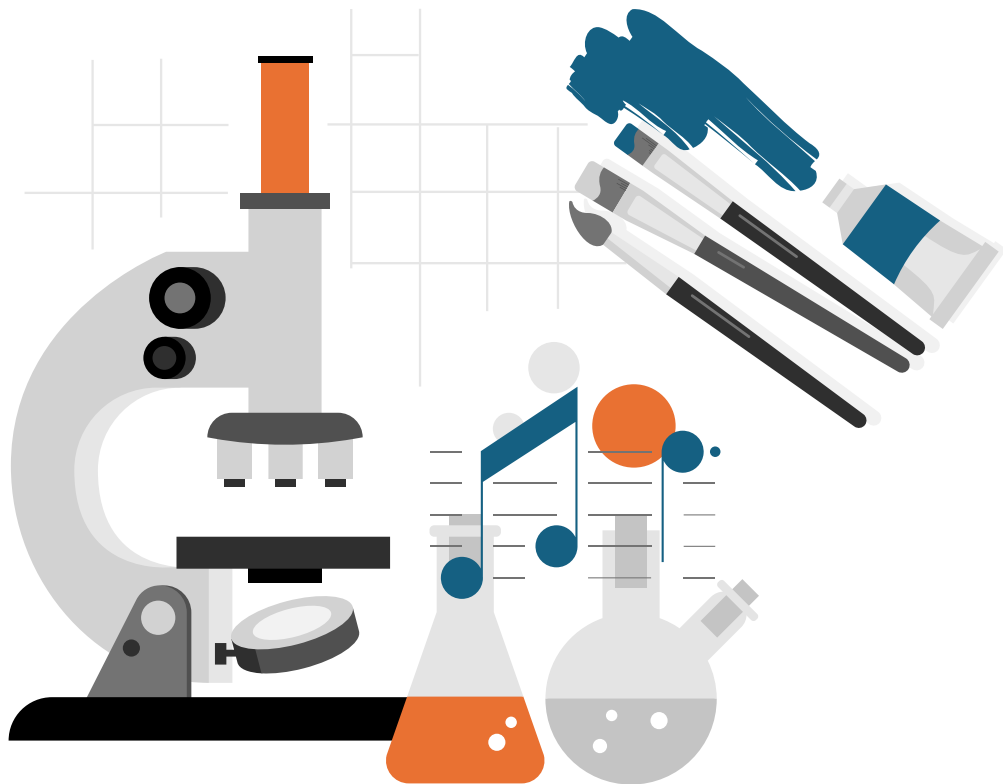


***La voz que resuena:  
la ciencia acústica y el arte del  
Canto lírico***



*Por la Dra. Gisela Gracida Olvera*



## **Dedicatoria**

A mis alumnos,  
cuyas voces me enseñan cada día que el canto es infinita búsqueda y  
descubrimiento.

A mis maestros,  
que me mostraron que la ciencia también canta.

Y a la voz misma,  
ese misterio luminoso que nos recuerda que somos vibración en camino hacia la  
belleza.



*Con gratitud en cada resonancia,*

**Gisela**

## Tabla de contenido

🌸 Introducción.....	4
🎵 Sección 1 – El lenguaje del sonido.....	5
🎵 Sección 2 – La voz en espectro.....	7
🎵 Sección 3 – De García a Sundberg: maestros de la voz lírica .....	9
🎵 Sección 4 – La teoría fuente–filtro: magia y física de cantar .....	11
🎵 Sección 5 – Resonancia y color de la voz.....	13
🎵 Sección 6 – Escucha y práctica consciente.....	15
🎵 Sección 7 – Evocanto: un traductor del canto.....	17
🌟 Epílogo - La voz como puente .....	19
Glosario básico.....	20
Bibliografía recomendada .....	20

## Introducción

La voz es misterio y claridad a la vez.

