

Capítulo 2.

FISIOLOGÍA DEL CANTO.

Dra. Montserrat Bonet

GUIÓN

La voz como instrumento

Fisiología de la voz

El sistema fonador

Los pulmones

La cavidad nasal y las resistencias nasales

La caja torácica: respiración sin fonación

Formas de estudio de la mecánica respiratoria

La respiración durante la fonación: la presión subglótica

Relación entre la presión subglótica, la frecuencia y la intensidad de un sonido

Diferencias entre voz hablada y voz cantada

Posición de la pared abdominal, técnica vocal y emisión de la voz cantada

Relación entre la presión subglótica y el flujo de aire

¿Qué sucede con la presión, los volúmenes y flujos de aire al cantar una canción?

El oscilador laríngeo

Funciones de la laringe

Teorías de la fonación

Formas de estudio de la fonación

Estudio acústico de la voz

Estudio visual de la voz

Posiciones de las cuerdas vocales en diferentes situaciones vocales

La caja de resonancia

Acústica de la voz

La impostación de la voz y el formante del cantante

La articulación y su influencia en la impostación

Los movimientos articulatorios

La voz en relación a la edad y al sexo

La voz del solista respecto a la voz del cantor de coro

Higiene de la voz

La voz como instrumento

Desde antiguo y hasta fin del siglo XV, la voz fue el instrumento predominante en la música. Grupos de cantores animaban y solemnizaban las ceremonias tanto religiosas como profanas. Quien tenía dotes para solista era querido y admirado. Desde la óptica del profano o del cantor de coro que intenta gustar del canto, admira al cantante solista como un ser sobrehumano. Tiene virtudes prodigiosas, parece que la voz se dobla al cantar agudo, vocaliza de forma ágil, con su voz maravilla al público y se arriesga con lo más difícil, como un deportista de élite. Pero justamente quien hace malabarismos se puede romper la crisma con mayor facilidad que el resto de mortales.

La voz del cantante puede admirarse como un prodigio del arte, sorprende su belleza y estética, o puede mirarse desde el punto de vista biológico, como órgano de la fonación y como tal, útil en ciertas funciones diarias en la vida de relación y comunicación de las personas y hasta puede enfermar como cualquier zona del cuerpo humano. Las inflamaciones o laringitis, las infecciones víricas o bacterianas, junto con enfermedades musculares, neurológicas y tumorales forman el panorama patológico de la laringe. Como instrumento musical, la voz puede sufrir varios desperfectos en relación al exceso de uso, a traumatismos o a variaciones de la fuente principal de energía sonora: el aire.

La voz es un instrumento vivo y frágil, en constante variación, sujeto no sólo a cambios de temperatura y humedad, sino también a influencias hormonales. También es bien conocida su relación con el estado de ánimo: la voz cambia cuando te sientes triste y deprimido, enfadado, y varía al sentirte alegre y animado. Además la voz está sometida a las inclemencias de la contaminación ambiental, tanto sonora como aérea, al consumo de irritantes como el tabaco o el alcohol. Los cantantes, como profesionales de la voz están sometidos a estas influencias de forma repetida.

No debemos olvidar que el cantante es simultáneamente instrumento e instrumentista. El Dr. Jordi Perelló, médico foniatra, especialista otorrinolaringólogo, logopeda y maestro, en su libro *Canto y dicción* (Barcelona, 1982) introdujo el término **odeología** que define como el estudio del canto desde el punto de vista científico. El canto dice Perelló, es una actividad artística que requiere el uso de buena parte del cuerpo humano y esta subordinación paga tributo a las leyes físicas y fisiológicas. El conocimiento de estas leyes nos ayuda a comprender mejor como el cantante consigue estos malabarismos que tanto nos sorprenden.

Fisiología de la voz

El estudio fisiológico de un sistema en el cuerpo humano se puede llevar a cabo de dos maneras: a) una compara el funcionamiento normal con el de individuos espectaculares o excepcionales, -los cantantes-, b) una segunda forma que usa la medicina, compara y estudia aspectos patológicos frente a normales, en la que la fisiopatología relaciona individuos que pierden alguna faceta de la función en estudio debido a alguna enfermedad. Se considera normal a la media de personas y para definir las generalmente se usan grupos de estudiantes o grupos de población escogidos al azar, excluyendo a fumadores o bien, aquellos que presenten o han presentado patología relacionada con la faceta a estudiar.

En este capítulo, se expone ampliamente la primera forma de estudio de la voz. Los médicos foniatras introdujeron la segunda forma de estudio científico, que usa la enfermedad como falta de una parte del sistema la cual permite plantear preguntas que intenta contestar y a su vez filosofar para demostrar objetivamente los enunciados y objetivos científicos propuestos. En el campo de la voz, una buena forma de estudio nace del trabajo en equipo entre físicos, ingenieros, informáticos, cantantes, músicos, audiólogos, psicólogos y médicos.

El sistema fonador

La fisiología estudia el funcionamiento normal o habitual de un sistema, que en el caso de la voz toma el nombre de sistema fonador. El cuerpo humano no dispone de un órgano específico para la única función exclusivamente humana que es el lenguaje. Aprovecha partes de otros sistemas, y así,

1) del sistema respiratorio usa el tórax y los pulmones que aportan aire espirado como materia prima para producir voz y la nariz como cavidad resonadora;

2) usa zonas del aparato digestivo, como son la boca y la faringe para articular y modular los sonidos. En la encrucijada de los dos sistemas, respiratorio y el digestivo, se sitúa la laringe, órgano que desde el punto de vista filogenético, o dicho de otra manera, en su faceta más antigua en el árbol de la evolución de las especies, tiene función de protección de la vía aérea.

De forma refleja, con una tos súbita y escandalosa, la laringe expulsa los alimentos que quieren entrar en el árbol respiratorio, siendo esta función, la de expulsión y protección de los pulmones, la más primitiva de la laringe. Además, la laringe resulta imprescindible en la función de respirar: es necesario que cierre y ajuste adecuadamente la entrada al árbol respiratorio para que al tragar, los alimentos no sigan el camino equivocado pues sus consecuencias pueden ser nefastas, como inflamaciones bronquiales, pulmonías o cuerpos extraños bronquiales.

En casos extremos, cuando un individuo presenta parálisis bilateral de cuerdas vocales y éstas quedan en situación de cierre permanente del tracto respiratorio, el paciente no podrá respirar, o bien, el caso de quien come mientras habla o ríe, traga un objeto grande o puntiagudo, puede acabar mal.

También es necesario remarcar que la mucosa interna de la laringe presenta la particularidad de ser extremadamente sensible a pequeñas cantidades de líquido, comida o moco que expulsa de forma refleja para mantener libre la vía aérea. Por lo tanto la laringe participa en varias funciones vitales como son la respiración, la deglución, la protección de la vía aérea, la tos y la fonación.

La laringe, situada en la zona media del cuello, forma la nuez, presenta una estructura semirrígida formada por cartílagos superpuestos, unidos por ligamentos elásticos, músculos que los relacionan y mueven formando un túnel recubierto en su interior por unos pliegues mucosos que interrumpen el paso del aire durante la espiración. Estos pliegues funcionan como una puerta que se abre para respirar, ajusta para hablar, cierra para tragar y cierra completamente al toser.

Este túnel interior de la laringe presenta tres niveles de pliegues dobles y simétricos, derechos e izquierdos. El más inferior está formado por

1) los repliegues, labios o cuerdas vocales,

2) en posición intermedia, unos milímetros por encima, los repliegues de las falsas cuerdas vocales o bandas ventriculares y

3), un centímetro por encima se encuentran los repliegues del vestíbulo de la laringe o repliegues aritenopiglóticos. Estos pliegues si se acercan a la línea media cierran la glotis vibran y producen sonido. En personas sanas, durante la fonación acercan las cuerdas vocales y cierran la glotis, mientras el resto de pliegues deben mantenerse separados de la línea media, sino añaden ruido a la señal acústica. Así el sonido fundamental (F0) producido se amplifica en las cavidades de la faringe, boca y nariz donde se articula y sale audible al medio ambiente.

El funcionamiento de la voz va ligado, pues, a tres elementos que forman el sistema fonador:

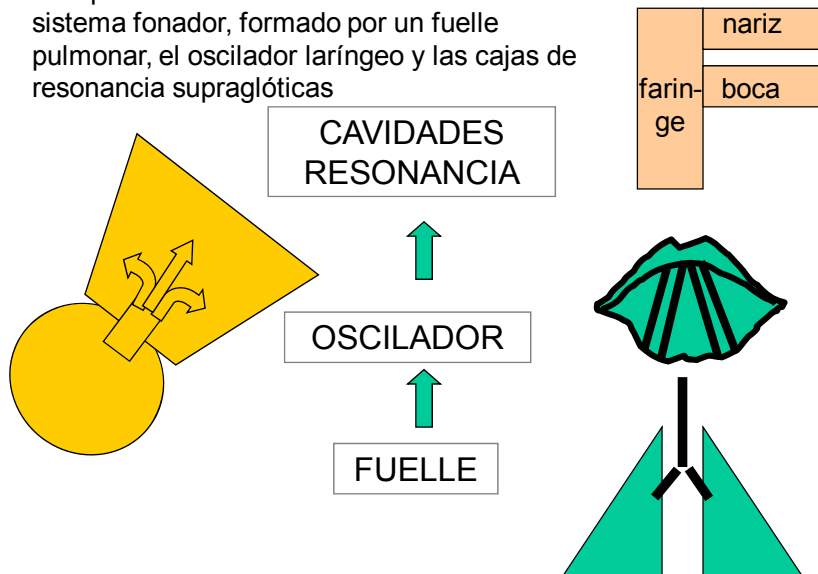
1) la caja torácica entendida como fuelle pulmonar, que aporta aire, elemento imprescindible para la producción sonora,

2) los repliegues del tubo laríngeo que funcionan como un oscilador para producir el sonido fundamental y,

3) las cavidades de resonancia supraglóticas situadas a continuación y por encima de la glotis. Las cavidades de resonancia, la faringe, boca y nariz, dispuestas en F forman un tubo con dos salidas (nariz y boca), llamado tubo vocal y que hace función de resonador, amplificador y modulador del sonido en vocales y consonantes. Todos estos tres elementos son imprescindibles, se influyen y es necesario que actúen de forma coordinada para ser efectivos. Justamente este es el secreto del gran cantante, que sabe conjugar los tres elementos de forma armónica resultando una voz bella. La figura 1 ilustra el parecido de la voz con una bocina antigua de bicicleta.

Figura 1: La voz como instrumento de viento.

Compara una bocina de bicicleta con el sistema fonador, formado por un fuelle pulmonar, el oscilador laríngeo y las cajas de resonancia supraglóticas



© Montserrat BONET

Todo el sistema, como cualquier sistema del cuerpo humano, se rige por el sistema nervioso. Es preciso recordar que al nacer no sabemos hablar y que el lenguaje es fruto de un aprendizaje en constante evolución, ligado a la necesidad humana de comunicar nuestro pensamiento. Éste no se desarrolla si no habla o no se comunica.

Desde que se usan audífonos implantados en el oído interno, se sabe que los niños sordos congénitos ganan la posibilidad de oír cuando se estimulan ambos hemisferios cerebrales, y no solamente uno solo. Hasta hace pocos años, se implantaba primero, y por prudencia, un solo cable en un solo oído en el canal coclear de niños sordos profundos en el oído en peor estado y se ha comprobado que el lenguaje resulta más pobre que si se implantan ambos oídos, es decir con dos implantes cocleares. En estos últimos tipos de niños el aprendizaje fue mayor y la actividad cerebral se desarrolló en ambos hemisferios, a pesar de que uno siempre domina.

La actividad cerebral, el desarrollo del pensamiento y la aparición del lenguaje van a la par, acostumbra a ocurrir al año o año y medio de vida del niño. Cuando algún proceso patológico rompe la relación entre la audición y la fonación, el pensamiento, el habla y el lenguaje, aparece la enfermedad y la patología de la comunicación. La coordinación de las áreas cerebrales frontales junto a un buen funcionamiento de la vía auditiva, los nervios craneales implicados en el habla (nervio facial, cócleovestibular, vago, hipogloso y glossofaríngeo) y las conexiones con las áreas visuales, somáticas, sensitivas y de relación, permiten una correcta fonación, habla,

lenguaje y audición. Todas y cada una de estas funciones son fundamentales para la adquisición y evolución de la comunicación.

El fuelle pulmonar

Se compara la voz a un instrumento de la familia del viento en la cual el aire es el elemento principal. Los norteamericanos Bouhuys y Proctor, y el sueco Sundberg estudiaron a mediados del siglo XX el papel de la respiración en la producción de la voz y las relaciones entre el arte de cantar y la respiración.

El aire que fluye en cada respiración desde la caja torácica se transforma en sonido al llegar a la glotis. Sin flujo de aire la voz no existiría.

¿Cómo generamos este flujo aéreo? y ¿qué factores influyen decisivamente en su control en relación a la voz?

Para producir la emisión de la voz es necesario que el aire pase a través de las cuerdas vocales y que se generen unas vibraciones sonoras. La función principal de la respiración no es precisamente la emisión vocal, sino el intercambio de gases del oxígeno y el anhídrido carbónico entre la atmósfera y la sangre. Los pulmones y la caja torácica actúan también como almacén de aire, con función de bomba ventilatoria. Éste es el aspecto que se aprovecha para producir voz. El aire entra y sale de los pulmones y en cada respiración se inspira un volumen de aire corriente, se espira parte del aire dependiendo de las necesidades del momento.

En reposo, al dormir, el trabajo respiratorio es mínimo. Durante el ejercicio suave, como al andar calle arriba, tenemos de concentrar-nos para regularizar la respiración, sino sobreviene la fatiga. Al hablar, la fonación debe adaptarse a las necesidades filológicas de respirar. Y al cantar es necesario no entrar en conflicto entre las necesidades fisiológicas de respirar y las altas demandas de control de aire que exige dicha práctica. Para comprender cómo se genera la presión de aire suficiente justo debajo de las cuerdas vocales, en el territorio subglótico, y cómo el flujo de aire espiratorio es regulado a través de las cuerdas vocales, es necesario primero conocer cómo funciona la mecánica respiratoria sin fonación para después hablar de la respiración en fonación.

La cavidad nasal y las resistencias nasales

Los humanos respiramos por la nariz, pero también lo podemos hacer por la boca, si la nariz se encuentra obturada, torcida o inflamada. Pero ¿por qué respirar por la nariz si resulta más fácil hacerlo por la boca? En general la naturaleza procura ahorrar esfuerzos innecesarios. Por la nariz acondicionamos el aire y escoger esta vía de respiración sirve de defensa pulmonar de agresiones externas. La nariz no sólo es el apéndice facial más prominente, sino que además es un paso estrecho por donde pasa el aire hacia los pulmones. El aire ambiente es más frío que la temperatura corporal y resulta pobre en vapor de agua. Es necesario que llegue a los alvéolos a 37° y saturado de agua, al 100% de humedad, para proteger las membranas que permiten el intercambio gaseoso de oxígeno y anhídrido carbónico. Además, a menudo, el aire contiene bacterias, virus, polvo, fragmentos de materiales contaminantes.

Las fosas nasales están formadas por un laberinto óseo tapizado de vasos sanguíneos con lagos venosos recubiertos de mucosa. El aire entra por la nariz por presión negativa a través de las ventanas nasales, dentro describe una elipse, pasa por los pelos nasales (que limpian el aire), se calienta y humedece cerca de los vasos y se impregna de moco que atrae las partículas suspendidas en el aire, lo suficientemente gruesas como para quedar atrapadas en él. Cuando nos vemos obligados a respirar por la boca, al estar resfriados, se notan las incomodidades de no respirar por la nariz, como

la sequedad bucal o la tos irritativa. La nariz se encarga de acondicionar el aire que respiramos al limpiar, humedecer y calentarlo adecuadamente.

