



# Fisicotrónica



El blog de Ciencia de Mariana Toledano Diaz

Inicio ▾ Retales ▾ Mapa Acerca de ... Aviso legal Contacto

Inicio » Física » Sonido III: Flauta travesera y manipulación de ondas.

## Sonido III: Flauta travesera y manipulación de ondas.



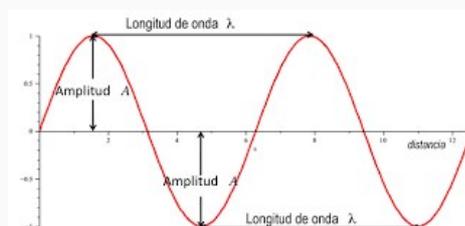
31 marzo, 2020 en Física Etiquetado Un poco de por Mariana

Los fenómenos ondulatorios son uno de los fenómenos naturales más estudiados de la física. Abarca un gran número de principios y características que dependen del tipo de ondas que se analizan. En este artículo volvemos a centrarnos en las ondas sonoras. Después de definir el [sonido como un fenómeno físico](#) y de ver [como se estudia desde un punto de vista científico](#), vamos a poner un ejemplo. Para ello vamos a realizar una manipulación de un medio físico de forma que utilizaremos las características propias de estas ondas y creamos sonidos armónicos. Vamos a analizar la flauta travesera.

Este instrumento catalogado como de viento madera es un buen ejemplo debido a su simplicidad. Los sonidos que produce solo dependen de la columna de viento que pasa por el interior de un tubo de longitud variable. Es el instrumento más limpio físicamente hablando.

### Repaso a las ondas.

Como hemos visto, el sonido se describe mediante ondas. Estas ondas constan de crestas, valles, nodos, longitud, periodo, etc. Recordamos que el sonido se caracteriza por la frecuencia de vibración de la onda. Y esta está directamente ligada al espacio que hay entre dos puntos simétricos de su representación sinusoidal.



Descripción de una onda sinusoidal.

$$y = A \sin(kx + \omega t + \Psi) \quad f = 1/T$$

Así pues, el sonido que se emite por un tubo, está ligado a la longitud de este,  $\lambda$ , ya que marca la distancia entre dos valles simétrico. Y por lo tanto determina T y f.

## *El instrumento.*

Pero las flautas traveseras no son solo un tubo. Y no todas son iguales. Para empezar a entender lo que ocurre en su interior debemos conocer sus partes. Estas son cabeza, cuerpo y pata.

Al inicio de la cabeza encontramos la corona, que es la tapa superior. Este cierre hace que aire se dirija en la dirección deseada. La parte más importante de la cabeza es la embocadura, que está formada por el bisel, y es por donde se introduce el aire. El cuerpo es la parte restante de la flauta. Define la longitud de esta y las posiciones de los agujeros necesarios para reproducir las diferentes notas musicales. Estos se pueden tapar o abrir gracias al sistema de llaves que recorre la flauta dándole su característica silueta. Para finalizar encontramos las patas que pueden ser de Si o de Do y añaden notas al registro inicial según las necesidades del músico.

## *La física del aire.*

Cuando el viento se desplaza a gran velocidad por, por ejemplo un bosque, choca contra los arboles y las ramas haciendo que estos se desplacen y «ululen». El sonido que un espectador capta es en su mayoría el del golpe de los elementos físicos entre sí. Pero si en vez de grandes arboles nos encontramos en un bosque de algo más fino, como el bambú, es posible que se oigan pequeños silbidos.



Estos pequeños silbidos son creados al encontrar la columna de viento a su paso pequeñas aberturas que producen cambios fuertes en la presión del aire creando ondas sonoras en frecuencias comprendidas en el espectro sonoro.

El efecto físico en los dos casos es el mismo, el golpe de aire contra una superficie rígida produce un cambio de presión que genera ondas acústicas. Este tipo de perturbaciones entra dentro del estudio de los fluidos en movimiento y están descritos, entre otras, por las ecuaciones de Bernoulli. Pero tienen la particularidad de además de ser una fuente de energía, la neumática, ser fuente de ondas sonoras.