Desde niña, me fascinaba cómo un simple sonido podía tocar el corazón de alguien y quedarse allí, vibrando en silencio. Con el tiempo descubrí que esa magia tiene raíces en la ciencia: que cada emoción que expresamos al cantar está sostenida por ondas, frecuencias y resonancias.

Este libro nace de un deseo: **unir la belleza del canto lírico con la claridad de la acústica**. Porque el arte no se opone a la ciencia; al contrario, la ciencia ilumina la belleza y nos permite comprenderla en toda su profundidad.

En estas páginas encontrarás teoría, historia, ejercicios prácticos y reflexiones. Pero, sobre todo, espero que encuentres **inspiración**: un recordatorio de que tu voz no solo es un instrumento, sino un puente entre tu interior y el mundo.

Que cada concepto técnico aquí descrito —armónicos, formantes, resonancia— sea para ti no una fórmula fría, sino una llave que abra nuevas puertas en tu canto.

Y que cada frase inspiradora que acompaña el recorrido sea un respiro, una pausa para recordar que cantar es mucho más que emitir sonidos: es **dejar que el alma resuene**.

Bienvenidos a este viaje donde ciencia y arte caminan juntos, donde el canto se contempla, se escucha y se vive en plenitud.

 *Dra. Gisela Gracida Olvera*

## Sección 1 – El lenguaje del sonido

La voz es más que vibración: es un **punto invisible entre cuerpo y emoción**. Cada nota que cantamos viaja como una onda de energía que toca al oyente y lo transforma.

La acústica, rama de la física, nos ofrece las herramientas para comprender ese viaje. Nos habla de cómo el sonido nace, cómo se transmite, cómo se recibe y cómo lo escuchamos. Pero más allá de las fórmulas y los gráficos, la acústica nos recuerda que **el canto es vibración convertida en arte**.

### **El sonido: chispa de la vida musical**

El sonido surge de una fuente que hace vibrar el aire. Esa vibración se convierte en ondas que tienen:

- **Frecuencia** → la altura de los sonidos (graves o agudos), medida en Hz.
- **Amplitud** → la intensidad (fuerte o débil), medida en decibeles.
- **Timbre** → el color único que distingue una voz de otra.

Estas cualidades no son solo datos: son **emociones codificadas en vibraciones**.

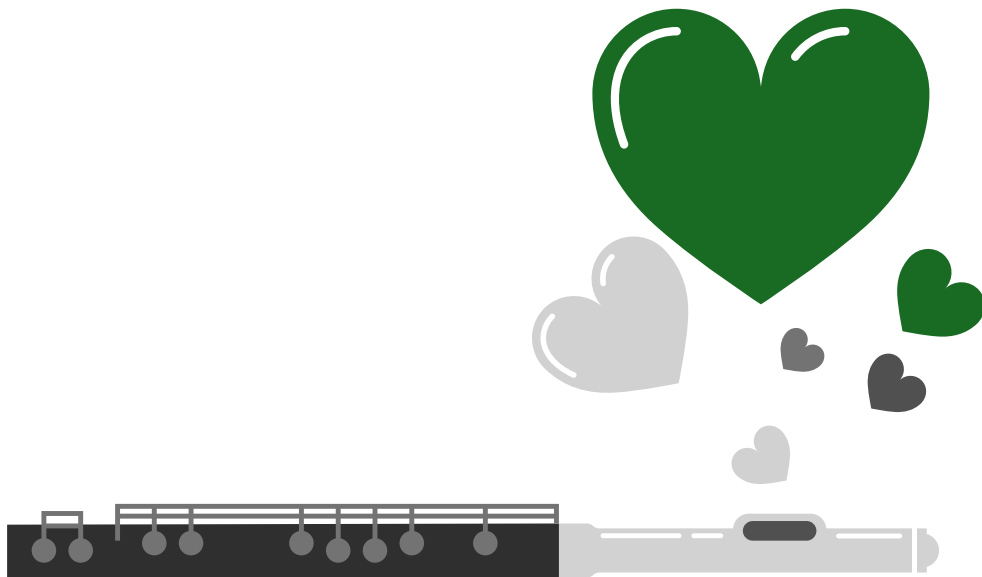
Un mismo “La” puede ser un susurro íntimo o un grito luminoso. La diferencia está en cómo lo modelamos, en la intensidad con la que lo vivimos y en la historia que dejamos salir al cantarlo.

