

Una familia de instrumentos

Los instrumentos como el violín, la viola, el violonchelo y el contrabajo pertenecen a la familia de los “cordófonos de cuerda frotada”. Cada uno de estos instrumentos varía en registro sonoro (distancia entre la nota más grave y la más aguda), en tamaño y no han sufrido importantes variaciones en sus formas durante los últimos 400 años. En cuanto al tamaño, el violín es el más pequeño y también el más agudo de la familia; el contrabajo es el más grande y a la vez el más grave. La generación del sonido en estos instrumentos es muy particular y amerita abordar algunos de sus detalles.

El camino del sonido...

Estos instrumentos cuentan con cuatro cuerdas, excepto el contrabajo que en algunas ocasiones puede tener una quinta, aún más grave. El arco fricciona las cuerdas adecuadamente tensionadas. La vibración que esto produce se transmite por medio del puente al cuerpo del instrumento, que es de madera y hueco. El sonido (onda de presión de aire) así generado nos llega hasta nosotros amplificado por la propia caja del instrumento, y propagado a través de un par de ranuras caladas en la tapa conocidas como “efes”.

Esa vibración especial...

Cuando el arco frota una cuerda aparece un sonido “genial”, como si se estuviera frotando la lámpara de Aladino. Este sonido de cuerda frotada es tan “genial” que nos permite reconocerlo inmediatamente, pero ¿por qué? Porque la vibración resultante de la cuerda frotada sigue un patrón bien definido conocido como movimiento de Helmholtz. En este fenómeno, la cuerda alterna entre dos fases de movimiento: una en la que se desplaza “adherida” junto con el arco y otra en la que se desplaza en sentido contrario tras ser liberada. Este comportamiento genera una onda característica en forma de diente de sierra, muy distinta a la forma oscilatoria simple (sinusoidal) típica de las cuerdas pulsadas, como en la guitarra o el arpa. Un aspecto clave de los instrumentos de cuerdas frotadas es que la vibración de la cuerda no se disipa (atenúa) rápidamente, sino que se mantiene en el tiempo, gracias a la acción continua del arco. De esta manera, el músico puede variar la intensidad del sonido mediante variaciones en la presión, la velocidad y la posición del arco sobre la cuerda. Esta capacidad de control hace que estos instrumentos sean altamente expresivos y versátiles. La diferencia entre el tipo de ondas de sonido generadas por una cuerda pulsada y una cuerda frotada puede verse en el gráfico que acompaña este artículo.

El arco

El arco es esencial en la producción del sonido. Está compuesto por una vara de madera flexible que permite tensar crines de caballo. Estas deben tratarse con resinas que se comercializan específicamente para este uso y son producidas a partir de plantas coníferas. La resina se utiliza para aumentar la adherencia de las crines a la cuerda, permitiendo así que la vibración se mantenga dentro del patrón de Helmholtz, explicado anteriormente. Sin la resina, el arco no tendría la fase de adherencia y resbalaría sobre la cuerda generando en el instrumento un sonido débil e irregular.



Figura 1: Ejecución con arco de un violonchelo. (Fuente: Pixabay)



Figura 2: Puente de violonchelo colocado en el instrumento. (Fuente: Pixabay)

Tema: Física

El puente y la caja de resonancia

La cuerda por sí sola genera un sonido muy tenue, por lo que el instrumento cuenta con una caja de resonancia natural que amplifica la energía vibratoria. Para que esta transmisión sea eficiente, el puente, una pieza de madera finamente trabajada, juega un papel clave. El puente es un elemento complejo que no solo sostiene las cuerdas, sino que también transmite sus vibraciones a la tapa del instrumento. Su diseño, material y curvatura influyen directamente en la respuesta acústica del instrumento, afectando la claridad, la proyección y el balance total del sonido producido. En el caso particular del violonchelo, existen dos modelos de puente que pueden modificar notablemente el carácter sonoro del instrumento. Ellos se denominan "puente francés" y "puente belga". La elección entre ambos modelos depende del estilo musical y las preferencias del intérprete.

