



# El taller del artesano

CENTRO COLOMBIANO DE  
COOPERACIÓN MUSICAL  
BOGOTÁ

*Carlos Miñand Blasco*

## Flautas traversas sin llaves

Técnicas de construcción

Debo comenzar diciendo que yo no soy un artesano, ni luthier, ni tampoco construyo flautas con frecuencia. Con esto quiero señalar de entrada los límites de este trabajo.

Desde hace varios años he estado estudiando la música de flautas en los departamentos de Cauca y Huila. Esta investigación ha tenido para mí importantes repercusiones y me ha motivado a utilizar las flautas traversas sin llaves en grupos musicales y como recurso pedagógico a nivel formal y no-formal. Esto me ha enfrentado a tener que solucionar en la práctica el problema de la construcción del instrumento ya que no se fabrica industrialmente en nuestro país, ni existe un mercado amplio, ni tampoco es fácil encontrar instrumentos de calidad.

Los procedimientos constructivos que planteo aquí son fruto de mi experiencia, de los aportes de algunos amigos y de la consulta de bibliografía no demasiado especializada que reseño al final de este artículo. Sin em-

bargo, creo que no voy a decir nada nuevo ya que los problemas acústicos que plantean las flautas traversas fueron solucionados prácticamente por los luthiers alemanes del siglo XIX. Estos desarrollos técnicos han sido asumidos y ampliados por los constructores de flautas traversas con llaves y por eso, la persona que pueda comprarse una flauta de llaves pierde su tiempo trabajando con una sin llaves.

Este artículo gira, pues, en torno a una flauta arcaica, superada tecnológicamente hace más de 200 años, pero que debemos seguir utilizando sencilla y llanamente porque no tenemos plata. Esto es mucho más evidente al tratar de utilizar este instrumento en la escuela o con sectores populares. El precio de la flauta con llaves más barata es realmente inalcanzable para la inmensa mayoría de los estudiantes.

Además del factor económico hay una segunda razón para tratar este tema: miles de campesinos, indígenas, y también empleados, obreros y estudiantes de las ciudades siguen utilizando este tipo de flautas para hacer su música y todo parece indicar que lo van a seguir haciendo puesto que en estos últimos años ha habido una reactivación del instrumento e incluso se está imponiendo en regiones del país donde no existía una tradición flautística.

Y en tercer lugar la práctica pedagógica apoyada en la flauta travesa sin llaves (experiencias en la EPA de Medellín, y en colegios de Bogotá y Medellín) durante los últimos 6 o 7 años ha mostrado que es un recurso barato y efectivo en la educación musical.

Estas son, pues, las razones básicas que nos llevan a proponer la masificación de este instrumento, instrumento que tiene una larga tradición en todo el país y especialmente en el Cauca, Huila, toda la Costa Pacífica, Caldas, Tolima, y grupos indígenas (paeces, guambianos, emberas, kamsá)... y a dar algunas propuestas para su fabricación en serie.

Quiero aclarar que no trato en este artículo de describir los procedimientos artesanales

utilizados tradicionalmente ni tampoco me referiré a las afinaciones tradicionales. Aunque estos aspectos los he investigado en detalle y son de gran interés creo que no tiene sentido publicarlos aquí por razones de espacio y porque pretendo sustentar los principios constructivos en argumentos acústicos y no en costumbres y creencias.