Las partículas más gruesas se para en los pelos de la ventana nasal, las de medida mediana, cerca de la cabeza del cornete medio y la nasofaringe. La nariz acondiciona rápidamente ajustando la cantidad de sangre que baña su mucosa. Sólo con pasar de una habitación caldeada a una de fría, o al entrar en una habitación mal ventilada, salir fuera si hace una temperatura bajo cero, la nariz lo nota, se adapta y reacciona a la nueva condición climática: gotea, estornuda, se tapa o se seca.

Generalmente las secreciones nasales tienen un recorrido antero posterior, de delante hacia atrás, los mocos se tragan al llegar a la garganta, así como las secreciones bronquiales afloran a la laringe y después de toser se tragan y no nos damos cuenta. Sólo las notamos cuando se producen en exceso, como en un resfriado o cuando la nariz no condiciona el aire y se secan. Al variar las condiciones atmosféricas de temperatura o humedad la nariz sufre, sobre todo si se seca el ambiente.

Lo ideal y confortable sería respirar un aire a 20° de temperatura y entre un 55 y 80% de humedad relativa. Además, en condiciones normales, las fosas nasales respiran de forma cíclica: cada 20 minutos respiramos mejor por una fosa que por la otra.

Actualmente se vive bajo temperaturas y humedades extremas ya que el aire es sustituido por aire mal llamado “acondicionado”, ya que frecuentemente resulta demasiado seco y poco ventilado.

Los actores y cantantes trabajan en teatros mal ventilados donde se acumula polvo entre cortinas y decorados. El aire que respiran al hablar o cantar no es, ni de lejos, el más adecuado. Las zonas estrechas de las fosas nasales desde las ventanas, pasando por las válvulas vestíbulo-fosales, sus tres cornetes por lado, el septo nasal hasta llegar a la nasofaringe forman un conjunto de impedimentos al paso del aire que limitan su velocidad o flujo. Son las llamadas resistencias nasales y corresponden a la mitad del trabajo respiratorio. Ciertos factores aumentan las resistencias nasales como el aire frío, la hiperventilación, la posición supina, las rinitis alérgicas, la ingestión de alcohol, mientras que otras circunstancias las disminuyen, como el ejercicio, la posición erecta, la rinitis atrófica.

Al respirar por la nariz tan solo se consigue un flujo de 2 litros por segundo, mientras que por la boca se puede conseguir de 10 a 12 litros por minuto. Al hablar o cantar es necesario inspirar en décimas de segundo y a menudo, no se puede inspirar rápidamente todo el aire necesario para una frase larga. Además si no hay un entrenamiento se inspira de forma inconsciente. En consecuencia, al hablar o cantar desgraciadamente se respira por la boca. A pesar de conocer las molestias derivadas de este hecho, además de los beneficios de la respiración nasal, a menudo al cantar o hablar en público se necesita un largo aprendizaje para colocar las respiraciones en momentos adecuados, para hacerlo sin tensión ni fatiga, saber cuándo se puede respirar por la nariz y cuando por la boca.

La nariz además de su función respiratoria tiene una función olfatoria. Permite distinguir los buenos de los malos olores, alerta de peligros (olor a gas), nos recuerda emociones y situaciones pasadas (olor a tierra mojada) y resulta muy útil en la vida de relación (cocina, perfumes, sexo, etc.).

La caja torácica: la respiración sin fonación

La caja torácica está constituida por un armazón óseo, delante el esternón, detrás la columna vertebral y lateralmente las costillas y en su interior una estructura elástica y esponjosa: los pulmones, derecho e izquierdo. Éstos están recubiertos por unas membranas, la pleura pulmonar y la pleura parietal, lubricadas por un líquido surfactante. Un músculo en forma de cúpula, el diafragma, cierra la caja por su parte inferior y la separa de la cavidad abdominal. Otros músculos enlazan una costilla con otra, los músculos intercostales por la zona interior (son los m. intercostales internos) o por la zona exterior (músculos intercostales externos). Por dentro, a continuación de la

laringe, en dirección inferior se encuentran las vías aéreas inferiores, la tráquea, los bronquios principales, los secundarios, los bronquiolos que se dividen hasta llegar a los alvéolos.

La respiración humana se produce por un mecanismo llamado de presión negativa, las órdenes motoras generadas en los centros reguladores centrales se dirigen a los músculos respiratorios, los cuales con su contracción producen un aumento de volumen dentro de la caja torácica. Es como si el aire exterior fuera aspirado, ya que este volumen torácico crea una presión negativa intratorácica que arrastra el aire hacia los alvéolos.

En la figura 2 se ilustra como la caja torácica actúa en forma de fuelle que dispone de un doble muelle, 1) el de los músculos respiratorios y 2) el de la esponja elástica del pulmón. Para que el aire penetre necesitamos aplicar una fuerza que abra los dos brazos del fuelle o fuerza inspiratoria (3), que en la caja torácica se realiza a través de los músculos inspiratorios (diafragma e intercostales externos) y luego, gracias al volumen de aire acumulado y al muelle o resistencia elástica pulmonar (2) el aire sale sin esfuerzo.

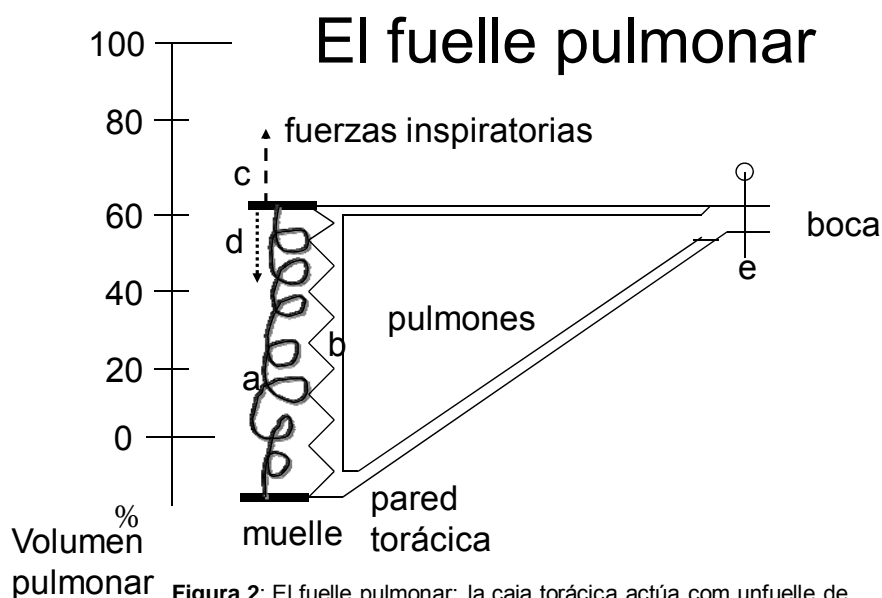


Figura 2: El fuelle pulmonar: la caja torácica actúa como un fuelle de encendido: a) muelle muscular, b) muelle elástico pulmonar, c) fuerza inspiratoria, d) fuerza espiratoria, e) válvula glótica, según Proctor, 1980

© Montserrat BONET

Si queremos más velocidad de salida aplicamos una fuerza para cerrar el fuelle y oprimirlo con una fuerza espiratoria, que en la caja torácica se realiza por los músculos espiratorios (músculos abdominales e intercostales internos), para retornar a la situación de equilibrio y reemprender la siguiente inspiración.

En reposo, las fuerzas inspiratorias actúan y al revés, las fuerzas espiratorias generalmente no actúan, la espiración resulta pasiva. Para comprender los mecanismos que regulan el paso del aire es importante establecer las relaciones de presión y flujo generados, así como el volumen que el aire ocupa dentro de los pulmones. Vean la figura 3.

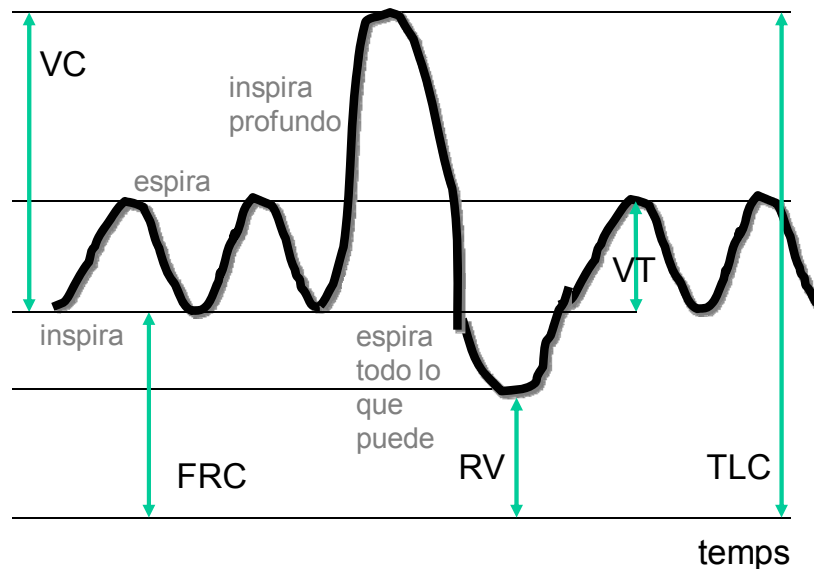


Figura 3: Volúmenes pulmonares. Volumen Circulante (VT), Volumen Residual (RV), Capacidad Residual funcional (FRC), Capacidad Vital (VC), Capacidad Pulmonar total (TLC).

© Montserrat BONET

- El Volumen Circulante (VT) o volumen movilizado en cada movimiento inspiratorio o espiratorio.
- Volumen Residual (RV): volumen que queda en los pulmones después de una espiración máxima.
- Capacidad Residual Funcional (FRC): volumen que hay en los pulmones al final de la espiración en reposo. Se trata del volumen de aire en equilibrio entre las fuerzas que tienden a expandir la caja torácica y las que tienden a colapsar el pulmón. En esta situación de equilibrio, la presión dentro del pulmón es igual a la presión atmosférica.
- La Capacidad Vital (VC): volumen de aire que puede movilizarse en una espiración máxima después de una maniobra de inspiración máxima.
- La Capacidad Pulmonar Total (TLC): volumen de aire que existe en los pulmones después de una maniobra de inspiración máxima. Los volúmenes y capacidades pulmonares (ver la figura 3) son función de las características antropométricas de cada individuo (sexo, edad, talla, peso) y se modifican por la posición corporal. Tendidos al suelo la VC (capacidad vital) disminuye en un 10%.

El flujo aéreo es la velocidad con la que el aire circula por cada punto del circuito constituido por las vías aéreas (tráquea, bronquios, bronquiolos,...). Depende de la relación entre la presión generada por los músculos respiratorios y la resistencia en cada zona al paso del aire. Así hablamos de resistencias nasales aumentadas al estar resfriados, ya que existe dificultad para que el aire atraviese cada fosa nasal; o de la resistencia glótica, que aumenta al hablar, toser, reír, o disminuye al hacer voz de falsete...; o las resistencias bronquiales debidas a la dificultad del paso del aire a través de los bronquios, que puede ser elevada en el caso de enfermedades como el enfisema, en el que el aire queda atrapado dentro del pulmón y cuesta ser expulsado. El flujo es igual a presión partido por resistencia.

La presión en el interior de las vías aéreas es la ejercida por el paso del aire y traduce la contracción de los músculos respiratorios y el cambio de volumen en el interior del tórax. Se expresa en cm de agua positivos o negativos, en relación al cero

atmosférico. Al respirar por la nariz el flujo se encuentra limitado a 2 L/seg. Y sólo al abrir la boca podemos vencer la presión y aumentar el flujo de aire.

Formas de estudio de la mecánica respiratoria

Uno de los métodos más simples y antiguos para medir la mecánica respiratoria es a partir del espirómetro, que mide volúmenes y flujos. El espirómetro de agua utiliza un circuito cerrado, compuesto por una campana cilíndrica sumergida en un depósito de agua conectada al paciente a través de una boquilla.

El quimógrafo registra gráficamente los movimientos respiratorios y los volúmenes desplazados.

El neumotacómetro mide la diferencia de presión entre dos puntos del circuito respiratorio, antes y después del paso del aire por una resistencia conocida, lo cual traduce el flujo puntual del aire espirado o inspirado. La integración del flujo proporciona la medida de volumen desplazado.

En conjunto, los espirómetros miden el volumen de aire movilizable en reposo o con maniobras forzadas, pero no permiten conocer el volumen restante, el que queda en los pulmones (RV o FRC). Por eso se usa el método de dilución de un trazador (helio), cuya concentración, antes y después de ser inhalado, permite conocer el volumen total de los pulmones. Para medir las resistencias nasales se usa el rinomanómetro.

Si queremos conocer la relación entre presión generada por los músculos respiratorios y el volumen desplazado (distensibilidad y compliancia) se usa la lectura de la presión pleural en cada momento del ciclo respiratorio. El individuo está conectado simultáneamente a un espirómetro i contrae o relaja su tórax, mientras se determina la presión generada y el volumen obtenido. Así se obtienen las relaciones entre la distensibilidad torácica y pulmonar, en inspiración y espiración. El punto cero de presión corresponde al punto de volumen de la FRC, allí donde la presión del pulmón está equilibrada con la tendencia del mismo a expandirse. Para volúmenes superiores, la presión es positiva y para volúmenes inferiores, la presión es negativa. Cuando el volumen aumenta el 75% de la CV, la presión de relajación torácica concuerda con la presión atmosférica i así la presión torácica reencuentra su punto de equilibrio.

La respiración durante la fonación: la presión subglótica

Ya al hablar de la respiración nasal se ha hablado de las resistencias de las diferentes estructuras al paso del aire. De una parte tenemos la resistencia nasal que puede caer si se inspira por la boca. La presión es directamente proporcional al flujo por la resistencia. Por otra parte, la resistencia de los bronquios al paso del aire aumenta en determinadas circunstancias fisiológicas (por la exposición al frío) o patológicas (en pacientes asmáticos). Ahora bien, la mayor resistencia al paso del aire viene dada por la válvula de entrada al árbol respiratorio: la glotis.

Al inspirar, las cuerdas vocales se mantienen separadas y el aire puede fluir, entrar o salir, sin resistencia. Durante la fonación, las cuerdas vocales cierran el paso del aire y provocan una fuerte resistencia que genera una presión de aire bajo la glotis llamada Presión subglótica (Psg). El elemento mecánico que define la coordinación fonorespiratoria es la existencia de una presión subglótica, capaz de generar el flujo de aire necesario para que las cuerdas vocales vibren. Esta presión resulta directamente proporcional a la intensidad del sonido y a la frecuencia.

Durante la fonación se trata de coordinar los músculos laríngeos y respiratorios y automatizar unos movimientos aprendidos generados por los centros superiores y unos reflejos originados en las zonas laríngeas y pulmonares. La respiración en fonación es, en esencia, una cuestión de coordinación y de automatismos. Ambos permiten varias teorías, a veces contrapuestas y que la educación y entreno pueden modificar. Los grupos musculares que intervienen para asegurar la presencia de esta Psg son varios y su mayor o menor protagonismo viene determinado por las necesidades aéreas para

emitir diferentes formas de voz hablada, recitada o cantada. De cómo se consiga, mantenga o regule dicha Psg no sólo dependerá la eficacia de la respiración sino también la eficiencia de la respiración respecto a la voz.