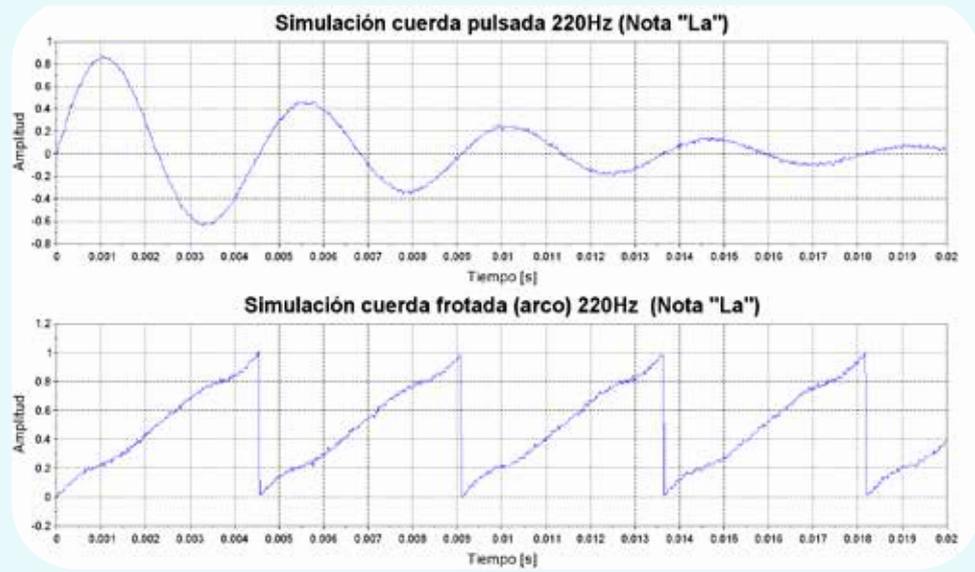


Figura 3: Gráfico superior cuerda pulsada (amortiguada). Gráfico inferior cuerda frotada. (Fuente: El autor)

Factores a tener en cuenta

El sonido de un instrumento de cuerdas frotadas es altamente variable y depende de múltiples factores. La tensión de las cuerdas, el tipo de resina utilizada, la presión y velocidad del arco, e incluso la forma en que el músico coloca los dedos en el diapasón para pulsar las cuerdas influyen en el resultado final. También, las condiciones ambientales, como la humedad y la temperatura, pueden alterar la respuesta del instrumento, ya que la madera es un material sensible a estos factores.

Resumiendo

Hemos hecho un recorrido sencillo y resumido vinculando aspectos físico-acústicos que son cruciales en el arte generado por estos instrumentos musicales tradicionales. Vimos que la generación del sonido en un instrumento de cuerdas frotadas es un fenómeno complejo que involucra la fricción del arco, la vibración de la cuerda en el patrón de Helmholtz y la amplificación a través de la caja de resonancia. A diferencia de los instrumentos de cuerda pulsada, el control continuo del arco permite una expresividad dinámica y variada. Cada componente del instrumento y cada elección interpretativa del músico influyen en el timbre final, lo que hace que la ejecución de estos instrumentos sea un arte en sí mismo.

CIENCIA A GOTAS

"Lo que sabemos es una gota, lo que no sabemos es un océano". Isaac Newton

Esta publicación es editada por la Secretaría de Ciencia, Tecnología y Posgrado - AÑO 2025



PABLO ESTEBAN PAUPY

Ingeniero Eléctrico
Doctorando en Ingeniería

Jefe de Trabajos Prácticos de la Materia Teoría de Control
Investigador en el Grupo de Vibraciones Mecánicas
Colaborador en la materia Acústica Física
UTN - FRD
Violista de la Orquesta de Cámara de Escobar.