## 1. ASPECTOS HISTORICOS

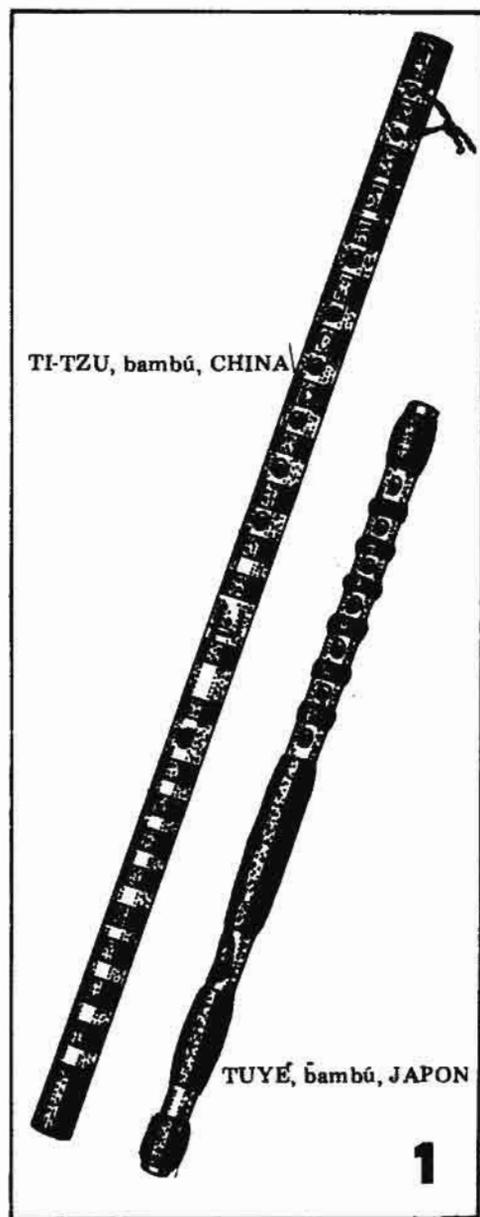
Las flautas son casi tan antiguas como el hombre. Se han encontrado huesos utilizados como flautas fechados entre los 25.000 y 12.000 años antes de nuestra era, hay flautistas en dibujos del III milenio a. de C., se han conservado buenos algunos ejemplares de hace unos 2.000 años... Pero las flautas traveseras tal como las conocemos hoy debieron aparecer en Asia poco después de la invención de la rueda. Inicialmente se fabricaron en madera o caña.

Una flauta travesera de 6 orificios de bambú (MURALI) se conoce en la India desde antes de la llegada de los indoarios. Y también desde antes de nuestra era se usa en China la flauta TI (de 7 agujeros), flauta que en Japón recibe el nombre de FUYE. En Cachemira tocan la flauta travesera SANSKAR y la LIMBA en el norte de Mongolia. También la encontramos en Africa, y en general en todos los continentes irradiando desde Asia.

Ya en el siglo II antes de nuestra era aparece dibujada en representaciones de los etruscos y los romanos. Hacia el siglo XII empieza a utilizarse en Europa por influencia de la cultura bizantina. Durante los siglos XVI y XVII se utilizó en "familias" de diversos tamaños. Entre 1660 y 1832 se realizaron las transformaciones más importantes sobre el instrumento:

- cambio del diámetro del tubo
- agujeros adicionales y llaves
- cambio de diámetro de los agujeros
- desplazamiento de distancias entre los agujeros de acuerdo a la escala diatónica.

Hay que anotar que inicialmente todos los orificios eran iguales y equidistantes. Con el afianzamiento de la tonalidad en Europa todos los instrumentos medievales se transformaron para ajustarse a la afinación temperada. Esto llevó a que los luthiers buscaran por todos los medios facilitar la digitación y mejorar la afinación de acuerdo a los nuevos patrones sonoros





Alemania,  
siglo XVI



Con una llave,  
cerca de 1800, Metzler



Flauta contemporánea, metal

2

Durante toda la Edad Media la flauta travesa se asoció sobre todo a la música militar y a los desfiles pero Lully hacia mediados del siglo XVII introduce la flauta travesa en la orquesta de sus óperas y poco a poco, y a medida que va mejorando técnicamente, va ocupando un puesto más importante en las orquestas hasta llegar a ser solista y desplazar a la flauta dulce por completo.