El viento entre los juncos, o el silbido de una ventana mal cerrada un día ventoso son ejemplos naturales de ondas sonoras producidas por cambios de presión al golpear un sólido rígido. Otro ejemplo más artificial es cuando acercamos un trozo de plástico bien tenso y de canto a nuestros labios y mientras soplamos lo vamos moviendo. La mayor parte del tiempo solo oiremos el flujo de aire o incluso una especie de pederreta, pero en una posición especial se producirán silbidos dependientes de la cantidad de aire que expulsemos.

## *La física de la flauta.*

De una forma similar el flautista, proyecta hacia la abertura del bisel un soplo de aire. Este choca contra los bordes con una velocidad determinada. (Es importante resaltar que esta velocidad de aire no se debe confundir con la velocidad de la onda sonora en el medio.) Y al producirse la colisión de parte del flujo contra el metal se crea la diferencia de presiones que generan ondas en el interior del instrumento.

Las ondas que se forma dentro de un tubo semicerrado tienen una forma definida entre el inicio y el fin de dicho tubo. Por lo tanto, la onda generada se encuentra en el estado fundamental, teniendo tapadas todas las llaves, abarcará la longitud completa del tubo

interno de la flauta. Si por el contrario levantamos alguna de las llaves, el aire se escapará por ella, acortando la longitud de la onda produciendo otro sonido. Si el músico es experimentado, logrará que la frecuencia de la onda concuerde con la de las notas o armónicos que desea interpretar y la flauta «sonará». Si por el contrario es la primera vez que coge el instrumento, lo más probable es que la posición no sea la correcta y solo se escuche el sonido de un soplido.

Como las ondas resultantes dependen fuertemente de la cantidad, calidad, dirección y velocidad hablando de rapidez con la que llega la columna de aire al bisel, en el caso de la flauta travesera que no existe contacto en la entrada, el músico, en realidad, es parte del instrumento. Con su cuerpo, puede modular las ondas para conseguir «tocar» los diferentes armónicos de una nota sin cambiar la posición de las llaves.

## ***Características físicas propias.***

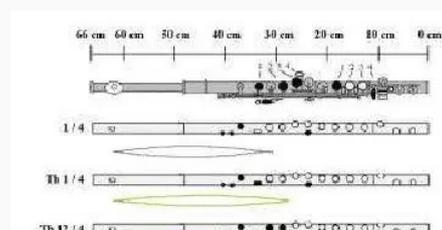
Los instrumentos de la familia de viento se fabrican en función de la nota a la cual se quiere afinar. De la frecuencia de esta nota dependerá la longitud del tubo interno. Y por lo tanto, la longitud del cuerpo y del instrumento están predefinidos por el efecto sonoro deseado por el músico. Según esta propiedad las flautas se clasifican en:

- Flautín o Flauta Piccolo, Afinado en  $do_5$
- Flauta Sopranino, Afinado en  $sol_4$
- Flauta Soprano, Afinado en  $re\#_4$
- Flauta Traversa (También llamada Flauta, Flauta de Boehm, Flauta de Concierto, o Flauta Traversa), Afinado en  $do_4$
- Flauta Tenor o Flauta de Amor, Afinado en  $sib_3$  o en la
- Flauta Alto, Afinado en  $sol_3$
- Flauta Bajo, Afinado en  $do_3$
- Flauta Contraalto, Afinado en  $sol_2$
- Flauta Contrabajo, Afinado en  $do_2$
- Flauta SubContrabajo, Afinado en  $sol_1$
- Flauta DobleContrabajo, Afinado en  $do_1$

## ***Y alguna cosa más.***

Otras particularidades que pueden afectar a la física de la flauta son:

- El alineamiento o desalineamiento de las llaves con respecto a la embocadura, que en este caso es más una cuestión ergonómica para una posición de las manos más natural y que no afecta al sonido.
- La inclusión de otras llaves o patas como la pata de Si que añaden notas a la flauta aumentando algún armónico.
- El material, que genera mucha controversia dado que por los estudios realizados parece que no supone una mejora físicamente hablando, entre una flauta de oro a una de plata en sus diversas combinaciones de pureza, pero los músicos defienden la diferencia aunque se trata más del color del sonido que de las propiedades físicas de este.
- El grosor del instrumento puede afectar a la potencia de este ya que si el diámetro interior es mayor la onda resultante tendrá un parámetro A de su ecuación más elevado y por lo tanto mayor amplitud de sonido en el inicio de la perturbación. Una onda con mayor amplitud al inicio suena más fuerte y el fenómeno de atenuación tarda más tiempo en aplanar y «apagar» la onda por lo que llegará más lejos el sonido.
- Y por último y más importante el interprete, ya que la posición de la embocadura, la cantidad de aire y la velocidad con la que se introduce en la flauta, así como la firmeza a la hora de cerrar las llaves y no dejar fugas puede influir notablemente en las ondas generadas y por lo tanto en el sonido resultante.



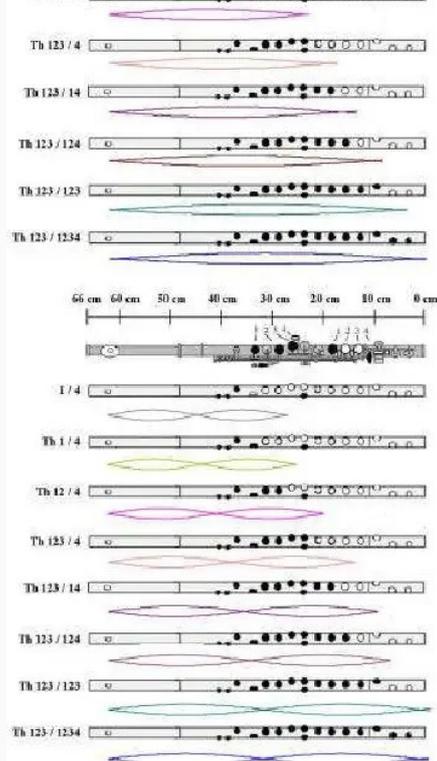
## ***Analizando las ondas en el interior.***

Según el estudio realizado por un grupo de estudiantes argentinos (primera referencia), las ondas resultantes en el interior de la flauta según las posiciones de las llaves son como se observan en la

imagen. Los autores realizaron el estudio para los tres primeros modos de la flauta travesera. Y lo completaron con la variación de la ondas por la cantidad y fuerza del aire introducido en el tubo.

Como podemos observar, al analizar la variación de las ondas por los diferentes cambios físicos producidos, la flauta travesera es pues un claro ejemplo de manipulación de las ondas sonoras. Y con el hemos podido comprender como se manipulan las ondas.

Los mismos principios que rigen la flauta se aplican a todos los elementos que producen ondas sonoras. Desde las cuerdas vocales a la membrana de un tambor pasando por un violín o el canto de una copa medio llena.



[Representación de las ondas correspondientes a las diferentes posiciones de una flauta travesera](#)

Referencias:

- [https://www.academia.edu/25159085/F%C3%8DSICA\\_DE\\_LA\\_FLAUTA\\_TRAVERSA](https://www.academia.edu/25159085/F%C3%8DSICA_DE_LA_FLAUTA_TRAVERSA)
- <https://flautadepico.consev.es/el-proceso-sonoro-en-la-flauta-de-pico/>
- [https://www.chrysalis-foundation.org/flute\\_tone\\_holes.htm](https://www.chrysalis-foundation.org/flute_tone_holes.htm)
- <https://sites.google.com/site/todosobreflautas/tipos-de-flautas/flauta-travesera/familia-de-flautas-traversas>