La Psg se genera a su vez por varias fuerzas que pueden actuar aisladas o coordinadas. La Psg necesaria para hablar frases de corta duración -prestaciones reducidas- puede obtenerse de la propia retracción elástica de los pulmones, mientras espiramos de forma pasiva y es función del volumen de aire acumulado que habrá penetrado en los pulmones durante la inspiración previa. Así, cuando más aire se acumula mayor es la Psg que se consigue. La fuerza que inmediatamente entra en juego, al querer alargar una frase o aumentar su intensidad -prestaciones elevadas- para obtener una Psg mayor, será la contracción de los músculos espiratorios (abdominales e intercostales internos). Ambos aseguran una espiración activa y mayor salida de aire.

En último lugar y de forma ineficiente puede actuar una tercera fuerza que proviene de la contracción de los músculos que cierran la glotis (interaritenoides, cricoaritenoides lateral, tiroaritenoides). Permite una sobrepresión en la zona subglótica y aseguran el flujo aéreo y la emisión sonora. No sólo es necesario generar una Psg sino que también es bueno que sea regulada, en las diferentes maneras de modular la voz, especialmente durante el canto. En la emisión de un sonido pianísimo (pp) y con el fin de mantener la Psg a la intensidad necesaria, se usa la contracción de los músculos inspiratorios (diafragma, intercostales internos) que pueden actuar de freno a la presión espiratoria. Algunos cantantes usan el diafragma para esta acción, pero parece más lógico y rentable actuar con los músculos intercostales externos y reservar la potencia del principal músculo inspiratorio para determinadas ocasiones. Vean la tabla 1.

Tabla 1: Modulación de la presión subglótica.

Fuerzas que aumentan la Psg +	Fuerzas que frenan - la Psg
retracción elástica de los pulmones	contracción músculos inspiratorios (diafragma, intercostales externos)
contracción músculos espiratorios (abdominales, intercostales internos)	
contracción músculos intrínsecos de la laringe	

Relación entre la presión subglótica, la frecuencia y la intensidad de un sonido

Para estudiar las relaciones entre las presiones generadas, la resistencia y los volúmenes pulmonares es necesario acotar las áreas de estudio. Así la mayor parte de trabajos de investigación se han centrado en estudiar una sola vocal y mejor si esta se mantiene estable.

La Psg y la intensidad de fonación están directamente relacionadas, independientemente de cómo se consigan. A mayor intensidad y mayor frecuencia de fonación, mayor dispendio de presión subglótica. Al cantar una escala ascendente se necesita mayor presión subglótica en los tonos más agudos de la escala y al cantar más fuerte, también. Así un barítono que cante la nota mi² (160 Hz) necesita unos 3 cm de H₂O de presión, mientras que para cantar la nota mi³ (330 Hz), necesita producir al menos 30 cm de agua de presión si quiere cantar fuerte, mientras que si la canta suave, con 12 cm de agua tiene suficiente. Al cantar una escala ascendente se gasta más aire justo al final, cuando más presión subglótica se genera, por lo tanto es necesario contar con un aprendizaje y empezar a menor flujo de aire para llegar al agudo, fuerte sin sobreesfuerzo cervical.

Los valores de Psg oscilan entre 5-6 cm de H₂O para hablar a intensidad normal (80 dB) y de unos 12-15 cm de H₂O para hablar fuerte (95 dB), y hasta 35-65 cm de agua para cantar muy fuerte (110 dB). Durante el canto la Psg no se mantiene estable, sino que va oscilando constantemente según las necesidades de la frase musical.

El cantante debe adaptarse a las demandas de intensidad y de frecuencia de fonación y lo consigue de forma muy precisa y muy rápida. Si por ejemplo se cantan saltos de octava, a cada nota de la octava inferior, la Psg decae en igual grado, y claramente usa los músculos abdominales para aumentar la presión subglótica en los agudos. O bien si se canta una vocal en *glisando* descendente, también decae la presión subglótica de forma progresiva.

La relación entre la nota a ejecutar y la presión subglótica es tan estrecha que, como ejemplo, al cantar un arpeggio de décima de extensión con el acorde de tónica ascendente y de dominante descendente, se observa como aumenta la presión al cantar la primera nota del arpeggio de dominante, a pesar de cantar ya la parte descendente del arpeggio. O al cantar unas vocalizaciones descendentes como ocurre frecuentemente en la música barroca, la presión subglótica decrece con la frecuencia y a cada nota varía la presión, hasta 8 veces por segundo. Si el ejecutante inspira a volúmenes elevados y usa las fuerzas espiratorias pasivas no necesitará del concurso de los músculos abdominales. La presión subglótica oscila perfectamente con la variación de la frecuencia, nota a nota y de forma sincrónica.

Diferencias entre voz hablada y voz cantada

Al hablar, la demanda de aire es baja, mientras no se hable en público. Durante la lectura de un mismo texto a intensidades variadas, el análisis de la situación respiratoria resulta bien distinto de si se habla de forma espontánea. Al leer a intensidad normal durante 60 segundos, se acostumbra a inspirar 10 veces, se usa un volumen máximo del 68% de la capacidad vital y mínimo de hasta un 10%; al leer fuerte, como si fuera delante de público, se usa el 90% de la capacidad vital y se respira un mínimo de 16 veces; y si se habla espontáneamente durante un minuto se usa un máximo de 55% de la capacidad vital y un mínimo del 5% inspirando unas 9 veces.

Una misma persona puede usar variadas presiones, flujos de aire o volúmenes pulmonares dependiendo de la tarea vocal que realice. Para respirar en reposo es suficiente un pequeño volumen de aire. Al conversar aumenta algo, pero se necesitan altos volúmenes al hablar en público o al cantar. Respecto a la presión subglótica, fluctúa pocos cm de agua al respirar en reposo, pero durante la fonación existen grandes cambios de presión positiva y negativa. En cuanto al flujo de aire, se consume al cantar y aumentar la intensidad sonora como en un *crescendo*.

La fonación necesita un control ajustado del mecanismo respiratorio. Pero con poca capacidad respiratoria se puede cantar, siempre que se tome el tiempo suficiente para respirar y no se reclame gran intensidad sonora a la voz. La presión subglótica necesaria para el habla oscila entre 2 y 10 cm de agua, pero al cantar se utilizan hasta 25 cm y al querer cantar muy fuerte puede generar presiones de hasta 70 cm.

El volumen de aire necesario o la capacidad respiratoria también aumenta al cantar, a veces hasta la máxima capacidad vital. Lo que más destaca al cantar, en relación al hablar es la baja frecuencia respiratoria. Así, para decir una frase de 60 segundos, puede respirar sólo 2 o 3 veces, y encima en un corto espacio de décimas de segundo. Algo parecido ocurre al observar las cifras de presión subglótica necesaria para conversar, donde pocos cm. de agua de presión resultan suficientes en comparación a la presión subglótica que es necesario generar si se quiere cantar a toda potencia. Y si nos referimos a las cifras de flujo de aire, en litros por segundo, necesarios para conversar o cantar, el contraste queda claramente a favor del canto (vean la tabla 2).

Tabla 2: Comparación de la Capacidad vital, la presión subglótica y el flujo de aire en diferentes situaciones de fonación y respiración

	Capacidad vital (VC en %)	Presión subglótica (en	Flujo de aire (Litros/segund
--	------------------------------	---------------------------	---------------------------------

		cm. de agua)	o)
Respiración tranquila	10 %	-5 a +5	0,5
Conversación	15 - 35 %	-10 a +15	1,0
Habla en público	15 - 80 %	-10 a +20	1,5
Canto	5 - 95 %	-10 a +25	2,0
Extremos del canto	2 -100 %	-20 a +70	4,0

Posición de la pared abdominal, técnica vocal y emisión de la voz cantada

Uno de los temas más controvertidos entre las diferentes escuelas de canto y los científicos de la voz, fisiólogos respiratorios, físicos y foniatras, es si resulta necesario apretar el vientre hacia dentro o hacia fuera para aumentar el volumen de la voz. Se mezclan conceptos físicos, fisiológicos, estéticos y de aprendizaje que, a pesar de los estudios realizados en este sentido, siguen existiendo puntos oscuros o malinterpretados.

Propongo identificar algunos conceptos:

1) Respiración diafragmática: es el acto inspiratorio por excelencia, ya que el diafragma es el responsable de la introducción del 75-80% del aire durante una maniobra de inspiración máxima. No se debe confundir con la maniobra espiratoria forzada, que para vaciar todo el aire usa los músculos de la pared abdominal.

2) vientre hacia fuera: situación de relax de la pared abdominal, típica de la respiración en reposo. Al descansar en la cama se puede apreciar esta situación.

3) vientre hacia dentro: situación de contracción de los músculos de la pared abdominal (rectos y oblicuos del abdomen) para conseguir una espiración activa y obtener mayores niveles de presión subglótica. Una manera fácil de observar la barriga hacia dentro es al realizar una maniobra de Valsalva o al defecar.

La posición del cantante en una de las dos situaciones de la pared abdominal (fuera o dentro) admite la controversia.

Para los defensores de mantener contraída la pared abdominal (vientre hacia dentro) al cantar o hablar, existen argumentos a favor como son la facilidad de un mayor reclutamiento o uso de nuevas fibras musculares y así aumentar la Psg.

Por contra, si la pared abdominal está relajada (vientre hacia fuera), se acepta un mayor protagonismo del volumen de retracción de la caja torácica y de los músculos intercostales internos para la obtención de la Psg deseada, como cuando se quiere alargar un sonido a intensidad piano sin decaer la presión subglótica. En ambas situaciones, la posición de desventaja teórica la constituye el diafragma, que también admite controversias y estrategias.

Algunos autores han explorado el protagonismo del diafragma al estudiar diferentes cantantes. Bouhuys demostró el papel controlador del diafragma sobre la presión subglótica obtenido con la retracción elástica de los pulmones, durante la emisión de un sonido piano y sostenido, a grandes volúmenes pulmonares. Sundberg (1987) encontró también este papel controlador del diafragma en saltos de octava cuando usaba elevados volúmenes pulmonares. El papel regulador (freno) de la Psg por parte de la contracción diafragmática, simultánea a la contracción de los músculos abdominales (generador), puede actuar reduciendo la movilidad de las vísceras abdominales y su posible papel para cambios de inercia de la propia presión subglótica. Es como si en un coche, se actuase a la vez con el acelerador y el freno accionados.

No se llega a muchas de estas situaciones para conseguir mayor eficacia sino para encontrar el punto de mayor bienestar y evitar así el disconfort o la fatiga. Conviene recordar que una de las causas más frecuentes de producción de disnea es el estímulo mantenido sobre los receptores mecánicos pulmonares por parte del exceso de aire atrapado en el interior de los pulmones. Al respirar más y más veces de lo necesario se

nota fatiga, es por esto que la respiración más placentera, durante el habla o el canto es aquella realizada a volúmenes situados un poco por encima de la posición de capacidad funcional respiratoria (FRC), independientemente de la presión subglótica conseguida por la retracción elástica de los pulmones, para cada demanda sonora. La estrategia del cantante le lleva a exprimir el volumen residual, usar mejor su volumen de aire y así evitar el atrapamiento de aire tan molesto.

Relación de la presión subglótica y flujo de aire

El flujo de aire depende de la presión subglótica conseguida en cada momento de la emisión sonora y de la resistencia que oponen las cuerdas vocales. El flujo aéreo aumenta con la intensidad del sonido, a pesar de existir gran variedad interindividual. Un flujo de aire elevado agota la reserva de aire pulmonar más rápido, y así las pausas y el tiempo inspiratorio se deben acentuar. En general, esto no supone ningún problema durante la voz hablada, pero si supone una estrategia perfectamente calculada, durante la voz cantada.

Generalmente se considera una buena estrategia de calidad vocal inspirar lentamente, a flujos bajos, si puede ser por la nariz y sin ruido, abrir las ventanas nasales, así como evitar las pérdidas de aire debidas a glotis abierta innecesariamente (voz soplada).

La resistencia de la glotis viene determinada fundamentalmente, por el grado de actividad de los músculos que cierran la laringe. Ciertos tipos de fonación se caracterizan por un exceso de resistencia glótica, como cuando rasca la voz. Se generan presiones subglóticas elevadas, a pesar del bajo flujo de aire. Por contra, una excesiva relajación de los músculos laríngeos, con baja presión subglótica y elevado flujo de aire, se consigue con voz muy soplada. Conviene recordar que la intensidad de la fonación está regulada por la presión subglótica, mientras que la frecuencia de fonación está controlada por los músculos laríngeos. No obstante, a tonos agudos, la presión subglótica y la frecuencia de fonación se encuentran directamente relacionadas. A nota más aguda, mayor fuerza de aire. El flujo de aire y, en consecuencia el volumen de aire y la duración de la frase, vienen regulados por la relación entre la presión subglótica y la resistencia de la glotis.

Los conceptos de presión de aire, volumen pulmonar y resistencia permiten explicar el comportamiento de los pulmones en situaciones de voz sostenida, lejos de la realidad fonatoria. Para aproximarnos más a ella, también se analizarán diferentes situaciones vocales.

A pesar de que la relación entre el nivel de intensidad sonora y la presión subglótica acostumbra a ser directa, se pueden adoptar diferentes estrategias para lograr la misma intensidad sonora variando la presión subglótica en función del flujo de aire. Un primer ejemplo,

a) un sujeto no entrenado fuerza la garganta y gasta más aire para dar la misma intensidad sonora que un sujeto entrenado quien procura no malgastar el aire y puede hacer sonar mejor la voz si imposta al abrir la boca y no fuerza ni genera excesiva presión y así lograr la misma intensidad sonora. Y un segundo ejemplo,

b) cuando un sujeto entrenado quiere cantar una nota hasta agotarse sin perder intensidad, el sujeto, consciente que puede inspirar al máximo, controla y mantiene el flujo regular y al mínimo pero necesita aumentar exageradamente la presión subglótica en los segundos finales de la experiencia para mantener la misma intensidad; puede recurrir a todas las tácticas respiratorias, inspirar el máximo volumen y usar las fuerzas inspiratorias pasivas o resistencia elástica de los pulmones, aguantar la intensidad al tensar los músculos espiratorios, frenar la espiración al tensar los músculos inspiratorios y sólo al final usar los músculos laríngeos para aumentar la presión subglótica a costa de sacrificar la calidad vocal.

¿Qué sucede con la presión, los volúmenes y flujos de aire al cantar una canción?

El máximo interés estriba en conocer lo que sucede con la presión, el flujo y el volumen de aire al cantar una canción concreta. El propio Proctor explica como estudió en sí mismo y en cantantes estos parámetros mientras registraba un sonido emitido.

Después de tragar una sonda con un manómetro a nivel esofágico, midió la presión subglótica, los volúmenes pulmonares con un espirómetro, cada frecuencia e intensidad sonora con un micrófono y las relacionó entre sí. La canción se inicia después de una inspiración a máximo volumen que no llega a recuperar en las siguientes respiraciones, cortas y rápidas. En algunos finales de frase llega a vaciar casi toda su capacidad pulmonar. Usa del 93% al 0,7 % de capacidad vital. A veces gasta poco flujo de aire, unos 200 ml/seg, otras mucho más, unos 355. En ciertos momentos las inspiraciones son muy cortas, 2 décimas de segundo y otras de medio segundo, dependiendo de las pausas. La presión subglótica puede variar de 5 a 35 cm de agua. Si la canción es dramática y varía tanto de intensidad como de frecuencia es necesario dosificar muy bien el aire, sobre todo en los finales agudos y fuertes. Las cifras se han extraído de la última frase al cantar *Zueignung* de R. Strauss.

La maestría del cantante consiste en saber dosificar el volumen pulmonar, mantener y retener el flujo de aire para no agotarse ni caer al final de las frases, dependiendo de la intensidad y de la frecuencia de cada una de ellas. En relación al hablante, el cantante lo hace a mayor intensidad, ejecuta tonos más agudos, su extensión vocal es mayor, las frases duran más y el tiempo inspiratorio, en general, se encuentra limitado a las pausas musicales.