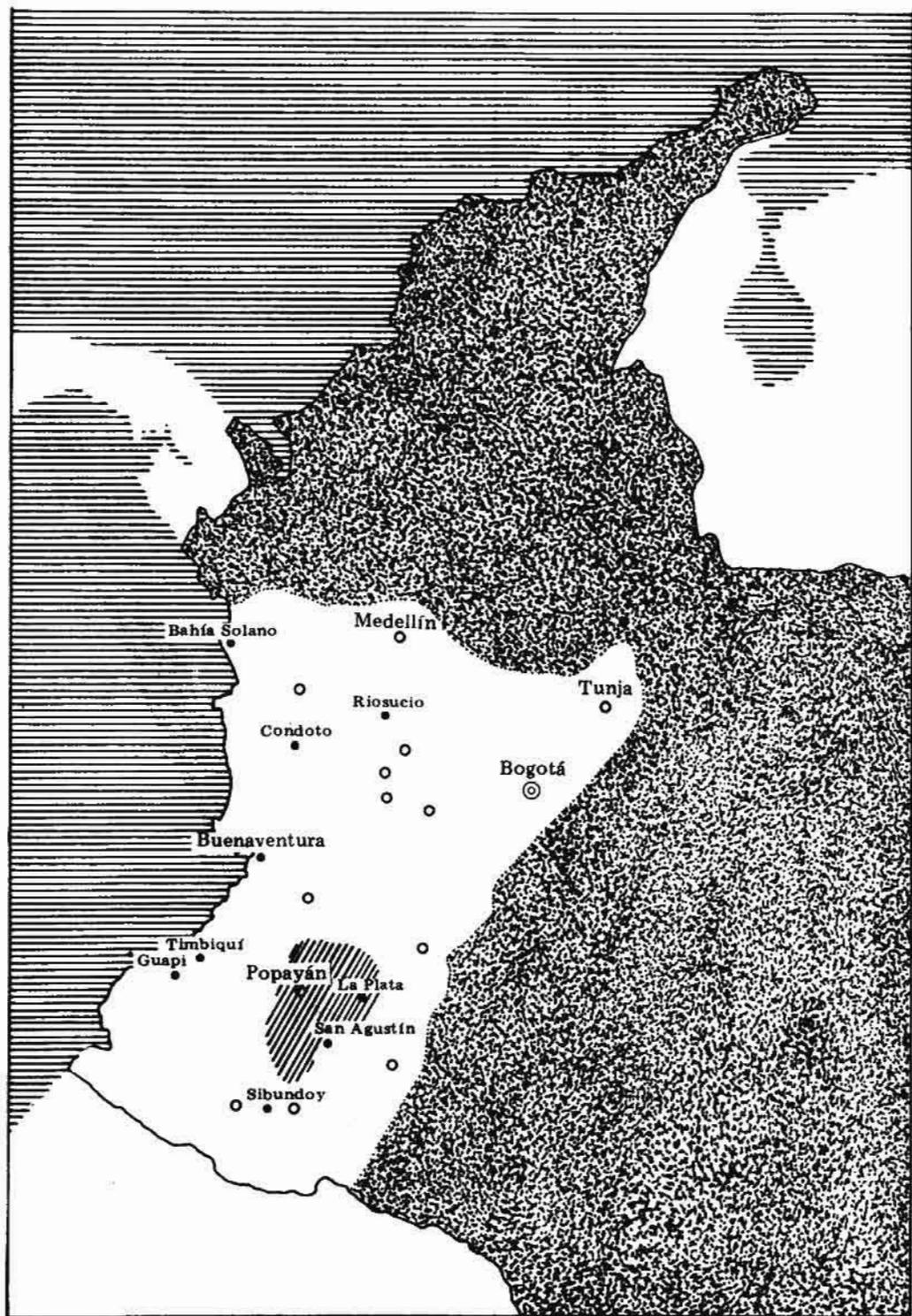
El flautín ("fife" en inglés) se usó mucho también en las bandas de guerra y en los desfiles populares hasta hoy.



FIFE, plástico, siglo XX

3

En nuestro continente no se han encontrado todavía restos antiguos confiables de flautas travesas (aunque sí de flautas de pico y tipo quena) y es aventurado hacer afirmaciones en este sentido. Lo único que es cierto es que se usan con frecuencia en la cordillera



de los Andes y en todo América Latina (Brasil, Chile, Perú, Bolivia, Ecuador, Colombia, Venezuela, México...) como instrumento solo, por dúos y en bandas numerosas acompañadas de tambores: de 6 y de 4 orificios son las más comunes.

Las hipótesis más lógicas para explicar su presencia en América serían 2:

- Llega desde Europa con la conquista (esto ha sido demostrado documentalente).
- Llega en una época más antigua con las migraciones asiáticas y su uso se generalizó y dinamizó con el aporte de la música europea.

Esta hipótesis, si bien es posible, no ha sido demostrada hasta ahora.