### **El canto: sonido complejo que se revela**

Cuando hablamos de un **sonido puro**, pensamos en una sola frecuencia, como un diapasón. Pero la voz humana es un **sonido complejo**: una sinfonía de armónicos que se entrelazan, pintando un espectro rico en colores tonales.

Cada vez que cantamos, no producimos una sola línea: tejemos un tapiz vibrante donde los armónicos dan calidez, fuerza y personalidad. Allí nace el timbre que hace inconfundible a cada cantante.

*"El canto es aire que vibra en el cuerpo, pero también es emoción que vibra en el alma."*



## Sección 2 – La voz en espectro

Cantar es **dibujar la voz en el aire**. Aunque no lo veamos, cada emisión deja un rastro, una huella vibrante que puede ser revelada gracias a la ciencia.

El **espectro de la voz** es como un arcoíris sonoro: está formado por la frecuencia fundamental (la nota que reconocemos) y por una cascada de armónicos que colorean ese sonido.

### **Armónicos: el color oculto en cada nota**

Cada voz humana está llena de armónicos, incluso cuando cantamos una sola nota.

- Los **armónicos pares** nos regalan un sonido cálido y redondo.
- Los **armónicos impares** aportan brillo, tensión y carácter.

El cantante no inventa estos armónicos: ya están en su voz. Lo que hace con la técnica es **darles espacio, equilibrio y protagonismo**, para que unos resalten más que otros y enriquezcan el timbre.

Así, la voz deja de ser un simple tono para convertirse en un **universo de matices**.

### **El espectrograma: el espejo invisible de la voz**

Gracias a la tecnología, podemos visualizar lo que antes solo se escuchaba. El **espectrograma** muestra en tres dimensiones (tiempo, frecuencia e intensidad) la vida secreta de cada emisión vocal.

- Los colores brillantes revelan la fuerza de ciertos armónicos.
- Los tonos oscuros nos hablan del silencio o de los matices más sutiles.
- Cada vibrato, cada ataque, cada matiz de resonancia... queda registrado como una pintura viva en movimiento.

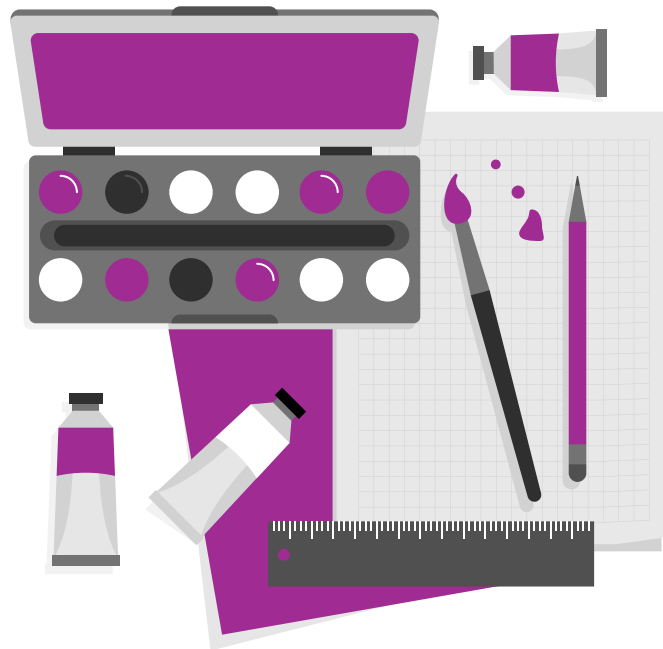
El espectrograma no solo mide: **inspira al cantante a reconocer que su voz es una obra de arte en constante creación**.