El cantante necesita conseguir elevados volúmenes pulmonares, mayores presiones subglóticas, espiraciones más largas, inspiraciones variables, etc. Según mi parecer, para conseguir rentabilizar todas estas variables, sin fatiga ni esfuerzo suplementario, es necesario entrenar y rendibilizar la respiración en cada canción a ejecutar. La repetición de los fragmentos difíciles, en ensayos con el pianista repetidor permite al ejecutante olvidar la técnica en el momento del concierto, para concentrar toda su atención y energía a la estética musical y a la interpretación. Cada concierto será diferente dependiendo del estado de salud del cantante, de la acústica de la sala, de la emoción y de la música. Aquí radica la magia de la música vocal, no en la técnica.

El oscilador laríngeo

La laringe se encuentra en la encrucijada entre las vías aéreas superiores (nariz, boca y faringe) y las vías aéreas inferiores (bronquios, bronquiolos y alvéolos). En el cruce entre el sistema digestivo y el sistema respiratorio, la laringe cumple con su función más primitiva: la defensa y protección de la vía aérea, sirve de puerta para impedir el paso de los alimentos al árbol respiratorio. Esta puerta constituye un mecanismo valvular tanto para entrar y salir el aire, como para evitar falsas rutas alimentarias, o para producir sonido al pasar el aire por un punto estrecho. En caso de tener que escoger entre fonación y respiración, el cuerpo, como en otras situaciones precarias de la vida, escogerá siempre la respiración, función más vital y primitiva que la fonatoria.

Funciones de la laringe

Las funciones de la laringe son varias, a saber:

- 1) la protección de la vía aérea, al expulsar con la tos cualquier cuerpo extraño que intente penetrar en la vía aérea,
- 2) la respiración al abrir la puerta glótica,

- 3) la deglución al cerrar fuertemente la hendidura glótica mientras se eleva la laringe y la epiglotis desvía los alimentos hacia el esófago, a través de la hipofaringe y los senos piriformes,
- 4) la fonación, al cerrar tan sólo el plano glótico y vibrar les cuerdas vocales,
- 5) el esfuerzo de oclusión, gracias al hecho de apalancar el tórax mientras cierra fuertemente la glotis. Se usa para levantar pesos mayores de 10 Kg., o bien el esfuerzo abdominal al defecar o al parir un hijo.

Para cada función, la válvula glótica ajusta la resistencia necesaria y suficiente para la actividad que la persona quiera realizar. Así, la glotis cierra fuertemente al toser, cierra fuerte al elevar un peso o al defecar, cierra bien al deglutir, ajusta al gritar, cierra suave al hablar o queda entreabierta en la voz de falsete y hasta abierta al sisear. La válvula glótica ajusta según la función vocal a realizar.

La laringe forma la nuez y está situada en la zona media del cuello. Tiene una estructura cartilaginosa y ligamentosa, recubierta por músculos y tapizada por mucosa. En el tubo interior de la laringe, se encuentran tres pliegues en forma de labios, formados por ligamento, músculo y mucosa que de forma simétrica, la dividen en tres espacios virtuales.

Los labios inferiores o cuerdas vocales conforman un ángulo agudo preciso (menos redondeado que el resto de pliegues) que se aprovecha mejor que el resto de pliegues, para oscilar y producir sonido. Las cuerdas vocales se abren al inspirar y cierran para fonar. El espacio triangular que se dibuja se llama glotis, la zona inferior toma el nombre de subglotis y la superior de supraglotis.

Al ser iluminadas, las cuerdas destacan por su color blanco nacarado, a causa de su pobre irrigación sanguínea, que contrasta con el tono rosado de las estructuras vecinas. Si se iluminan con una luz azulada como la de xenón, adquieren un tinte azulado.

Durante siglos los científicos desconocían donde se generaba el sonido e imaginaban que dentro de la garganta había unas cuerdas como las de una viola (Ferrein, 1741). De ahí nació la denominación errónea de que dentro del cuello tenemos unas cuerdas cuando en realidad se parecen más a unos pliegues. Para ejecutar un tono agudo tiran, tensan, se adelgazan y viceversa en los tonos graves. Su tamaño varía en función de la edad y del sexo. En el recién nacido miden 7 mm de largo, mientras que en el hombre adulto llegan a 22 mm, en la mujer tienen una media de 14 mm.

No fue hasta el año 1854 que Manuel García, cantante español afincado en Londres, dio a conocer su descubrimiento. Aprovechó que un buen día de sol, un rayo de luz iluminara un espejo, se colocó un pequeño espejito angulado dentro de la garganta, logró que el rayo se reflejara en él y así consiguió ver vibrar sus propias cuerdas vocales.

La voz no se puede comparar a ningún instrumento conocido, funciona en parte como un instrumento de la familia del viento, a pesar de que se puede relacionar con el órgano, el oboe o el violín. Desde entonces, muchas han sido las teorías propuestas para explicar cómo es que unos pliegues logran producir voz.

Teorías de la fonación

Ya en la época romana, Galeno comparaba el órgano vocal a la flauta. No fue hasta 1898 que Ewald describió la teoría mioelástica, que junto a la teoría aerodinámica de Van den Berg en 1958 y la teoría mucocondulatoria de Perelló en 1962 conforman lo que hoy se conoce como la teoría mioelástica-aerodinámica de la fonación.

Según la teoría mioelástica se sabe que las cuerdas vocales están formadas por un ligamento y músculo con unas propiedades elásticas evidentes que flexibilizan el

tubo de la laringe. También la estructura elástica de la cuerdas vocales se encuentra recubierta por la mucosa, que según la teoría mucoondulatoria presenta unas propiedades particulares: ondula desde abajo hacia arriba, desde la subglotis hacia la glotis, de forma independiente de la submucosa. La teoría aerodinámica, vean la figura 4, expone que,

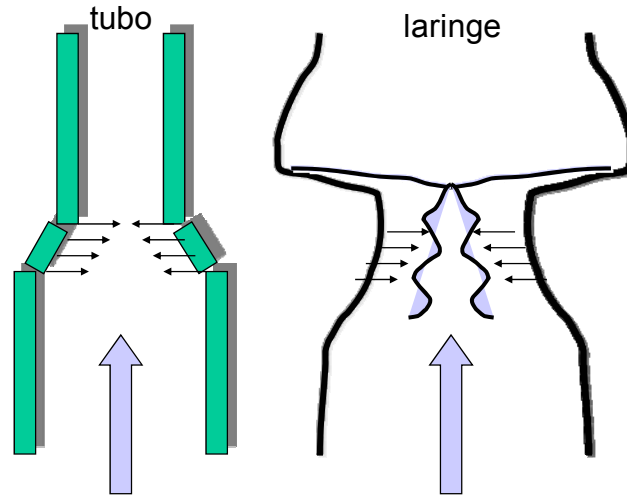


Figura 4: Teorema de Bernouilli aplicado al tracto vocal: el aire succiona las paredes cuando éstas se estrechan a nivel de la glotis.

© Montserrat BONET

- a) según el teorema de Bernouilli, si en un tubo, a través del cual pasa un fluido (el aire en nuestro caso) existe un estrechamiento (las cuerdas vocales), las paredes de este tubo, si son flexibles, se sienten atraídas hacia el interior del mismo. I, de otra parte,
- b) según el efecto Ventouri, un gas se acumula tras una estrechez, se estanca, aumenta la presión justo antes del paso estrecho. Al pasarlo la presión se diluye.

Para explicar esta teoría biomecánica de la fonación es necesario conocer que:

- 1) las cuerdas vocales para fonar correctamente contactan en la línea media,
- 2) el aire tiene una dirección de la tráquea hacia la faringe y
- 3) choca contra las cuerdas produciendo una resistencia que genera una presión subglótica que a su vez
- 4) abre la glotis y la cierra sucesivamente.

Según Liberman (1968) las fuerzas aerodinámicas desplazan la glotis de su posición de aducción (cierre) y las fuerzas del tejido actúan restituyendo las cuerdas en posición de abertura. Y además, al pasar el aire, y tener éste una dirección de abajo a arriba, favorece la ondulación de la mucosa sobre la submucosa. El ojo humano no puede ver con lentitud la vibración de las cuerdas vocales, sólo la intuye. La cinematografía ultrarrápida, con la visión de la vibración imagen por imagen, o bien la visión estroboscópica de la laringe han confirmado las sospechas de la ondulación mucosa.

No todas las vocales ni consonantes actúan de la misma forma ni vibra igual un tono grave que uno agudo. Al iniciar la fonación las cuerdas ajustan primero por la parte anterior, al cerrar los cartílagos aritenoides, las cuerdas se tensan y entonces actúa el aire y se observan las vibraciones. La amplitud de la vibración resulta mayor en tonos

graves que en agudos. Las cuerdas adelgazan en los tonos agudos y viceversa en los graves, en voz de falsete la amplitud se encuentra muy reducida y sólo vibra la zona más anterior. Hirano en 1972 demostró la estructura histológica de la cuerda vocal, describió la importancia del espacio laxo entre mucosa y submucosa, llamado espacio de Reinke y como la mucosa resbala por encima de la submucosa durante la ondulación. Filmó las cuerdas vocales en variadas situaciones patológicas y evidenció que una pequeña lesión como un nódulo vocal entorpece la vibración o cómo un cáncer, en situación inicial, la llega a abolir.

La teoría neurocronaxica de Husson en 1950 y la teoría de los músculos asincrónicos de Mac Leod y Silvestre en 1968 no han prosperado. En ellas se exponían teorías neuronales para explicar el funcionamiento de las cuerdas vocales. Chocaron con el hecho patológico de que cuando existe parálisis de las cuerdas vocales, aunque parezca raro, el paciente puede seguir fonando, siempre y cuando las cuerdas se acerquen hacia la línea media.

Formas de estudio de la fonación

La voz se estudia de dos formas,

- 1) escuchándola, es decir, con el análisis acústico, o bien
- 2) mirando la laringe y observar las vibraciones y movimientos, el llamado análisis visual.

A su vez cada una de estas formas de estudio se puede realizar de forma subjetiva y sencilla, calificarla de forma objetiva, midiendo, con instrumentos más o menos sofisticados, los parámetros acústicos o visuales pertinentes.

Estudio acústico de la voz

Dentro del estudio acústico de la voz, el oído es y sigue siendo la forma más eficaz y sencilla de valorar la voz, tanto en un paciente como en un cantante, pero es necesario que el oído esté bien entrenado. El oído distingue la voz clara, oscura, estridente, ruda, soplada, metálica, entubada, fatigada, estresada y un montón de adjetivos, que por el mero hecho de ser subjetivos resultan difíciles de valorar, reproducir o traducir. Es por este motivo que el científico japonés Hirano propuso para calificar la voz cinco parámetros que se usan por doquier, como representativos y fáciles de valorar y reproducir, el llamado GRBAS. Dónde G (*grado*) se refiere al grado general de disfonía; R (*ronca*) a la percepción del ruido de roce que se asimila a voz áspera, rasposa o ruda; B (*soplada*) a la percepción auditiva de escape de aire, de voz soplada; A (*asténica*) a la sensación de debilidad vocal, falta de potencia o de armónicos; S (*estrés*) contrariamente, se refiere a la voz estrangulada, apretada o estridente. Cada calidad vocal tímbrica se califica en una de las cuatro posibles gradaciones donde, 0=normal; 1=ligera, 2=moderada, 3=grave. La voz normal se califica como GRBAS: 00000, mientras que la voz de un cáncer de laringe GRBAS: 33122.

La F_0 (*frecuencia fundamental espontánea hablada*) se puede medir y comparar con un teclado bien afinado al articular la vocal /a/. En una persona normal, acostumbra a oscilar entre 110 y 175 Hz en el sexo masculino y resulta superior a 200 Hz en las mujeres y niños (vean la relación entre voz, edad y sexo, a continuación en este capítulo).

La *extensión vocal* o rango vocal se mide en semitonos, entre la nota más grave y la más aguda del registro. Se considera normal cuando supera los 18 semitonos; en la mayor parte de personas acostumbra a ser de 24 semitonos y no resulta excepcional encontrar cantantes con 36 semitonos de extensión vocal. Pero, debemos tener presente, que el rango vocal varía si se estudia la extensión de la voz desde un punto de vista fisiológico o desde el punto de vista musical. En estas páginas me refiero a la extensión musical o tesitura. El rango fisiológico puede ser mucho más

extenso ya que incluye desde la voz de ultratumba o de frito que usan ciertos imitadores hasta la voz de falsete.

La *intensidad* de la voz se califica de: débil (p), normal (mf) o excesiva (F) y en un rango amplio o estrecho. Con un sonómetro se puede medir en decibelios (dB) mínimos o máximos, tanto la voz espontánea, en conversación, la voz proyectada o el grito. El *fonetograma* inscribe en una gráfica la intensidad vocal para cada nota de la extensión de la voz. Conforma un área vocal de tipo oval que varía especialmente si el sujeto está vocalmente bien entrenado o no. Cuanto más entrenado mejor rendimiento de intensidad y rango vocal, también mayor regularidad de contorno.

La normalidad variará si se trata de un hombre, mujer o niño, si está o no entrenado, si es o no disfónico. Resulta muy útil para el médico foniatra, el logopeda o para el profesor de canto en la práctica diaria. Objetiva la mejora del aprendizaje vocal. Vean la figura 5.

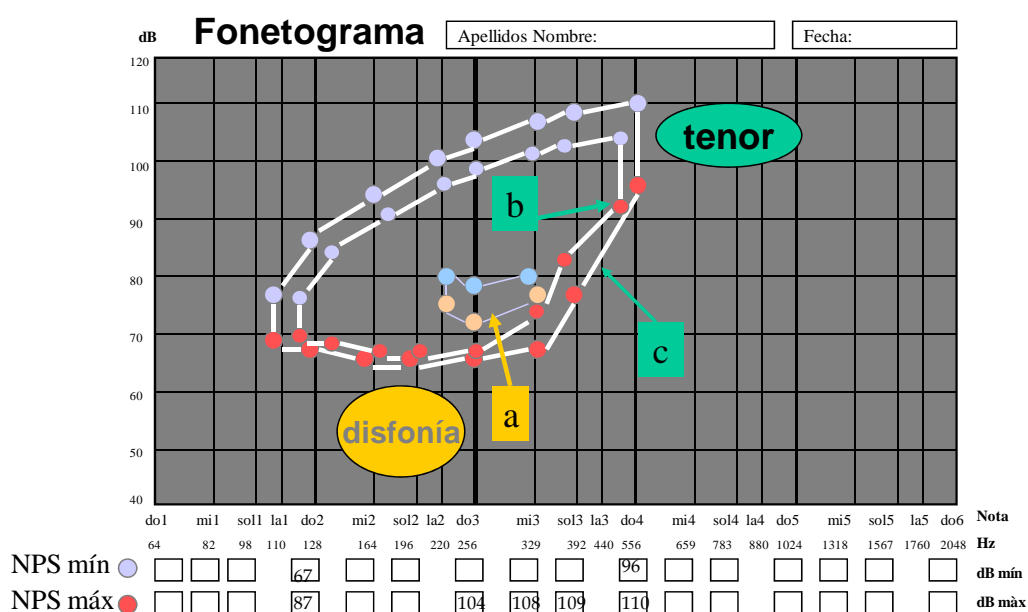


Figura 5: Fonetograma: a) mujer afónica afecta de nódulo vocal, b) tenor entrenado, c) el mismo tenor después de extirparle un pólipo.