Lo que sí es demostrable es que las flautas usadas a nivel popular en Colombia hasta hace unos 15 años conservaban la equidistancia entre sus orificios, lo cual es una prueba de que si la flauta travesa llegó de Europa no fue introducida recientemente sino en los siglos XVI y XVII (antes de las transformaciones citadas anteriormente), se adaptó a las materias primas locales (en Europa eran de madera y aquí son de caña) y se conservó así hasta hoy.

Desde hace unos 15 años en Popayán los músicos populares han tratado de ajustar la afinación de sus flautas a la afinación temperada, cambiando las distancias entre los orificios y sus diámetros. Se ha seguido este ejemplo en todo el país, en especial en el medio urbano, por influencia también de las queñas y flautas dulces. La "invasión" a Colombia de las queñas bolivianas y peruanas y las flautas dulces alemanas y japonesas se dio precisamente hace unos 15 años. Las primeras por la comercialización en Estados Unidos (Urubamba) y Europa (Calchaquis y otros) de la música andina del sur del continente; las segundas por la famosa "Misión alemana" de educación musical.

## 2. PRINCIPIOS ACUSTICOS

La flauta travesa se comporta como un tubo sonoro abierto. El cuerpo sonoro propiamente es la columna gaseosa y no tanto el tubo que la contiene. Por esta razón el material en que se construye la flauta no determina mucho el timbre, mientras que en una cuerda vibrante o en una placa el material es determinante. Por ejemplo, es clara la diferencia entre una cuerda metálica y una plástica,

pero no es tan fácil distinguir una flauta sintética de una metálica, de madera o caña.

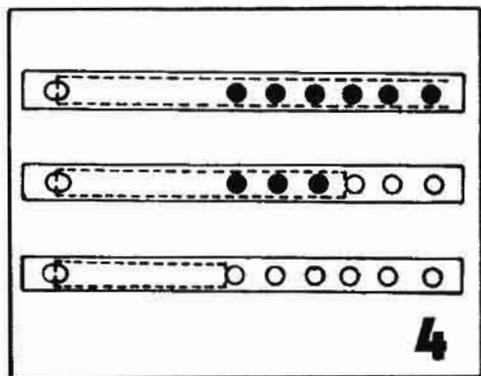
El tubo es cerrado en un extremo y abierto en el otro. Cerca del tapón se abre un orificio de insuflación o embocadura. Los labios conducen el aire hacia uno de los bordes del orificio produciendo con el choque una turbulencia a cada lado del filo que termina convirtiéndose en una leve vibración periódica. En el interior del tubo hay una columna de aire que entra también a vibrar por efecto de la turbulencia producida en la embocadura. Si se aproxima la frecuencia natural de la columna a la producida en la embocadura resulta notablemente amplificada dicha frecuencia y se produce el sonido característico de la flauta. (ver figura 10).

El sonido resultante depende de la velocidad del aire, de la longitud y del diámetro del tubo:

$$f = \frac{nc}{2l_e} = \frac{nc}{2(l_r + 1.2a)}$$

donde  $f$  es la frecuencia o altura del sonido,  $c$  la velocidad de propagación,  $n$  el número del armónico ( $n = 1, 2, 3, 4, \dots$ ),  $l_e$  la longitud efectiva del tubo,  $l_r$  la longitud real y  $a$  el radio de la sección transversal del tubo. Hablamos de longitud real y longitud efectiva porque de hecho la longitud real de un tubo dando su nota fundamental es ligeramente menor que la que teóricamente se calcularía. Las razones por las que sucede este fenómeno se salen un poco del contexto de este artículo y pueden consultarse en la bibliografía (ver. Rosado. 1974).

La longitud del tubo se transforma gracias a los orificios de digitación. Al destaparlos el tubo se acorta, es decir, se acorta la columna de aire que contiene.



La velocidad del aire afecta la afinación pudiendo lograrse glissados fácilmente aumentando o disminuyendo la velocidad de emisión del aire. En determinados momentos se logra producir el primer, segundo y tercer armónicos gracias al mismo principio.

Un medio menos importante para transformar la afinación pero que no se puede descuidar es la dirección del ataque del sopleo que sale de la boca hacia la embocadura.