### **Lectura espectral: escuchar con los ojos**

Aprender a leer un espectro es como aprender un nuevo lenguaje. Nos permite ver cómo la duración, la amplitud y el vibrato dialogan entre sí.

Es un recordatorio de que la voz no es solo sonido: es **energía que deja huella**, visible y audible al mismo tiempo.

*"Cada voz pinta su propio cuadro en el aire: un espectro donde la ciencia revela lo que el arte ya sabía."*





## Sección 3 – De García a Sundberg: maestros de la voz lírica

El arte del canto no se ha construido solo desde la emoción; también desde la observación, la curiosidad y la ciencia. A lo largo de la historia, hubo quienes se atrevieron a mirar dentro de la voz, a desentrañar sus misterios y a tender puentes entre la música y el conocimiento.

### **Manuel García: abrir la ventana de la voz**

En el siglo XIX, Manuel García inventó el **laringoscopio**, un pequeño espejo que permitió ver por primera vez las cuerdas vocales en acción. Su gesto fue revolucionario: **la voz ya no era un misterio oculto**, sino un fenómeno visible, estudiable y, por tanto, enseñable con nuevas bases.

### **Helmholtz: el descubridor de las resonancias**

Hermann von Helmholtz, físico y fisiólogo alemán, iluminó la manera en que las cavidades de nuestro cuerpo vibran. Nos habló de **resonancias** y nos enseñó a pensar que la voz no solo se produce en la laringe, sino que se **expande y transforma en el tracto vocal**, como un instrumento de viento hecho de carne y hueso.

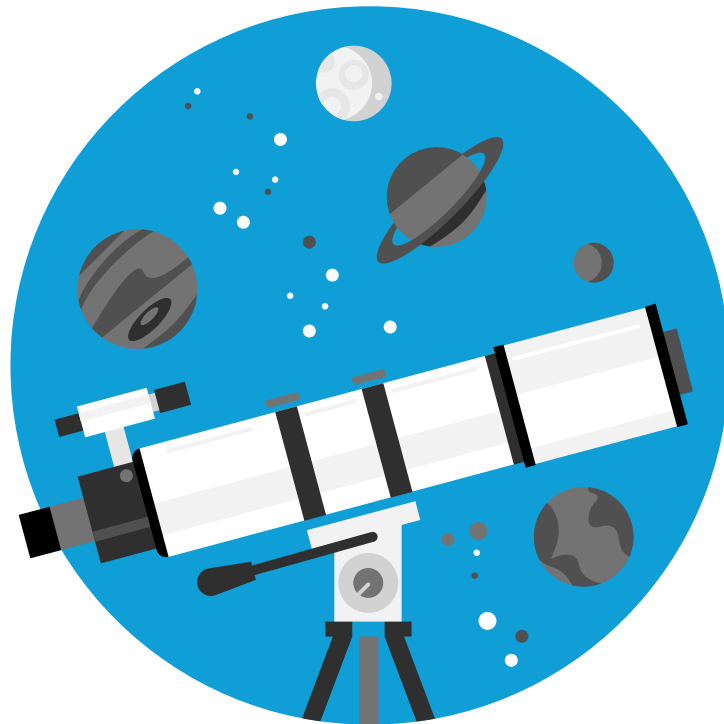
### **Sundberg: el formante del cantante**

Ya en el siglo XX, Johan Sundberg dio nombre a lo que los cantantes intuían: el **formante del cantante**, un agrupamiento de resonancias alrededor de los 3 kHz que permite a una voz lírica proyectarse sobre la orquesta sin esfuerzo. Con él, la acústica y la pedagogía vocal comenzaron a hablar el mismo idioma: el del **arte sustentado en la ciencia**.