© Montserrat BONET

La *duración de la voz* se estudia con el tiempo máximo de fonación de la vocal /a/ (TMF) en segundos. Se considera normal cuando supera los 10 segundos. Un cantante bien entrenado del sexo masculino, puede llegar hasta un minuto, pero un paciente con parálisis de cuerda vocal, apenas consigue un segundo, ya que la fuga de aire resulta enorme.

La *eficiencia glótica* se estudia por medio del coeficiente neumofónico (CN) que se obtiene de la relación: Tiempo Máximo de Fonación/Tiempo de Exhalación. Se considera normal cuando iguala a 1. En personas vocalmente entrenadas supera la unidad. La *coordinación fono-respiratoria* se estudia mediante el Tiempo máximo de Habla (TMH) en segundos, o el número de palabras por minuto, siendo normal de 100 a 135 palabras en un adulto. La *prosodia* se refiere a la entonación de la voz al hablar. La melodía se contrapone a la monotonía y la afinación al desentono. Para que estas exploraciones resulten repetibles y sirvan de comparación en posteriores evaluaciones resulta obligado recoger siempre muestras de las mismas vocales, consonantes, palabras, frases, lectura o canto.

El material acústico a analizar será la voz grabada, con un magnetófono de calidad o sistemas digitales (DAT, minidisco, CD). Resulta mejor que el micrófono sea unidireccional y que la sala de exploraciones esté insonorizada. Así los ruidos añadidos no distorsionarán las muestras ni los resultados obtenidos.

La combinación de programas informáticos multimedia, la digitalización del sonido y de la imagen ha abierto enormes posibilidades de estudio y exploración de la voz. Finalmente la rapidez de los PC actuales permite:

1) estudio acústico a tiempo real del oscilograma (amplitud respecto a tiempo), sonograma (frecuencia respecto a tiempo) y espectrograma (frecuencia respecto a amplitud), entre otros muchos estudios;

2) la comparación inmediata del sonido grabado, de la acústica de las palabras o canción grabada, y

3) relacionar la voz del profesor con la del alumno. Que éste escuche y vea inmediatamente los defectos en la pantalla del ordenador resulta un fantástico instrumento pedagógico, *feedback* o retroalimentación positiva muy eficiente.

Los programas informáticos más utilizados en medicina foniátrica son el CSL (Laboratorio del Habla), Multispeech, MDVP (Programa multidimensional de la voz), EVA (Programa de evaluación de la voz) o Dr. Speech (completo programa de análisis de voz, habla, terapia vocal, retroalimentación vocal i más).

Estos programas sofisticados necesitan un hardware de última generación, debido a los elevados bytes que ocupan pocos segundos de sonido. También se puede conectar a un sistema de grabación digital del sonido, como el DAT, directamente por fibra óptica a la tarjeta de sonido del PC, sin perder ni comprimir los bytes. Hecho extraordinariamente importante para no perder ni distorsionar elementos sonoros de primer orden, como los que determinan la calidad del sonido. Para estudios científicos y de investigación es pues necesario disponer de un buen equipo. En Internet circulan programas fáciles, simples y gratuitos que, mientras el PC tenga una tarjeta de sonido tipo Sound Blaster, conectado a un micrófono y altavoces, pueden usarse sin pretensiones científicas. Sirven extraordinariamente para conocer la propia voz y con conocimientos acústicos mínimos permiten comprender el comportamiento acústico de la voz hablada y cantada. El programa Voce Vista resulta muy útil en pedagogía vocal. Vean la figura 6.

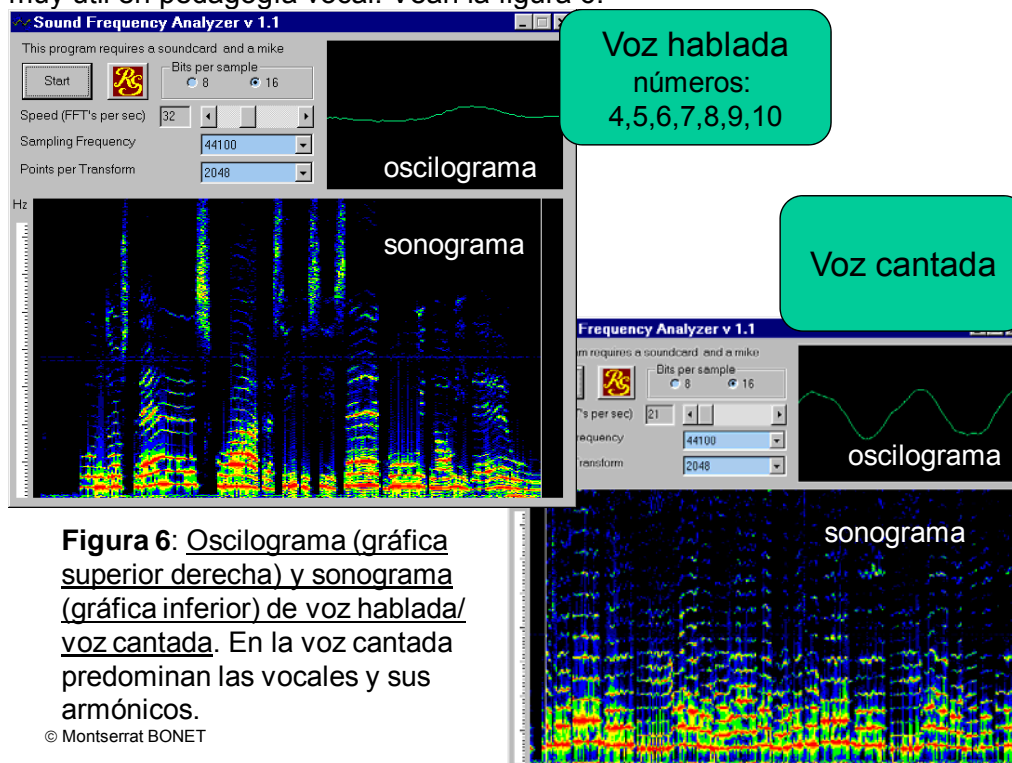


Figura 6: Oscilograma (gráfica superior derecha) y sonograma (gráfica inferior) de voz hablada/ voz cantada. En la voz cantada predominan las vocales y sus armónicos.

Estudio visual de la fonación

La visualización y endoscopia de la laringe, igual como en la época de Manuel García en el siglo XIX, sigue siendo un método de estudio imprescindible para explorar la voz. La *laringoestroboscopia* o la visión con luz estroboscópica de la laringe acoplada a un video o a sistemas de imagen digitalizada (DVD) son la última novedad, para simplificar su estudio de forma rápida y repetitiva.

El aparato usa una fuente de luz halógena de 150 vatios para la visión laringoscópica y luz de xenón estroboscópica de 300 vatios de potencia para la visión interrumpida, en forma de *flash*, de la laringe. La vibración rápida de un objeto, a 100 Hz en el caso de las cuerdas vocales se ve borrosa a nuestros ojos. El principio físico de que el ojo humano percibe como continuas unas imágenes si hay más de 5 por segundo, permite lentificar y visionar adecuadamente cualquier movimiento repetitivo y cíclico, si es iluminado de forma interrumpida pero constante. Este principio se usa en cinematografía y se aplica a la visión de las cuerdas vocales desde mediados del siglo XIX. Actualmente es de uso común en las discotecas y relaciona luz con sonido.

Para ver la laringe se utiliza un hipofaringoscopio, con una lente a 90° o 70° de deflexión, o un rinofibroscopeco flexible de luz fría con cable de fibra óptica. El hipofaringoscopio se apoya sobre la lengua y permite la visión de las cuerdas vocales y la laringe, al articular las vocales /e/ o /i/, vocalizar un arpegio o un glisando, al respirar, toser o reír; el rinofibroscopeco se introduce por la nariz, es flexible y permite articular palabras o cantar una canción, la visión resulta más pequeña pero más global. Cualquier espejo, lupa o endoscopio se acopla a una microcámara de video. Un sistema de magnetoscopio analógico o digital puede grabar las imágenes, que serán reproducidas inmediatamente.

La laringoestroboscopia, vean la figura 7, estudia la estructura que vibra en la laringe (sean o no las cuerdas vocales), la ondulación de la mucosa, su periodicidad y simetría de vibración, su amplitud y cierre glótico, la forma exacta de la borde libre de cuerdas en fonación, al cantar, en tonos agudos, en graves, en voz de falsete, etc. La conexión a una impresora sirve de documentación gráfica e ilustra la forma, color, cierre o abertura glótica en inspiración y en fonación.

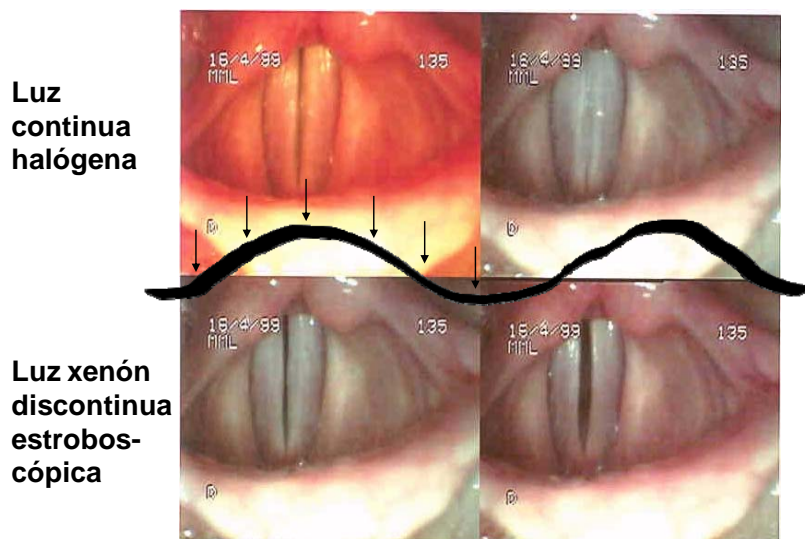


Figura 7: Visión laringe normal iluminada con luz halógena/xenón (azulada) estroboscópica. Los flash de luz iluminan algunas fases de la oscilación que visualizadas de forma enlentecida permiten visionar la ondulación de la mucosa de las cuerdas vocales.

© Montserrat BONET

La *electroglotografía* (EGG) de cuerdas vocales mide el nivel de contacto de la mucosa vocal o la resistencia eléctrica de los tejidos por medio de la corriente eléctrica que pasa de una a otra ala del cartílago tiroides durante la fonación. Se usa un señal de alta frecuencia (2-5 Hz) recogida por unos electrodos. Cuando las cuerdas vocales cierran, aumenta la señal de conducción y cuando abren decrece. La conductancia eléctrica forma unos patrones que imitan la forma de oclusión de las cuerdas vocales y permiten objetivar el grado de cierre glótico.

El *electromiograma* (EMG) de la laringe registra el potencial eléctrico de los músculos vocales, se usa para el diagnóstico de parálisis laríngeas o en las disfonías espásticas.

El *palatograma*, por medio de un molde articulatorio dibuja la posición de la lengua respecto al paladar al articular los diferentes fonemas. Se usa en la rehabilitación logopédica y puede ser útil para el estudio del canto.

Para estudiar la función vocal también es importante estudiar otras áreas relacionadas como el oído, la cavidad nasal, la cavidad bucal, el paladar, etc.... Con la *otoscopia*, la *faringoscopia*, la *rinoscopia* se observan las cavidades de resonancia, su movilidad, el entorno articulatorio y auditivo. Se usa una fuente de luz externa, un depresor, un especulum nasal y un otoscopio. La audiometría estudia el umbral mínimo de audición y resulta imprescindible en un músico.

Posiciones de las cuerdas vocales en diferentes situaciones vocales

Las cuerdas vocales vibran de forma cíclica. Después de inspirar, se colocan en la línea media en posición de fonación, preparadas para ejecutar un sonido. Entonces se puede ver como inician un acercamiento a la línea media desde los extremos anterior y posterior hacia el centro, siempre de forma muy simétrica y regular hasta que cierran completamente, medio cierran y medio abren la mucosa desde abajo hacia arriba, de la subglotis hacia la supraglotis, hasta que vuelven a la posición de abertura glótica para inspirar de nuevo. Es necesario distinguir entre dos hechos que a menudo se confunden, en relación a la movilidad y vibración de cuerdas vocales. Un hecho 1), la movilidad de cuerdas vocales en respiración; para inspirar se abren y para fonar cierran.

Un músculo intralaringeo abre la glotis (músculo cricoaritenideo posterior) y el resto de músculos intralaringeos la cierran. La naturaleza demuestra así, la importancia de la función valvular de la laringe. El otro hecho se refiere a 2) la vibración de cuerdas vocales. Tras inspirar las cuerdas se sitúan en posición de hablar, es decir con la glotis cerrada, entonces se inicia la vibración de la mucosa. Este movimiento de la mucosa sobre la submucosa de las cuerdas vocales, ondulante y reptante, en forma de bandera que ondea al viento, se conoce con el nombre de vibración mucosa o fenómeno mucocondulatorio, según Perelló. Así se explica cómo es posible que un paciente con parálisis de cuerdas vocales pueda llegar a tener buena voz y hasta cantar. Tiene disminuida la movilidad (apertura y cierre) de cuerdas vocales, pero no pierde la vibración, si las cuerdas quedan suficientemente cerca de la línea media para seguir vibrando.

Los buenos cantantes tienen una fase de cierre glótico más larga durante la vibración que las personas vocalmente poco entrenadas. Así garantizan mejor presión subglótica y mejor dominio de la frecuencia e intensidad de fonación. A menudo las cuerdas no acaban de cerrar perfectamente y se observa un espacio algo abierto central, anterior o posterior llamado *hiatus*. En la adolescencia las chicas a menudo presentan un *hiatus* posterior que favorece la fuga de aire y en esa edad no se considera patológico. Si el *hiatus* es permanente (en forma de 8, en forma de paréntesis, o en forma de s) resulta típico de ciertas patologías, como los nódulos vocales.

Al cantar un sonido agudo las cuerdas tensan de delante hacia atrás, adelgazan y disminuye la amplitud o su recorrido lateral; y viceversa, al cantar un sonido grave las cuerdas se relajan, engordan y su recorrido aumenta en amplitud. Resulta más fácil y cómodo cantar grave que no agudo. El tamaño de las cuerdas vocales se hereda, tal como el color de los ojos o cabellos. Un instrumento pequeño con cuerdas de pequeño formato, delgadas y cortas tiene mayor facilidad para cantar tonos agudos y viceversa, un instrumento grande con cuerdas grandes y gordas tiene facilidad para cantar tonos graves. La laringe infantil del recién nacido tiene unas cuerdas de 7 mm de largo, mientras que un bajo profundo puede llegar a tener unas cuerdas de 25 mm. La genética explica que en el norte de Europa existan buenos bajos y contraltos, mientras que en el sur dispongamos de buenos tenores y sopranos. Además, la alimentación en los países desarrollados ha supuesto un aumento significativo de la altura media de la población y en consecuencia, también ha influido en la dimensión, grosor y largada de las cuerdas vocales.