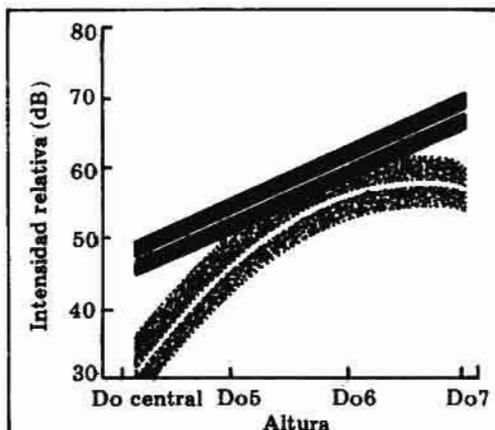
Finalmente debemos considerar también la temperatura de la columna de aire, pues es precisamente la columna la que vibra. Las frecuencias de resonancia son proporcionales a la velocidad de propagación ("c" en la fórmula de arriba) y ésta varía con la temperatura. La fórmula para calcular "c" en una temperatura teóricamente "normal" es la siguiente:

$$c = 331.5 + 0.607 \phi \text{ m/seg.}$$

donde  $\phi$  es la temperatura en grados centígrados.

La velocidad de propagación y las frecuencias varían cerca de 0.183% por grado centígrado.

Respecto al VOLUMEN o intensidad la flauta transversa logra su mayor intensidad en el registro más agudo y disminuye con los graves. La mínima intensidad puede lograrse mejor en los registros graves.



Extensión dinámica de la flauta en Do. Las bandas superiores anchas muestran las intensidades relativas del tono más fuerte que se puede producir, en función de la altura; las bandas inferiores muestran las intensidades relativas de los sonidos más débiles que se pueden producir. El ancho de una banda indica la gama de intensidades que pueden lograrse cuando un intérprete profesional intenta producir tonos de "igual sonoridad" (Gráfica tomada de Pierce, 1985, 114).

### 3. ASPECTOS CONSTRUCTIVOS

#### 3.1. FORMA

El tubo o CUERPO de la flauta debe ser CILINDRICO. Durante mucho tiempo se pensó que ofrecía mejor acústica el cuerpo cónico pero después de varios ensayos durante el siglo XVII se vuelve a adoptar la forma cilíndrica de flautas más primitivas. Hay que anotar, sin embargo, que en la fabricación de flautas sin llaves de tamaño grande nos veremos en la necesidad de utilizar tubos cónicos pues de esta forma los orificios quedan más próximos unos de otros y se facilita la digitación. Por ejemplo, una flauta en Do grave mide unos 65 cm. y los orificios de digitación quedan a una distancia de 5 cm., medida inalcanzable para la mayoría de las manos. Si esta misma flauta se fabrica en un tubo cónico la longitud total de la flauta se reduce unos 3.5 cm. y la distancia entre los orificios se acorta.

#### 3.2. LONGITUD

La longitud del tubo depende básicamente del registro o tonalidad en que queramos fabricar la flauta y está en relación directa con el diámetro. Más adelante concretaré este aspecto. Baste por ahora saber que lo que realmente suena es la columna de aire que hay entre el tapón y el extremo abierto del tubo. El pedazo de tubo que sobra desde el tapón hacia arriba no afecta para nada la sonoridad de la flauta y podemos cortarlo o dejarlo del tamaño que queramos.

#### 3.3. MATERIALES

Contrariamente a lo que suele creerse el MATERIAL en que está hecho el tubo influye relativamente poco en el sonido resultante. Lo importante es que sea duro, consistente, homogéneo, rígido y que se modifique poco por los cambios de temperatura. La superficie interna del tubo debe ser lo más homogénea y lisa posible, pulida. Los campesinos e indígenas logran buenos resultados echando líquidos en su interior: chicha, agua o aguardiente. El líquido tapa los poros de la caña y mejora el sonido.

Materiales óptimos son maderas duras y compactas de fibras paralelas y poco retorcidas. En Europa se trabajó bastante —y todavía se trabaja— con el ébano, una madera que se caracteriza por su dureza. Hace bastantes años en Medellín se construyeron flautas torneadas en madera con una llave

pero de muy mala calidad. Actualmente algunos artesanos están también torneando en maderas importadas como el pino, pero su fabricación es por encargo.