### **Titze y Bozeman: la voz como ciencia viviente**

Más cerca de nuestra época, Ingo Titze y Kenneth Bozeman han mostrado cómo la aerodinámica, la biomecánica y la pedagogía pueden convivir en un mismo espacio. Titze nos recuerda que la voz es un sistema complejo de energía y movimiento. Bozeman, en cambio, nos invita a sentir ese conocimiento en el cuerpo, con ejercicios que hacen de la acústica una experiencia tangible.

*"Cada maestro de la voz ha encendido una luz distinta: juntos forman la constelación que guía a quienes cantan."*



## Sección 4 – La teoría fuente–filtro: magia y física de cantar

Cuando el aire se convierte en sonido en nuestro cuerpo, ocurre un pequeño milagro: la ciencia lo llama **teoría fuente–filtro**, pero los cantantes lo viven como el instante en que la respiración se transforma en música.

### **La fuente: donde nace la vibración**

Todo comienza en los **pliegues vocales**, dos hilos delicados que vibran con el aire que exhalamos. Esa vibración no es un simple “tono”: es una onda compleja que contiene la frecuencia fundamental y una cascada de armónicos. La fuente es como el **grano de café**: crudo, rico, lleno de potencial.

### **El filtro: esculpir la voz en el aire**

Esa vibración inicial se encuentra con el **tracto vocal**, que actúa como un filtro resonante. Desde la laringe hasta los labios, cada movimiento de lengua, mandíbula, paladar y labios cambia la forma del sonido.

Aquí el café se convierte en bebida: el sonido se transforma en **timbre, claridad y color**.

### **Los formantes: luces que iluminan el canto**

Los formantes son esas frecuencias en las que el tracto vocal resuena con mayor fuerza. Cuando un armónico coincide con un formante, el sonido brilla y se proyecta.

- **F1** está ligado a la apertura de la boca.
- **F2** se relaciona con la posición de la lengua.
- **F3, F4 y F5** suman colores y, en ciertos casos, crean la huella acústica del cantante lírico.

Así, cada vocal no es solo un fonema: es un paisaje acústico que cambia la manera en que la voz llega al corazón del oyente.

### **Fuente y filtro: un matrimonio perfecto**

Sin la fuente, no hay voz. Sin el filtro, no hay belleza ni proyección. Cuando ambos trabajan en armonía, el canto fluye sin esfuerzo.

El cantante aprende entonces a **sentir y moldear su resonancia** como un escultor que modela la arcilla, con paciencia, escucha y sensibilidad.

*"La voz es aire convertido en vibración, y vibración convertida en luz sonora."*



## Sección 5 – Resonancia y color de la voz

La resonancia es el alma secreta del canto. Es ese fenómeno invisible que hace que la voz vuele, que se expanda más allá del cuerpo y llegue con fuerza y belleza al corazón de quien escucha.

### **El formante del cantante: la firma de la ópera**

Johan Sundberg lo describió con claridad: en las voces líricas graves, un grupo de resonancias alrededor de los **3 kHz** permite que la voz se escuche sobre la orquesta sin esfuerzo. Ese pico acústico es como un **faro sonoro**, la marca inconfundible de los grandes cantantes de ópera.

Pero la resonancia no es igual en todos. En las sopranos, por ejemplo, este pico se pierde en lo agudo del espectro. Allí, la magia está en la **sintonía de formantes con armónicos**, lo que les permite brillar con intensidad y claridad.

### **Claro–oscuro: la alquimia del timbre**

El color de la voz no depende solo de la potencia, sino de un delicado **equilibrio entre claridad y calidez**.

Acortar el tracto vocal eleva las formantes, generando un timbre más luminoso. Alargarlo las baja, regalando un sonido más oscuro y profundo.

El “**chiaroscuro**” no es solo una metáfora: es la danza real de luz y sombra en el sonido, la búsqueda de plenitud en el timbre.