A menudo no sólo cierra el nivel inferior de la laringe (el plano de las cuerdas vocales) sino también alguno de los otros dos pliegues de la laringe. Entonces se añade un ruido de rozamiento a la voz o hasta otra frecuencia, en general más grave. Los pliegues de las bandas ventriculares, o mal llamadas falsas cuerdas vocales, si se aproximan a la línea media durante la fonación, pueden producir sonido. Este resulta rudo, rugoso, poco eficiente y de mala calidad. En ciertas estéticas musicales se usa de forma corriente, como en la música rock. Su uso habitual conlleva la sustitución de las cuerdas vocales por las bandas ventriculares en fonación, y hasta estas pueden dejar de actuar, dando lugar a una voz excesivamente grave en relación a la edad y el sexo del sujeto. En ambos casos se considera una patología vocal que se llama disfonía funcional hipercinética. Y si se usan los pliegues aritenoepligóticos para fonar, la voz sale como una tos de perro y los cartílagos aritenoides se engordan e hipertrofian dando lugar a la laringitis hipertrófica que necesita tratamiento. En algunos pacientes, con trauma de laringe o cuando resulta necesario extirpar parte de los elementos nobles por cáncer, esta fonación de sustitución puede ser una buena manera de rehabilitar su voz. En general, el exceso o defecto de la válvula laríngea durante la fonación provoca patología. La calidad, eficiencia y eficacia de la voz viene determinada por el grado de cierre glótico durante la vibración vocal.

La Caja de Resonancia

El sonido generado en las cuerdas vocales no sería audible si no fuera amplificado por las cavidades de resonancia localizadas por encima de la glotis. Y son: la laringe supraglótica, la cavidad de la faringe, la cavidad bucal y la cavidad nasal. Estas cavidades se colocan encadenadas en forma de F como un tubo de doble salida, a semejanza de las flautas dobles pintadas en vasos cerámicos de la cultura cretense. El tubo vocal está formado por unas estructuras rígidas (nariz, rinofaringe, paladar duro y mandíbula), semirrígidas (amígdalas, epiglotis, vestíbulo laríngeo) y flexibles (paladar blando, lengua, labios). Algunas de estas estructuras son móviles (mandíbula, labios, lengua, faringe y paladar blando) y otras son fijas (dientes, paladar duro).

La caja resulta flexible, moldeable, variable en forma, tamaño, longitud y amplitud, hecho que diferencia la voz del resto de instrumentos. La voz puede resonar a la vez en la nariz y en la boca, sólo en la nariz (al cerrar los labios) o sólo en la boca (al cerrar el paladar al articular una vocal), pero cada cavidad influencia en la otra. La función del tubo vocal se aproxima a la de un ecualizador, si se compara a un aparato que reproduce música. Cada zona del tubo vocal amplifica parte de la señal acústica producida por las cuerdas vocales y así se enriquece y amplifica ciertos armónicos, dando lugar al timbre de la voz. Los científicos manejan conceptos acústicos como frecuencia, amplitud, presión acústica, decibelios (dB), hertzios (Hz) mientras los músicos usan nombres como nota, intervalo, volumen, sonido, calidad, etc. Se trata de lenguajes y sensibilidades diferentes aplicadas a un mismo fenómeno. Para comprender mejor el fenómeno de la calidad vocal y de su impostación es necesario hacer referencia a algunos conceptos físicos del sonido.

Acústica de la voz

Un diapasón genera una onda sonora simple. Después de darle un golpe se puede observar como vibran sus barras, dibujan un movimiento de vaivén desde un punto medio, con una amplitud máxima (volumen) que va disminuyendo al cabo de pocos segundos hasta desaparecer. Si pudiéramos inscribir este movimiento de vaivén en una gráfica en un papel que se moviera a un ritmo conocido pondríamos ver la forma ondulada del sonido. El recorrido, hasta retornar al punto de partida del movimiento de vaivén, conforma una onda. El número de ondas por segundo o hertzios (Hz) determina la frecuencia de un sonido. La nota la3 corresponde a 440 vibraciones por segundo.

En la naturaleza no existen sonidos simples, sino que se combinan. Se habla de sonidos complejos, es decir, sonidos formados por la suma de varias ondas sonoras que dependen de las cualidades de los materiales que forman la caja de resonancia. Si estas ondas no tienen ninguna relación entre ellas, unas se suman, otras se restan, unas chocan y resuenan de forma caótica decimos que estamos ante un ruido. Mientras que si estas ondas tienen alguna relación matemática entre ellas, las llamamos sonido.

Cada onda base o frecuencia fundamental (F0) está formada por un número de vibraciones cada segundo. En el caso de que se trate de un sonido complejo, a la vez que el sonido fundamental, se oyen otros sonidos que son frecuencias dobles, triples, cuádruples... de F0. Así, cuando se apoya el diapasón sobre una mesa lo escuchamos amplificado porque además de la onda fundamental de, por ejemplo 128 Hz (nota do), se oye la doble, de 256 Hz, la triple, de 384 Hz, la cuádruple, de 512 Hz, etc. Es decir, siempre será un número entero que multiplica F0. Vean la tabla 3 de equivalencia entre Hz y notas. Estas frecuencias dobles, triples, etc. de F0 se llaman armónicos. Cuando el sonido es puro o simple, los armónicos decrecen uniformemente en amplitud cuando más agudos. Cada material (madera, metal, músculos, cartílagos, huesos) tiene unas características diferentes de reflexión o absorción del sonido. Y amplifica ciertos armónicos más que otros, hecho que nos explica la calidad o el timbre de cada material. Al articular una vocal se repiten unos patrones ondulatorios, diferentes para cada vocal, con unas características acústicas parecidas dentro de una misma lengua. Así en la

vocal /u/ se amplifican los armónicos graves, en la /i/ los agudos. Al articular las consonantes predominan los elementos de ruido, fricción o percusión. Así al articular el sonido /s/ se añade un ruido de frito a tonos muy agudos (por encima de los 5.000 Hz) o en el sonido /p/ se interrumpe el paso del aire y explota la vocal posterior a gran amplitud.

La impostación de la voz y el formante del cantante

La impostación de la voz se relaciona con la colocación correcta de los órganos articulatorios respecto a las cavidades de resonancia del tubo vocal para cada sonido emitido por la laringe. La palabra impostación proviene del latín y significa "pasar por encima". Los franceses lo llaman *pose de voix* y los italianos hablan de voz cubierta, *copperta*. Se asimila a expresiones como: cantar en la máscara, cantar adelante, sonido dirigido hacia un punto imaginario delante de la cara entre el paladar duro y la raíz nasal. El cantante explica una sensación de sonido nasal y nota una concentración de energía cerca de la arcada dental superior, pero no es un sonido nasalizado ni gangoso sino de abertura y amplitud nasal.

Según Sundberg, la impostación de la voz es una característica tímbrica de la resonancia que permite escuchar la voz del cantante por encima de otros cantantes o por encima de una orquesta. Ello es posible, no porque el cantante cante más fuerte ni más agudo, sino porque su canto se distingue sobre el sonido de los instrumentos. Cuando se quiere articular un fonema el tubo vocal logra volúmenes diferentes dependiendo de la forma que adopten los labios, la mandíbula, la lengua, el paladar, la faringe y la laringe. Al analizar acústicamente el espectro de la voz se observa cómo no sale una curva descendente en la que la nota fundamental (F0) sea la más intensa y los armónicos más agudos lo sean menos, sino que se observa un contorno ondulante en forma de picos. El tubo vocal refuerza ciertos parciales de la nota fundamental emitida por las cuerdas vocales, hecho que conforma un espectro de la voz con unos picos de energía llamados formantes. Para cada vocal reforzamos la audibilidad de algunos sobretonos sobretodo de aquellos que se aproximan a las cuatro principales frecuencias de resonancia del tubo vocal: F1 (500 Hz), F2 (1000 Hz), F3 (2000 Hz) y F4 (2500 Hz). Justamente estos picos de amplitud son característicos de las diferentes formas de articulación. Las frecuencias de las formantes vienen determinadas por la forma de tubo vocal, de su longitud y amplitud en los diferentes puntos principales. Dependiendo de la abertura o cierre de los órganos articulatorios y de la relación de cada uno de estos con los otros, en una vocal determinada logramos reforzar o disminuir la audibilidad de unas u otras formantes. Cuando se redondean los labios, la frecuencia de las formantes decrece y se da la impresión de hablar más grave, mientras que si se sonríe aumenta y parece que la voz se agudice. La primera formante, F1 depende de la forma de los labios, la segunda, F2, de la forma del cuerpo de la lengua y la tercera, F3 de la forma de la faringe y del paladar. El cuarto formante, F4, resulta muy importante para el timbre de la voz y para distinguir una persona de otra y depende de la forma y amplitud de la hipofaringe y del ventrículo de Morgagni.

Al comparar el espectro vocal de un cantante con voz cantada bien timbrada, y la de él mismo cuando articula la misma palabra en voz hablada, en el análisis del espectro vocal se observa como aparece una formante extra, entre F3 y F4 cerca de 3kHz, mientras que en la voz hablada aparecen dos, F3-F4 entre 2-3 Khz. (vean la figura 6). Este pico extra se llama la formante del cantante y es característica de la voz impostada. Cuando se escucha esta característica tímbrica se habla de que el cantante cubre, oscurece o da color a su voz. Para conseguirlo es necesario cambiar la forma de los órganos articulatorios hasta que se asimilen las formantes de las vocales hacia la formante extra. A menudo los profesores de canto piden al alumno que cuando articulen el fonema /a/ lo asimilen a una /o/, o la /e/ abierta la asimilen

hacia la /e/ cerrada. Se ha observado que los barítonos y bajos consiguen impostar mejor si abren la boca, bajan la mandíbula y la laringe. Su formante extra varía entre 2.3 y 3 Khz., mientras que en los tenores varía entre 3 y 3.8 Khz. En una mujer estas características acústicas son diferentes. Es necesario recordar que la frecuencia fundamental de la mujer es mucho más aguda y además la primera formante del tubo vocal suele ser más grave (500 Hz) que la nota que acostumbra a cantar una soprano. En las sopranos el efecto de la formante extra se consigue más fácilmente al sonreír, y abrir la mandíbula, en los tonos agudos. En las contraltos se ha observado que la formante extra tiene más amplitud pero como cantan muchas veces notas por debajo de los 500 Hz, su voz no se escucha tan bien como las mujeres con voz más aguda, a pesar de que el acumulo de energía en dB acostumbra a ser más elevado. Además, esta formante del cantante también depende de un buen cierre glótico. Si la glotis no es competente y el aire escapa, no conseguirá la formante extra del cantante. Si se quiere obtener una buena impostación de la voz, según L. Croatto, es necesario:

- a) bajar la laringe respecto a la su posición de reposo,
- b) alargar la faringe para reforzar los armónicos graves,
- c) relajar los músculos maseteros para aumentar el volumen de la cavidad bucal y faríngea,
- d) flexibilizar y agilizar al máximo la lengua y labios y,
- e) es necesario que el paladar no esté demasiado bajo.

Si se quiere obtener una buena calidad de impostación se debe entrenar el timbre de cada nota y cada vocal, ya que para cada vocal o consonante y para cada nota, varía la posición de los órganos articulatorios y, por lo tanto, puede modificar la impostación de la voz. Si tenemos en cuenta que la mayor parte de cantantes dispone de una extensión vocal de dos octavas, debe entrenar y encontrar la formante extra del cantante para cada uno de los 24 semitonos de la su extensión y para cada vocal, cada consonante sonora y sus combinaciones.

Articulación, su influencia en la impostación

Un tema controvertido y que los cantantes pop critican a los cantantes clásicos, es la dificultad de inteligibilidad del texto al cantar. Ciertamente, para impostar la voz y asimilar las formantes características de cada vocal a las necesidades de impostación, se observa cómo se deforman las vocales. Cuanta mayor energía acústica se requiera menor inteligibilidad se consigue y viceversa, cuanto mayor inteligibilidad se requiera menor impostación se consigue.

También es cierto que cuanto más agudo sea el sonido a cantar más lejos se encuentran las formantes graves características de las vocales y en consecuencia menor inteligibilidad. Es necesario saber que la comprensión de un texto cantado va reñida con la impostación.

De hecho, en las óperas más conocidas, gracias a la memoria, los oyentes captan fragmentos del texto que reconstruyen mentalmente; el facilitar las traducciones sobre impresionadas en diapositivas permite seguir los diálogos y las tramas dramáticas. En el teatro musical se ha optado por amplificar la voz de los cantantes con micrófonos miniaturas escondidos entre los vestidos de los intérpretes; aquí prima la inteligibilidad del texto frente a la impostación. En el *Lied* clásico también prima la inteligibilidad del texto frente a la impostación, puede que sea la razón por la cual excepcionalmente un cantante de oratorio o Lied gane un concurso de canto ya que no compite con la misma exigencia interpretativa ni igual impostación. Un mismo cantante usa de forma distinta la impostación si se trata de un recital o si canta con orquesta, en este caso es cuando menos se comprende. Los compositores del barroco de primera línea como W. A. Mozart o J. S. Bach conocían su oficio, sabían que para comprender el texto, debían repetirlo varias veces y si escribían tonos agudos sólo ciertas vocales se comprendían bien (/i/ o /e/). Era mejor vocalizar sobre una sola vocal, que decir frases completas. Así pues, la poca comprensión del texto de una ópera se explica por la

colocación acústica de las formantes de las vocales respecto a la formante extra del cantante, y las asimilaciones o distorsiones que esta formante extra provoca en la articulación. En el siglo XX las técnicas de amplificación acústica del sonido han substituido la impostación, ya que sólo con mover un dedo el técnico de sonido consigue amplificación eléctrica del sonido y así desaparece la controversia inteligibilidad *versus* impostación. Excepto en la música clásica en la que se exige a los cantantes esfuerzos a menudo sobrehumanos.

Los movimientos articulatorios y los fonemas

La fonética articulatoria estudia la forma como se disponen los órganos de la fonación para articular cada fonema de la lengua. Un fonema es la menor unidad lingüística fónica con significado. Si en un contexto dado, como en la palabra *sopa* se cambia un sol fonema, la /p/ por /l/, ésta se considera fonema ya que la palabra resultante tiene un significado diferente: *so/a*. Se idearon los símbolos gráficos fonéticos, como los del Alfabeto fonético internacional (AFI) que permiten reconocer y pronunciar cualquier sonido de cualquier lengua, si se conoce la forma y el punto de articulación. Resulta que para cada vocal y consonante, la lengua, labios, mandíbula, paladar, faringe y el resto de órganos de la articulación adoptan una posición en relación a la caja de resonancia bucal que conforma la acústica de cada fonema. Algunos de los órganos se mueven y están activos, como la lengua o los labios y otros están quietos, como el paladar duro, los dientes, se llaman los órganos pasivos de la articulación. Al articular una vocal, el sonido sale del tubo vocal sin interrupciones, la mandíbula acostumbra a colocarse entreabierta y la lengua abomba dentro de la cavidad bucal a diferentes alturas. Para articular una consonante, alguna zona del tubo vocal cierra parcial o totalmente, produciendo algún tipo de fricción al paso del aire. La diferencia entre vocales y consonantes resulta de la mayor facilidad de resonancia en las vocales, en contraste, al ruido añadido por la constricción del aire en el caso de las consonantes.

