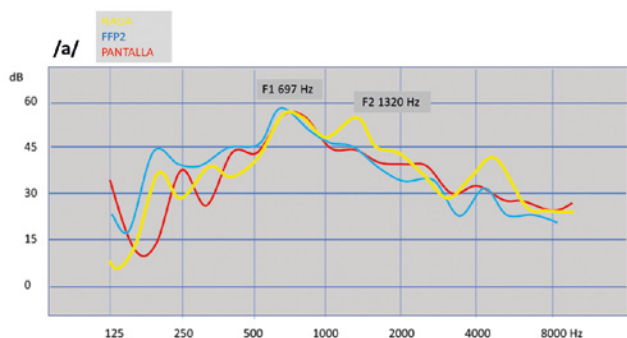
A continuación, presentamos las curvas espectrales de los distintos sonidos evaluados para las tres situaciones. Se consignan las frecuencias donde se registra la mayor energía acústica en cada una de ellas (F1 y F2)



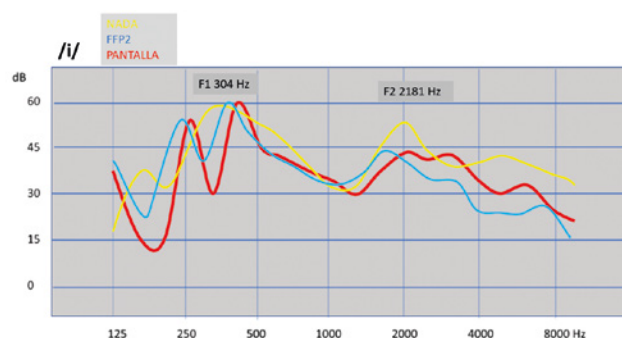
Sonido /m/



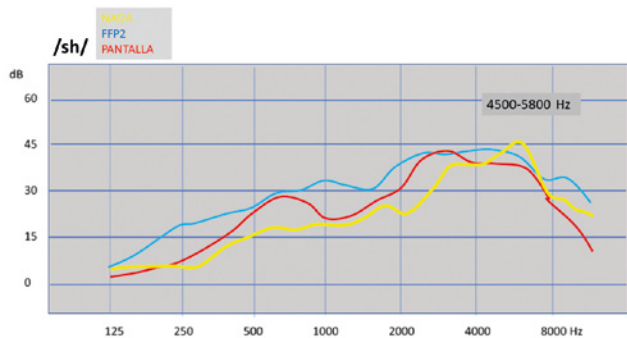
Sonido /u/



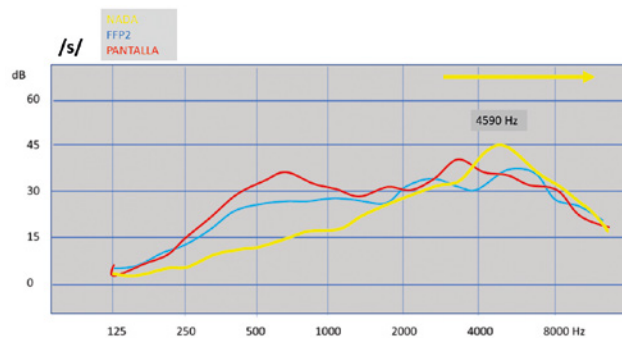
Sonido /a/



Sonido /i/



Sonido /sh/

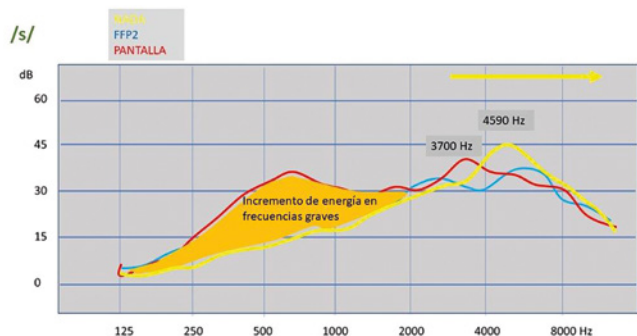


Sonido /s/

Análisis y discusión

Del análisis de los resultados surge que no solo se produce una disminución en la intensidad de la señal, sino que también se alteran las frecuencias de los picos de energía acústica o formantes característicos de cada sonido. Es decir, se producen picos de resonancia en frecuencias distintas de las características de cada fonema, y evidentemente este fenómeno genera distorsión.

Particularmente, en el sonido /s/, con la utilización de los SPF analizados, observamos un incremento en las frecuencias graves. Esto podría deberse a la reflexión del sonido dentro del sistema de protección. Esta energía acústica podría producir un efecto enmascarante en las frecuencias agudas. Con el uso de la pantalla, el pico de máxima energía pasa de 4590 Hz a 3700 Hz.



Incremento de las frecuencias graves ante la producción del fonema /s/ y desplazamiento del pico de energía acústica con pantalla.