### **La impedancia: el diálogo con el aire**

El tracto vocal también ejerce resistencia al paso del aire. Cuando esa **impedancia** es óptima, la voz se proyecta con naturalidad. Titze lo comparó con dos gestos conocidos por los cantantes: el **bostezo–suspiro**, que abre y libera, y el **twang**, que concentra y enfoca.

Ambos son extremos de un mismo arte: saber **cómo la voz se sostiene sobre el aire** para volar más lejos.

### **Registros acústicos: el paisaje de la voz**

Más allá de los registros fisiológicos, la acústica nos muestra otra manera de entender el canto: los **registros acústicos**.

Son dominios tonales donde un armónico coincide con un formante, creando timbres característicos.

Así, el *pasaggio* deja de ser un obstáculo y se convierte en una oportunidad: el lugar donde la voz aprende a **transitar con suavidad de un paisaje sonoro a otro**.

*"La resonancia es el eco del alma en el cuerpo: luz y sombra entrelazadas en un mismo sonido."*



## Sección 6 – Escucha y práctica consciente

El conocimiento acústico solo cobra vida cuando lo llevamos al cuerpo y al oído. Cantar no es solo emitir sonidos: es aprender a **escuchar con el alma**, a percibir lo que vibra en nosotros y lo que se refleja en el espacio.

### **El canto armónico: sentir la voz como un instrumento interior**

Un ejercicio sencillo puede abrirnos a esta dimensión:

**1 Elige una nota base:**

- Voces masculinas: entre La2 y Re3.
- Voces femeninas: entre La3 y Re4.

**2 Comienza con la “ng”** (como en *sing*), dejando que la vibración se concentre en la máscara.

**3 Abre suavemente hacia [u]** y luego desliza hacia otras vocales ([i], [a], [o]), notando cómo los armónicos cambian de lugar y cómo algunos se refuerzan.

**4 Escucha con atención:** quizá aparezca un “silbido” o “campanilleo” brillante, como si un armónico se encendiera de pronto. Ese es tu formante resonando con fuerza.

Este juego no es solo un ejercicio: es un entrenamiento de la sensibilidad auditiva, un **diálogo íntimo con la voz invisible**.

### **La práctica como espejo acústico**

Cada ajuste que hacemos en el cuerpo —subir la lengua, abrir más la boca, relajar la mandíbula— se refleja en la resonancia. El espectrograma puede mostrarlo, pero el oído es quien lo vive primero.

Practicar con conciencia es aprender a **percibir los matices sutiles**, a reconocer que cada pequeño cambio produce un universo de sonidos nuevos.

### **Aplicar la escucha al canto cotidiano**

Cuando llevamos esta escucha a nuestras canciones, descubrimos que no se trata de forzar la voz, sino de **acomodarla en el lugar exacto donde vibra con libertad**.

La acústica nos enseña, entonces, que cantar es menos un acto de control y más un acto de confianza: soltar la voz para que encuentre su propio espacio de resonancia.

*"Escuchar la voz es escuchar el alma que se revela en cada vibración."*





## Sección 7 – Evocanto: un traductor del canto

La voz es un misterio que se percibe más con el corazón que con los ojos. Sin embargo, la ciencia nos ofrece un regalo: la posibilidad de **ver lo que cantamos**, de observar cómo la vibración se transforma en un mapa vivo.

### **Evocanto: el espejo visual de la voz**

Evocanto no es un analizador frío de datos, es un **traductor pensado para cantantes**. En él, cada emisión se convierte en una representación visual donde los armónicos, los formantes y la afinación se dibujan en tiempo real.

Lo que el oído intuye, la pantalla lo confirma: un **espejo acústico** que nos devuelve la imagen sonora de nuestra voz.

### **La traducción pedagógica**

En Evocanto podemos ver:

- El esquema del tracto vocal y el punto de resonancia.
- El diagrama de frecuencias con armónicos y formantes.
- La nota cantada y su grado de afinación.
- Características como el vibrato o el formante del cantante.