Formas de articulación

Existen diferentes formas de interrupción del paso del aire a través de las cavidades de resonancia, que conformen las llamadas formas de articulación: a) **oclusiva**, cuando dos órganos se aproximan tanto que ocluyen totalmente el paso del aire, con contracción del velo del paladar, como sucede en los fonemas /k, t, p/ al articular palabras como golpe o tope; b) **nasal**, cuando existe una oclusión total de la cavidad bucal y el aire se escapa por la cavidad nasal gracias a la relajación del velo del paladar, como en el caso de los fonemas /m, n/ en palabras como *más*; c) **vibrante**, cuando un órgano vibrante interrumpe el paso del aire, como la lengua en el caso del fonema /r/ en palabras como *ras*; d) **lateral**, donde la interrupción del paso del aire se efectúa por el centro de la cavidad bucal, dejando paso por los lados de la lengua, como sucede al articular la /l, ʎ/ en palabras como *polo* o *pollo*; e) **fricación**, cuando existe una aproximación suficiente entre dos órganos que no llegan a producir oclusión, pero sí rozamiento o fricción, como en el caso de /s, ʃ, f/ en palabras como *casa*, *caza* o *fosa*; f) **vocal**, cuando dos órganos articulatorios se encuentran lo suficientemente separados como para que no exista rozamiento, como en la /a, e, i, o, u/. También existen situaciones intermedias como la forma de articulación g) **africada**, cuando se combina una forma de articulación oclusiva con otra de fricativa, como en el caso de /tʃ/ en palabras como en *cancha*; o h) el caso de las **semivocales** donde los órganos de la articulación se aproximan bastante pero no llegan a producir fricción, como en el caso de /j/ en palabras como *yo*. El sonido producido por la laringe participa en algunos fonemas y en otros no. Cuando la fuente sonora glotal participa los fonemas se llaman sonoros. En ellos la voz resulta más armoniosa y audible. Cuando las cuerdas vocales permanecen separadas y no actúan, los fonemas se llaman sordos, y el sonido se produce por las turbulencias del aire cuando el tubo vocal se estrecha parcial o

totalmente. Algunas formas de producción de fonemas llevan inherente el uso de la vibración de cuerdas vocales, como las vocales, nasales, vibrantes y laterales, mientras que para las consonantes oclusivas y fricativas la calidad sonora suele ser opcional, resultando fonemas diferentes. Así se pueden clasificar las formas de articulación de manera binaria:

Tabla 4: Clasificación de las formas de articulación

vocal						
consonante	----	nasal				
		oral	----	lateral		
				central	-----	vibrante
						obstruyente

						oclusiva
						fricativa

Puntos de articulación

Ya se ha comentado cómo se producen los fonemas, ahora se precisa en qué punto de la cavidad de resonancia se produce el contacto, fricción, o oclusión que impida el paso del aire, para así articular los diferentes fonemas. Así, los puntos de articulación son zonas dónde se produce del tracto vocal dónde se produce la forma de articulación y depende de los órganos que se acercan o ponen en contacto:

a) **bilabiales**, cuando son ambos labios los que contactan, como en los fonemas /b, m, p/, en los ejemplos *bote*, *mote* o *pote*;

b) **labiodentales**, cuando el contacto se efectúa entre el labio inferior y los dientes, como sucede en el fonema /f/, en la palabra *fuelle*,

c) **apicodentales**, cuando la punta de la lengua se apoya en los dientes superiores, como en /d, t/ en las palabras *dos* o *tos*;

d) **interdentales**, cuando la lengua se introduce entre los dientes /θ, δ/ en las palabras *zapato* o *cada*; e) **apicoalveolares**, cuando la lengua se apoya en los alvéolos dentarios, como en la /r, l, n, s/ en las palabras como *cara*, *cala*, *cana*, *casa*;

f) **palatales**, en las que el dorso de la lengua se apoya en la parte central del paladar, como en los fonemas /tʃ, ʎ, ʝ/ en las palabras *chocolate*, *calla*, o *baña* i

g) **velares**, cuando en la parte posterior de la lengua coincide con el velo, como en /k, g, ŋ, ɣ/ en las palabras *casa*, *gasa*, *blanca*, *jaca*.

Es necesario recordar que existen más fonemas que grafemas, o formas de escribir los sonidos, o dicho de otra manera, cada signo gráfico puede corresponder a más de un sonido significativo. Así por ejemplo el fonema /s/ sordo se puede escribir con el grafema s, c, dependiendo de las palabras de que se trate, como en *acaso* o *ciprés*. El sistema gráfico usa las reglas ortográficas que difieren de las fonéticas, aunque a veces coinciden. Además usa los símbolos gráficos fonéticos, como los del Alfabeto fonético internacional (AFI). El conocimiento del alfabeto fonético es de sumo interés para los cantantes que a menudo cantan textos de lenguas extranjeras, con fonéticas diferentes a las de su lengua materna. En general, los profesores de canto insisten y estimulan a sus alumnos que estudien diferentes lenguas, ya que resulta muy diferente si el cantante comprende las palabras y el significado de lo que canta. Ahora bien, es imposible hablar todas las lenguas por lo que resulta muy útil conocer las reglas del alfabeto fonético. Los profesores E. Bonet, J. Mascaró y M. R Lloret explican de forma sucinta, las bases de la fonética articulatoria. En el AFI se usan signos del alfabeto griego. Las diferentes vocales dependen del 1) grado de elevación de la lengua dentro de la cavidad bucal hacia la zona anterior o posterior de dicha cavidad, 2) de la participación de labios redondeados, neutros o alargado, 3) la vibración de cuerdas vocales, y 3) del movimiento de elevación o no del velo del paladar para añadir o no resonancia nasal o duración entre vocales cortas o largas. En la figura 8 se puede ver la distribución de las principales vocales según la elevación del dorso de la lengua y la dirección de esta. La mayor parte de las vocales son sonoras, pero a veces se

ensordece parcialmente la última vocal, como pasa en portugués o francés. Si son nasalizadas se añade un signo llamado diacrítico, en forma de ondulación, como en el caso de un acento o circunflejo. En lengua catalana y castellana, los labios se colocan redondeados para las vocales posteriores, alargados para las anteriores y neutros para las centrales. Así la /i/, e/ se articulan con los labios sonrientes, en consecuencia la mandíbula se encuentra más cerrada, que cuando se articula /o, u/, aquí los labios se redondean, y en la central /a/ donde los labios se colocan de forma neutra y la mandíbula se abre. Este hecho resulta importante para cantar, ya que se debe entrenar a abrir la mandíbula para articular aquellas vocales donde no se usa, como en el caso de la /u/ o la /i/. En otros idiomas como el francés, ciertas vocales con prominencia lingual anterior llevan labios muy redondeados, su signo fonético es la /y/ y en alemán se escribe gráficamente con diéresis sobre la u: ü, como en la palabra *über* (sobre). Si resulta difícil articular este fonema se puede entrenar pensando en que la lengua abombe por su zona anterior hacia el paladar como en la /i/ pero con labios en forma de /u/.

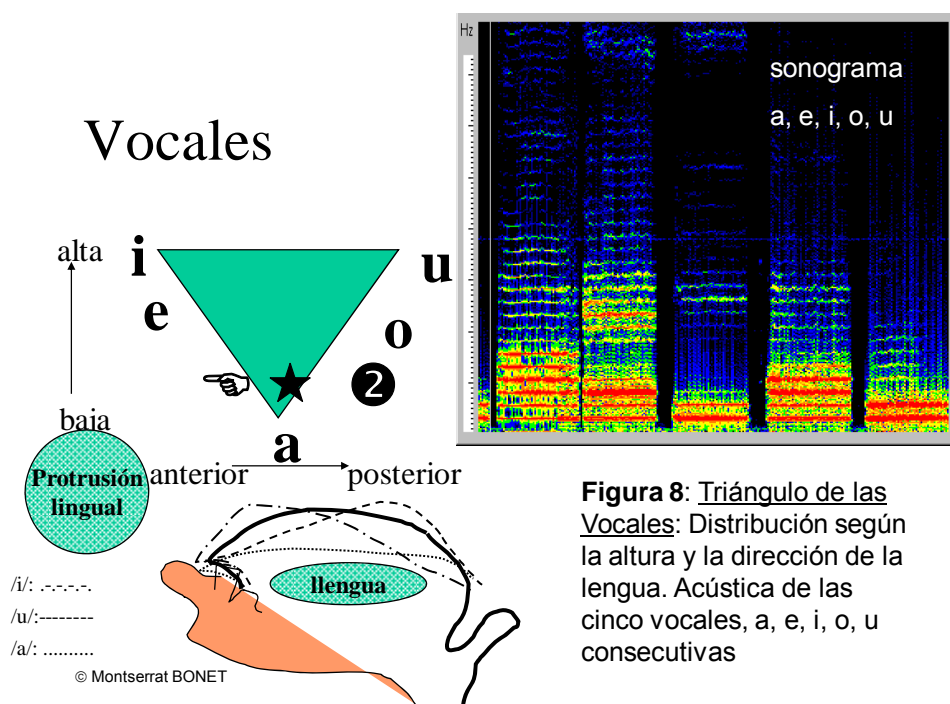


Figura 8: Triángulo de las Vocales: Distribución según la altura y la dirección de la lengua. Acústica de las cinco vocales, a, e, i, o, u consecutivas

Las vocalizaciones y resonancias

La mayoría de ejercicios de técnica vocal toman las vocales como forma de articulación base. Las vocalizaciones se ejercitan con todas las vocales posibles, a partir de las vocales neutras hacia aquellas en que la lengua abomba hacia la zona posterior de la cavidad bucal, como en /a, o, u/ o hacia elevaciones anteriores, como en /a, e, i/. En caso de que un alumno a quien el timbre sea opaco y la lengua caiga hacia la faringe, le pediremos que ejercite más con vocales anteriores, y en el que exagere los sonidos nasalizados le pediremos lo contrario. La acústica de las vocales viene determinada por la primera y la segunda formante y en cada lengua es variable. Cuando los labios sonríen el tracto vocal y la caja de resonancia se acortan, así se aumenta la intensidad de los armónicos agudos; y al contrario, cuando se colocan los labios redondeados como al decir /u/, se agrava la segunda formante. Vean la figura 9 donde se observa el sonograma de vocales. Es por este motivo que se puede brillantar una vocal al sonreír y conseguir así aumentar las formantes agudas, o al revés se las puede colorear y oscurecer redondeando algo los labios y las formantes se agravarán. Este suele ser un recurso diferente para cada tipo de voz, en el caso de las sopranos, buscan

sonreír y los bajos redondear la boca. Todo ello desemboca en que la articulación de las vocales se deforme y varíen o se pierdan los puntos distintivos de la vocal en cuestión, hecho ya comentado en el apartado de articulación y su influencia en la impostación.

Uno de los recursos pedagógicos más utilizados por las diferentes escuelas de canto es el uso de las consonantes sonoras, en ellas participa la voz y la vibración de cuerdas vocales. Se usan para que el alumno note las posibilidades de redoblar su sonido y conseguir así el camino hacia la impostación. Si redobla la duración de las consonantes sonoras, aumenta por lo tanto su sonido, obtiene un aumento de energía e intensidad sonora, que permite apuntar hacia la impostación de la voz. Muchos métodos de canto, preconizan esta técnica y los ejercicios más comunes para empezar a estudiar la voz como instrumento van precedidos o acaban en consonante sonora, como *maaam*, *moom*, o *dum*, *ding*, *dong*. La vibración labial, lingual o uvular en forma de onomatopeyas al redoblar consonantes sonoras es un ejercicio muy común: /m, n, ŋ, w, r, br/. Al combinar estas consonantes sonoras con las vocales surgen infinidad de ejercicios, que dependiendo de las habilidades del alumno para mover el velo del paladar, mandíbula, lengua o labios, le van a permitir ductilidad para disponer los órganos fonatorios en posiciones muy variadas y así adquirir paulatinamente mayor flexibilidad y adaptarse a las articulaciones necesarias para diferentes idiomas.

Las consonantes oclusivas son útiles para impulsar el sonido, si se vocaliza con la consonante /p/ el ataque de la nota va a resultar preciso, logra mejor cierre de la glotis en aquellos casos en que esta no cierre adecuadamente. Las consonantes fricativas como las sibilantes sordas resultan molestas, añaden ruido y ensucian las vocales, además se articulan con la mandíbula cerrada provocando dureza y tensión excesiva de los músculos masticadores. Cuanto menos suenen, mejor.

Evolución y desarrollo del lenguaje y la articulación

Desde el nacimiento, el individuo produce sonidos, llora, grita, tose traduciendo estados internos de incomodidad o insatisfacción, sin significado comunicativo. A partir de los dos meses el grito se distingue de los gemidos que se pueden interpretar como de ligera satisfacción. Hacia los tres meses de vida aparecen los primeros balbuceos, un juego vocal gratuito, con infinitas posibilidades articulatorias. A partir de los seis meses se observa la ecolalia, repetición de sílabas hasta el infinito. El niño ya usa fonemas de la lengua materna. Hacia el primer año de vida aparecen las primeras palabras con significado, llamadas palabras-frase, ya que una sola de ellas significa más que la palabra en sí, por ejemplo, papá, hace referencia al padre, pero también al coche del padre, las llaves o la cartera del padre. En ellas se refleja una concentración de significados. A partir de los 18 a 24 meses aparece el verdadero lenguaje con las llamadas palabras-pívot: sujeto-verbo, o sujeto-adjetivo o sujeto-adverbio (muñeca mía, mamá ven). Así el niño adquiere vocabulario, va usando la fonética correctamente. A los tres años construye frases completas, a los cuatro frases complejas y a los cinco años ya puede hablar perfectamente, debe hacer un discurso correcto tanto desde el punto de vista fonético, gramatical como sintáctico. Por ejemplo, ya puede explicar un chiste o el argumento de una historia.

De entre todos los fonemas, algunos se adquieren al primer año de vida, como las consonantes oclusivas y otros tardan hasta los cuatro años, como las consonantes sibilantes o las vibrantes. Justamente estos fonemas que se adquieren tarde son más susceptibles de ser mal articulados por algunos individuos. Los profesionales de la logopedia se ocupan de los problemas de la articulación y del lenguaje ligados a las dificultades de la discriminación auditiva de fonemas o a problemas de lenguaje.

La voz en relación a la edad y al sexo.

Por la voz se distingue la edad del interlocutor. Instantáneamente se percibe la voz de un bebé, de un niño, de un adolescente o la voz de un viejo. Durante el habla la

frecuencia fundamental varía constantemente. La F0 es el nivel óptimo en el que la voz produce una frecuencia confortable, sin tensión ni esfuerzo. La voz del recién nacido resulta muy aguda, la nota fundamental espontánea acostumbra a estar hacia los 450 Hz (cerca de la nota la3), la del niño oscila entre 250 i 350 Hz, se agrava en la pubertad, en las niñas hasta llegar a ser cercana a 220 Hz en la mujer adulta, y en los hombres entre 110 y 150 Hz.

La muda de la voz es un fenómeno ligado a los cambios hormonales que ocurren al llegar la pubertad. La laringe infantil, a partir de la presentación de la menstruación en las mujeres, crece y las cuerdas vocales se alargan. Este período muy rápido (3 a 6 meses) en algunas chicas da lugar a que las cuerdas vocales no cierren suficientemente, les cuesta soportar la nueva tensión muscular. Así la voz resulta velada y con exceso de aire desde los 12 a los 14 años. La voz de la mujer varía de calidad durante la vida, en el período fértil es cuando dispone de las mejores cualidades.

En el caso de los chicos, la aparición de la hormona testosterona que segregan los testículos da lugar a varios cambios, entre ellos, el crecimiento de la laringe al doble de su tamaño, por lo que el chico adolescente debe adaptar su voz a la nueva medida de las cuerdas, que se alargan y engruesan. Este cambio acostumbra a suceder entre los 14 y los 16 años. Tiene un período:

a) pre-muda de 2 a 4 años, durante el cual la voz hablada se agrava progresivamente, pero la voz cantada mantiene una extensión vocal aceptable;

b) un período central, de muda vocal propiamente dicha, de 2 a 4 meses en el que la voz se desestabiliza, produce gallos y las cuerdas se observan edematosas, durante el cual es mejor cantar poco y suave, mientras se adaptan al cambio;

c) un tercer período llamado post-muda que dura entre 2 y 4 años en el cual la voz se asienta y se agrava progresivamente por lo menos hasta una octava. A partir de los 14 o 15 años la voz de la chica ya resulta estable, mientras que la del chico no se estabiliza hasta los veinte.