Material privilegiado usado tradicionalmente en nuestro medio es la caña de páramo que los campesinos caucanos llaman "flauta". Es el material natural ideal pues no requiere el uso de torno para la perforación del hueco central. Hay otras cañas más endebles y porosas que no dan la calidad requerida. Las cañas suelen ser troncónicas o también con cierta forma de barril.

El trabajar en caña plantea un problema casi insalvable para la fabricación masiva o en serie: no hay dos cañas exactamente iguales. La caña debe escogerse cuidadosamente, cortarse en la época adecuada y secarse en un lugar a la sombra. Para comenzar a trabajar la debe estar bien seca.

Otros materiales que permiten más fácilmente la fabricación en serie pueden ser los tubos de metal que se consiguen en el mercado a precios accesibles: bronce, aluminio, cobre, hierro, plomo... (las flautas de llaves se fabrican en plata, oro...). De estos metales baratos es preferible el aluminio por lo liviano, por su resistencia a la oxidación, por dejarse afectar menos de los cambios de temperatura y por su facilidad para ser trabajado, lijado o perforado. Las flautas en metales no preciosos tienen el problema de presentar fuertes contrastes en la temperatura y dejarse influir mucho por la temperatura ambiental. En un clima templado o frío los tubos metálicos se mantienen fríos, enfriando a su vez la columna de aire que contienen. Al soplar la flauta (aire caliente y húmedo) se produce condensación (gotas de agua) y las alturas suenan un poco bajas (en una flauta en Do de aluminio, a una temperatura de unos 15 grados a la sombra, suena unos 20 o 30 cents abajo). Al calentarse la flauta por el aire caliente de los pulmones y por el contacto con las manos sube un poco la afinación. Por esta razón se acostumbra a frotar y calentar las flautas antes de tocarlas.

En materiales sintéticos plásticos de fácil adquisición en el mercado están los tubos de conducción de agua fría (PVC) y caliente (CPVC), los tubos de protección para la conducción eléctrica (TUVINIL PVC o CONDUIT) y las distintas clases de mangueras flexibles. Se puede hacer flautas en manguera flexible pero ofrecen varias dificultades: dilatación y contracción con la tempera-

tura, excesiva flexibilidad e inconsistencia que dificulta mantener la flauta en una posición estable. Resulta, pues, mucho mejor usar los tubos rígidos. El TUVINIL PVC suele venir en un sólo diámetro (1/2 pulgada), es liviano, poco resistente y relativamente poco compacto; ofrece poca garantía en cuanto a conservar con exactitud el diámetro interno estable. A pesar de esto es bastante adecuado para elaborar flautas entre Fa y Re al más bajo costo. Se presenta en color blanco y a veces en otros colores.

El PVC para conducción de agua fría es un poco más consistente pero quebradizo, sobre todo si se van a perforar los orificios con taladro. Viene en color gris oscuro y en tamaños de 1/2", 3/4" y 1".

El CPVC para conducción de agua caliente es más costoso pero es el tubo que ofrece mayores ventajas para la fabricación de flautas por su consistencia, dureza, homogeneidad, poca influencia a los cambios de temperatura, peso, textura y facilidad a la hora de trabajarlo con taladro o bistorí. Viene en color marfil y en dos diámetros 3/4" (que en realidad es 1/2") y 1/2" (que en realidad es 1/4").

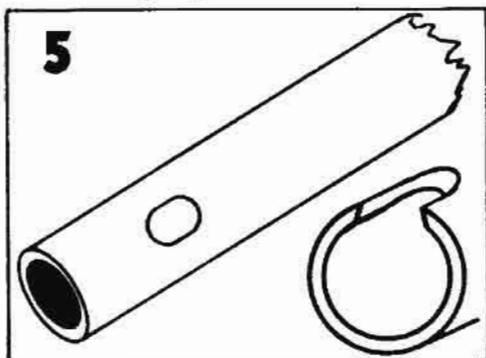
#### 3.4. EMBOCADURA

Está en función de la emisión del aire, no del tamaño de la flauta, es decir, que no disminuye o aumenta proporcionalmente con la longitud o tamaño del instrumento.

La forma debe ser rectangular con los vértices redondeados, ligeramente elíptica.