Si bien el uso de mascarillas faciales con zonas transparentes favorecería la realización de la lectura labial, debemos considerar que esta aporta solo un 30 % de la información para decodificar el lenguaje oral, siendo imprescindibles las pistas acústicas para complementar el mensaje. Este tipo de mascarillas con zonas transparentes, junto con las pantallas, son las que producen una mayor degradación acústica (Childress, 2020 y Corey et al 2020). Esta situación tampoco sería favorable ya que las pistas acústicas que se reciben no coincidirán con las pistas visuales almacenadas.

Implicaciones y “soluciones”

En sistemas de protección facial no existe una solución perfecta. Cuando los estudiantes basan su aprendizaje más en las pistas auditivas deberán considerarse los sistemas que menos degradan esa señal (mascarillas de tela). Si se basan más en las pistas visuales, el sistema mejor valorado es la pantalla (Childress, 2020 y Corey et al 2020). Sin embargo, este sistema por sí solo no está considerado completamente seguro por lo que debería utilizarse junto con una mascarilla quirúrgica. Recientemente se ha desarrollado un protector de tela para colocar en la parte inferior de la pantalla. Con el transcurso del tiempo seguramente surgirán nuevos materiales y dispositivos para adaptarse a esta “nueva normalidad”. Es importante poder analizar cómo afectan a la acústica del habla y la comunicación.

Los sistemas de micrófono remoto (MR) están diseñados para mejorar el acceso a la señal del habla en situaciones de ruido y distancia. Durante su uso, el orador lleva el micrófono y la señal se transmite de manera inalámbrica al receptor acoplado o integrado en el dispositivo de amplificación primaria del usuario (audífono o implante coclear).

Un estudio reciente demostró que el uso del sistema de micrófono remoto Phonak Roger Touchscreen Mic produce un aumento significativo en el rendimiento cuando se combina su uso con una mascarilla de tela o una pantalla facial (Rudge et al, 2020). El uso de mascarillas con ventanas transparentes y micrófono remoto no aportó beneficios, ya que la degradación de la señal es tal que al llegar al micrófono no aporta las pistas auditivas adecuadas.

Sugerencias de carácter acústico/audiológico

- Reducir el ruido de fondo
- Hablar de manera lenta y clara, sin gritar
- Cuando se utilizan mascarillas con zonas transparentes o pantallas, mantenerlas desempañadas, colocarse de frente y con luminosidad adecuada.
- Cuando sea posible, utilizar el apoyo del lenguaje escrito
- Tomar turnos de manera adecuada mientras se conversa
- En el entorno escolar , realizar pruebas de valoración funcional en el aula en condiciones reales para conocer cuánto oye y cuánto pierde el alumno cuando el profesor utiliza un SPF.
- Utilizar sistemas de micrófono remoto personales y/o colectivos
- Mantener la distancia física imprescindible y reducir la distancia emocional, dando más tiempo de escucha

**Las necesidades de comunicación que ya existían en nuestros pacientes se están incrementando.
Necesitan escuchar pero, sobre todo, que les escuchemos.**

Autores

J. Carlos Calvo. Audioprotesista

Mariana Maggio De Maggi. Lda. en Fonoaudiología

Programa Infantil Phonak

Bibliografía y referencias

Atcherson S, Finley E, McDowell R, Watson C. More Speech Degradations and Considerations in the Search for Transparent Face Coverings During the COVID-19 Pandemic. Consultado en julio de 2020 en

<http://www.audiology.org/audiology-today-julyaugust-2020/online-feature-more-speech-degradations-and-considerations-search>

Childress T. 2020. Perspectives from a Deaf audiologist: How masks, face coverings and shields affect my speech perception ability. Consultado en julio de 2020 en

<https://tinachildress.wordpress.com/category/information-and-resources/masks-face-coverings-and-face-shields/>

Goldin A, Weinstein BE, Shiman N. How do medical masks degrade speech perception? Hearing Review. 2020;27(5):8-9.

Corey R, Jones U, Singer A (2020). Acoustic effects of medical, cloth, and transparent face masks on speech signals. University of Illinois at Urbana-Champaign. Consultado en julio de 2020 en <https://arxiv.org/abs/2008.04521>

Rudge A, Sonneveldt V, Moog Brooks B. (2020). The Effects of Face Coverings and Remote Microphone Technology on Speech Perception in the Classroom. Consultado en julio de 2020 en <http://www.moogcenter.org/>

(1) Disponible en <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.julian.apps.AudioTool&hl=es>

Life is on

En Phonak, creemos que oír bien es igual que sentirse bien y que es esencial para vivir la vida al máximo. Durante más de 70 años, hemos permanecido apasionados por crear un mundo mejor para todos, "life is on". Nuestras innovadoras soluciones auditivas están diseñadas para personas de todas las edades y todos los grados de pérdida auditiva, para conectarse socialmente, prosperar mentalmente y crecer emocionalmente.

www.phonakpro.es