Cada detalle no es solo ciencia: es un **punto pedagógico** que ayuda al alumno a relacionar lo que siente en su cuerpo con lo que ocurre en su voz.

### **Ciencia y arte en un mismo gesto**

Cuando el cantante observa su voz en Evocanto, comprende que no canta solo para sonar, sino también para **crear un equilibrio acústico**.

La técnica se vuelve consciente, y la práctica adquiere un nuevo sentido: cada sonido es un pequeño universo que se revela a la vista.

*"La voz no solo se escucha, también se puede contemplar, como una pintura viva en movimiento."*



## ✿ Epílogo - La voz como puente

El canto es más que un arte o una técnica: es un **puente entre mundos**. Une el cuerpo con la emoción, la ciencia con la belleza, lo tangible con lo invisible.

Cada concepto acústico que hemos explorado —armónicos, formantes, resonancia— es en realidad una puerta hacia una verdad más profunda: **cantar es resonar en nosotros mismos y en los demás**.

Cuando una voz vibra con libertad, no solo llena un espacio: **abre un camino de encuentro**. Por eso, estudiar la acústica del canto no es reducir la música a números, sino comprender que detrás de cada vibración hay alma, historia y humanidad.

El arte del canto lírico vive en esa unión sutil: conocimiento y poesía, precisión y misterio. Y en esa unión, cada cantante encuentra su voz auténtica.

*"Cantar es tender un puente de vibraciones:  
entre ciencia y arte, entre cuerpo y espíritu, entre lo que somos y lo que soñamos ser."*



## Glosario básico

- **Acústica:** ciencia que estudia el sonido en su producción, transmisión y percepción.
- **Amplitud:** intensidad del sonido, medida en decibeles (dB).
- **Armónicos:** frecuencias múltiplos de la fundamental que dan color y timbre a la voz.
- **Espectrograma:** representación visual de los sonidos, mostrando tiempo, frecuencia e intensidad.
- **Formante:** frecuencia resonante del tracto vocal que refuerza ciertos armónicos.
- **Fuente-filtro:** teoría que explica cómo el sonido de los pliegues vocales (fuente) se transforma al pasar por el tracto vocal (filtro).
- **Impedancia:** resistencia del tracto vocal al flujo de aire y vibraciones.
- **Pasaggio:** transición entre registros vocales, entendida acústicamente como ajuste de formantes y armónicos.

## Bibliografía recomendada

- Sundberg, J. *The Science of the Singing Voice* (1987).
- Titze, I. *Principles of Voice Production* (2000, rev.).
- Bozeman, K. *Practical Vocal Acoustics* (2ª ed., 2025).
- Miller, D. *Resonance in Singing: Voice Building Through Acoustic Feedback* (2008).
- McCoy, S. *Your Voice: An Inside View* (2012).
- Roederer, R. D. *La física y la música* (1991).
- Gracida, G. *Programa interactivo para analizar la voz cantada mediante técnicas de procesamiento digital de señales* (Tesis UNAM, 2010).

© 2025 La voz que resuena: la ciencia acústica y el arte del Canto lírico

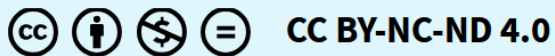
por la Dra. Gisela Gracida Olvera

Bajo licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-SinDerivadas 4.0 Internacional.

Permite el uso y la distribución no comercial sin modificaciones, siempre citando al autor(a).

Para ver una copia de esta licencia, visite

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



### **Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International**

This license requires that reusers give credit to the creator. It allows reusers to copy and distribute the material in any medium or format in unadapted form and for noncommercial purposes only.

**BY:** Credit must be given to you, the creator.

**NC:**  
Only noncommercial use of your work is permitted. *Noncommercial means not primarily intended for or directed towards commercial advantage or monetary compensation.*

**ND:** No derivatives or adaptations of your work are permitted.