A menudo los hombres utilizan la voz de falsete y algunos la usan a lo largo de toda la vida. En la adolescencia resulta frecuente ya que con menor tensión las cuerdas vocales medio abiertas durante la fonación consiguen un sonido piano y filado parecido al que obtenían con la voz infantil. La mayor parte de los chicos, en esta época del cambio, se sienten orgullosos de su voz grave y procuran agravarla más para reforzar su papel de hombre. Muchos chicos que cantan, al perder las cualidades vocales de forma brusca y no encontrar la nueva forma de cantar fácilmente se refugian en la voz de falsete, que les permite seguir cantando agudo. Pero esta voz no tiene ni la intensidad ni el timbre deseado y a menudo entra en conflicto con el papel cultural que se le otorga. Esta voz falsa, difiere de la voz de los falsetistas españoles, tenores sobreagudos que aún hoy existen y que pueden cantar muy agudo al estilo de Antonio Molina. En este caso se trata de una laringe adulta pequeña, en un hombre hormonalmente bien desarrollado. Diferente es el caso de los eunucos y *eviratti* a los cuales se extirpaban los testículos antes de la pubertad para impedir que segregaran hormona sexual masculina. Resultaban estériles de por vida y la laringe no crecía. Su cuerpo era masculino, ya que el resto de hormonas del crecimiento no se encontraban alteradas, su capacidad respiratoria y las cavidades de resonancia eran adultas. Recibían entrenamiento vocal desde muy jóvenes y no tenían el problema de la muda vocal. Sus voces podían llegar a ser excelentes. A partir de finales del siglo XIX se abolieron estas prácticas salvajes y hoy en día sólo se extirpan los testículos en caso de enfermedades muy graves, que resultan ser muy raras antes de la adolescencia. Actualmente los cantantes contratenores usan la voz de falsete para conseguir un timbre y una voz aguda. En general, su voz hablada continúa siendo grave, por lo que el instrumento es adulto, pero prefieren mantener la voz de falsete a pesar de haber desarrollado una laringe adulta. Frecuentemente, se trata de personalidades homosexuales.

Desde la adolescencia hasta los 60 años la voz resulta estable. En la vejez y a partir de los 60 en la mujer y de los 65 en el hombre, la nota fundamental espontánea se agudiza, mientras que en la mujer se agrava. La voz senil se reconoce fácilmente, más ronca, temblorosa, su resonancia e intensidad se encuentran reducidas, aumentan las pausas respiratorias y el habla se enlentece. Eso es debido a un fenómeno natural: el envejecimiento de los cartílagos, se osifican, pierden elasticidad tanto los ligamentos como los músculos y la fatiga respiratoria impide un fraseo adecuado de la voz. La sordera ligada a la edad impide un buen control fonoauditivo de la voz. Las enfermedades como la artrosis, la hipertensión arterial, el deterioro mental o la diabetes, solo por citar las más habituales en esta edad, se añaden al cuadro local de la laringe. Este envejecimiento tiene relación con factores generales pero también con las hormonas sexuales y por ello define según los sexos.

La voz del solista respecto a la voz del cantor corista

En un coro se suman las voces de varios cantores y la música que practican debe sonar armónica. Es necesario que el director de coro clasifique las voces de sus cantores para que cada cual cante en la tesitura que le resulte más cómoda y en la que obtenga mayor rendimiento.

En la adolescencia es necesario actualizar los datos de los cantores que se encuentran en el período de la muda vocal cada tres meses. La mayor parte de individuos disponen de una extensión vocal superior a 18 semitonos. El 80% de los individuos tienen unos 24 semitonos de extensión y algunos excepcionalmente llegan hasta cantar 36 semitonos, sin forzar la voz. En el 98% de los casos una extensión menor de 18 semitonos denota una patología vocal y resulta imprescindible que el cantor acuda al médico foniatra para dilucidar la causa.

Después de una detenida selección de las voces, deben ser educadas para conseguir afinar en grupo, articular adecuadamente, respirar conjuntamente y evitar la fatiga vocal. La homogeneidad de la voz se logra con una buena impostación y deben adaptar las sensaciones auditivas comunes a las propioceptivas o internas personales de cada individuo que forma el coro. Deben evitar todo esfuerzo desmesurado y cuidar las medidas de higiene de la voz.

Para conseguir homogeneizar el timbre de las voces, preconizo usar la gesticulación, tal como sugería H. Lipps. Tanto para conseguir que todos los coristas logren unas vocales homogéneas como una tensión suficiente y no excesiva de los músculos respiratorios y articuladores. En la figura 9 se observa la ganancia en armónicos sin o con un gesto añadido. En las vocales anteriores uso un gesto de las manos que sugiere sonrisa, en las vocales posteriores, los dedos alrededor de los labios para redondearlos, en las vocales neutras, la mano apoyada sobre la barbilla para conseguir relajar la mandíbula. Si se trata de mejorar la tensión muscular de cuerdas ésta se obtiene con un gesto de balanceo o de proyectar o lanzar un objeto imaginario. Si se quiere aumentar la fuerza de los músculos respiratorios se puede apretar hacia delante la mano de un cantor contra otro. Estas gesticulaciones, tan abundantes en el habla diaria, permiten expresar y proyectar la voz hacia el exterior. Tampoco es necesario que estos gestos sean excesivos, ya que fácilmente se cae en realizar el golpe de glotis al iniciar la fonación, tan habitual al apretar el abdomen o aumentar la presión abdominal al levantar un peso.

Figura 9:
Sonograma de un ejercicio sin gesto y con gesto acompañante.
 Se observa la ganancia en armónicos en la segunda parte de la imagen con la aparición de la formante del cantante (círculo).



© Montserrat BONET

La adaptación fonoauditiva y la coordinación entre lo que se escucha y lo que se nota difiere entre un cantante solista y el corista. En el caso del solista, éste toma referencia de la afinación con los instrumentos que lo acompañen y adecua su intensidad en relación a instrumentos de tono, timbre o intensidad diferentes a la voz y respecto a la sala donde actúan. En el caso del corista, adapta su voz a los compañeros más próximos y a la resonancia de la sala. La afinación toma como referencia a sus compañeros de cuerda, así como su intensidad o timbre. Esta es la razón por la cual el corista acostumbra a sentirse rodeado y apoyado por sus compañeros y le cuesta cantar solo. Se acostumbra a esperar turno, a no sobresalir, a fundirse en el conjunto, a mirar al director. El solista debe dar la cara, destacar del resto de instrumentos y sus referencias auditivas son otras de las del corista. Para cantar en grupo es necesario entrenar y adaptar al conjunto, para cantar de solista es necesario un entrenamiento individual.

Es importante que un cantante solista cante en un buen coro durante alguna época de su vida, como entrenamiento resulta indispensable para la música de conjunto, tanto de cámara como orquestal. Sin esta experiencia le resultará muy difícil adaptarse a la música compartida. A partir del momento en que decide cantar como solista, le será necesario adaptar a las nuevas necesidades fonoauditivas y deberá desarrollar las características individuales y personales que le permitirán destacar del resto de cantores y de solistas.

Higiene de la voz

La voz es un elemento fundamental para quien canta y para quien la use en su vida profesional. Los cantantes, los cantores de coro, los profesores de música, cualquiera que aprenda música o le guste cantar debe mantener la voz en buen estado, para prevenir y evitar las patologías de la voz. Para mantener una buena voz debe adquirir una buena técnica vocal y a su vez mantener la salud de la voz. La higiene de la voz tiene un valor preventivo y terapéutico, ya que permiten evitar las patologías vocales más habituales.

Resulta muy frecuente que un estímulo perturbador provoque un mal uso de la voz. Desde un trastorno psicoafectivo, a lesiones congénitas de cuerdas vocales, sumado a factores de tensión cervical por trabajar muchas horas delante del ordenador favorecen la aparición de disfonía por forzamiento de la voz. Los factores que favorecen la aparición de disfonía van desde las enfermedades alérgicas como la rinitis o el asma, a la sordera, el estrés, resfriados frecuentes o la gripe, entre otros muchos. Si la voz reposa, la disfonía desaparece o tan solo es ocasional. Si este estímulo perturbador persiste más de 15 días, provoca un sobreesfuerzo continuado de la voz y la disfonía llega a ser crónica, provocando un círculo vicioso. Además del sobreesfuerzo vocal, se provocan pequeños traumatismos mecánicos repetidos que provocan alteraciones vasomotoras en cuerdas vocales y aparecen, con el tiempo, pequeñas lesiones como varices, edemas, nódulos o pólipos que mantienen el círculo vicioso. Tras la aparición y mantenimiento de estas lesiones, el individuo debe forzar la voz o no puede cantar. Y ya no se sabe qué fue primero, si el huevo o la gallina. Incluso puede desaparecer el estímulo perturbador inicial, (bronquitis) y mantenerse el mal hábito de forzar la voz.

Para lograr una buena higiene de la voz se deben adquirir unos hábitos o conductas positivas, beneficiosas para con la voz. Es necesario explicar, conocer y potenciar cuáles son las mejores conductas y evitar las que perjudican la voz. Prohibir no parece una buena forma de lograr el objetivo deseado. Mejor será convencer y dar a conocer de qué manera se pueden cambiar los hábitos. De poco sirve enfadarse y decir: "niño no grites". No se cambia de un día para otro. Tampoco vale la pena protestar si no se logra un cambio total. Es necesario convencer de que una variación positiva en nuestras conductas mejorará nuestra salud hacia un mejor bienestar.

Las conductas perjudiciales para la voz y que se deben evitar son todas las que:

- a) mantienen un estado psicológico de tensión y estrés; que
- b) contaminan el ambiente que respiramos como el tabaco, la inhalación de polvo y yeso, humos, barnices, pinturas, gases irritantes como el cloro, el aire mal acondicionado o excesivamente seco;
- c) la ingestión de ciertos alimentos demasiado densos o irritantes de las mucosas como el chocolate, el café y todos los guisados muy condimentados (salados, dulces, picantes o ácidos);
- d) situaciones que perjudican nuestro cuerpo como los sobreesfuerzos vocales, en los que el grito ocupa el primer lugar, el hablar o cantar muchas horas seguidas sin descansar y sobre todo si es a gran volumen, hablar mucho rato en ambientes ruidosos, no descansar por la noche las horas suficientes (de 6 a 8h);
- e) situaciones que obliguen a levantar el volumen de la voz, como actividades realizadas en ambientes ruidosos como ir a la discoteca, cantar en un karaoke, hablar mucho rato seguido en un coche, tren o autocar, cantar acompañados de orquestas con sonido amplificado.
- f) Técnica vocal deficiente o insuficiente para el tipo de actividad vocal que deba desarrollar el individuo, etc.

Todo profesional de la voz lleva inherente a su profesión ciertas situaciones en las que el riesgo de padecer patología vocal aumenta respecto al resto de mortales. La conducta perjudicial más habitual en el caso de los cantantes suele ser trabajar en ambiente contaminado, tanto si se trata de contaminación inhalada como auditiva. Se

debe evitar cantar en medio de ruidos o cerca de instrumentos amplificadas o muy potentes, mediante el uso de pantallas acústicas, si no se pueden evitar. Todos sabemos que estas conductas no favorecen la salud de la voz, pero a menudo encontramos una excusa u otra para justificarlas. Ante el estrés, "es que voy muy cargado de trabajo"; ante el tabaco o el alcohol, "es que ya intenté dejarlo pero no puedo"; ante el sobre esfuerzo vocal, no tiene importancia; ante hablar demasiado fuerte, "es que era una situación especial".

El cantante y el profesional de la voz deben estar informados de las consecuencias de ciertas conductas perjudiciales como el consumo de tabaco, que aumentan el riesgo de padecer patologías graves, como los infartos cerebrales y de miocardio, el cáncer de laringe o el cáncer bronquial, la bronquitis o la laringitis crónica entre otras enfermedades.

Los fumadores de tabaco tienen un pie en la cama de un hospital y mientras existan fumadores los médicos seguiremos teniendo un montón de trabajo. Fumar tabaco tiene fuertes implicaciones económicas y las administraciones sanitarias ya han demandado a las empresas tabaqueras por los graves costos sanitarios que representan los enfermos relacionados con el cáncer de garganta o de pulmón. Los cigarrillos contienen un montón de elementos químicos además del tabaco que al quemar a fuego lento desprenden sustancias que siendo inhaladas por el fumador aceleran la formación del cáncer.

La nicotina es la droga que engancha, pero la dependencia del tabaco es de orden psicológico y el fumador se puede desenganchar. Resulta difícil ya que al hacerlo el individuo nota un aumento de angustia y estrés. El tabaco disminuye la sensación de hambre, relaja, aumenta la motilidad intestinal, es un hábito social muy arraigado, permite la concentración. Al dejar el tabaco, deben sustituirlo por otras actitudes como son hábitos alimenticios más sanos, comer alimentos ricos en fibra para facilitar el tránsito intestinal, colocarse algún alimento en la boca en lugar del tabaco, libre de azúcar, para que no engorde ni lesione los dientes.

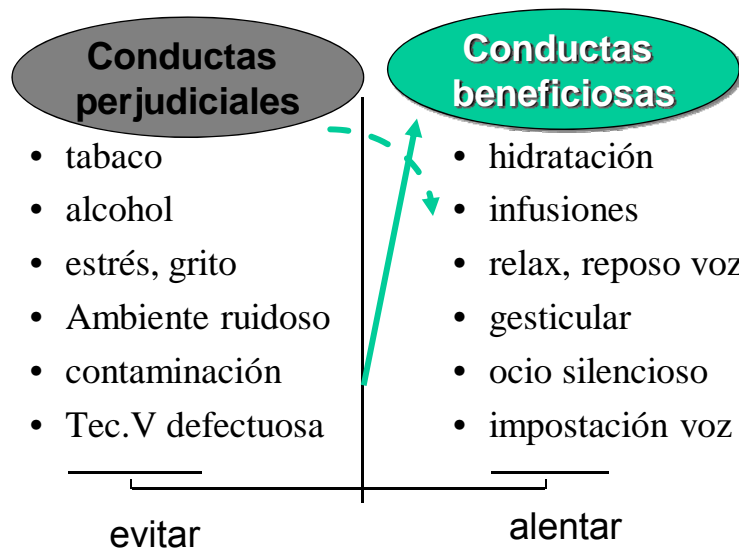


Figura 10: Higiene de la voz: la balanza entre las conductas perjudiciales y las actitudes beneficiosas para con la voz debe inclinarse hacia alentar las conductas beneficiosas.

© Montserrat BONET

Ante conductas perjudiciales introduzco el concepto de compensarlas por actitudes y conductas beneficiosas. Vean la figura 10.

Frente al tabaco propongo hidratar las mucosas, beber agua y líquidos abundantemente (hasta 2 litro por día), inhalar a menudo vapor de agua, ducharse 10

minutos al día, respirar el vapor de agua que desprende o acudir a la sauna húmeda, de tipo turco, no a la sauna seca finlandesa; respirar al aire libre, buscar momentos de asueto en el campo para evitar la contaminación (pasear, excursiones).

En el caso de levantar mucho la voz y abusar del grito, propongo aumentar el tiempo de silencio, reposar la voz al hacer actividades que no conlleven hablar como: leer, escribir, gesticular, escuchar música, tocar un instrumento, ver la televisión, ir en bicicleta o hacer un deporte individual o silencioso como la natación.

Si se vive en un ambiente contaminado, se debe favorecer el ocio en el campo, caminar por el bosque, buscar setas, etc.

Si predomina el estrés. Se debe insistir en la relajación, el baño, la sauna, el masaje y

si gustan los manjares sabrosos y especiados, insistir en la comida sana y equilibrada, como la comida mediterránea. En la balanza de la salud vocal, la aguja debe inclinarse hacia alentar las conductas beneficiosas y evitar las conductas perjudiciales. La voz del cantante siempre lo agradecerá.