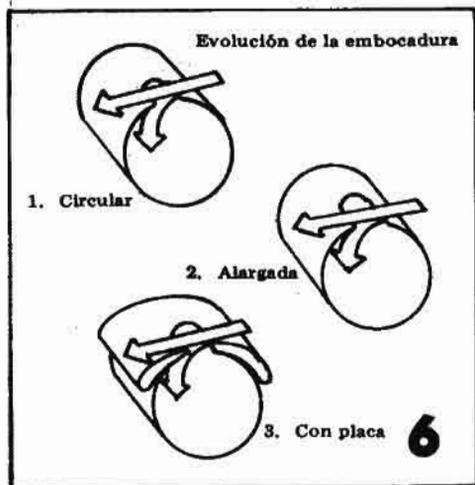
Un buen tamaño puede ser 1.3 x 1.0 cms. para flautas grandes y 1.2 x 0.9 para las más pequeñas.

Debe pulirse cuidadosamente y presentar una especie de filo contra el cual debe estrellarse el aire para producir el sonido.



Primero perforamos el orificio con navaja o taladro. Seguidamente se pule con un bisturí o cuchillo bien afilado y finalmente se lija o se lima con una lima redonda.

Las embocaduras de las flautas trasversas de llaves (y algunas de plástico como la Aulos Fife) suelen llevar una especie de cubierta con la finalidad de estabilizar y elevar la posición de la embocadura respecto a la boca del ejecutante permitiendo así una posición más relajada de los labios.



### 3.5. DIAMETRO DEL TUBO

Importa el diámetro interno. Entre 12 y 18 mm. es lo más adecuado. Es conveniente variarlo un poco proporcionalmente al tamaño de la flauta. Se pueden usar diámetros mayores con buen resultado en el registro grave, pero con serios problemas en el registro agudo. Y viceversa, las flautas delgadas pierden sonoridad en los graves. Por ejemplo, el caso extremo sería una flauta piccolo o fife en Do, para la cual sirve muy bien un tubo de 12 mm.

### 3.6. EL TAPON

Va en el extremo superior, cercano a la embocadura. Es muy cómodo trabajar en corcho pero se pueden utilizar otros materiales. Es bueno evitar las posibles fugas de aire con unas gotas de cera o parafina.

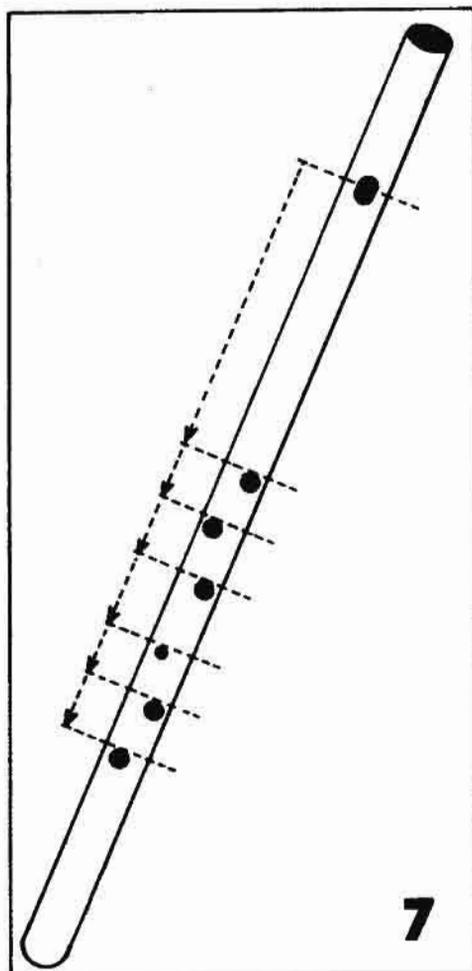
La distancia entre el tapón y la embocadura influye levemente en la afinación y en el timbre. Modificando esta distancia se puede variar la afinación de una flauta hasta 1/4 de tono. Por ejemplo, en una flauta en Fa, si

tomamos como valor 0 cuando el tapón está a 30 mm. de la embocadura, a los 20 mm. sube 20 cents. la afinación, a los 16 mm se acerca a los 30 cents y a 8 mm unos 40 cents (el cent es una medida de precisión para la frecuencia; un cent es la centésima parte de 1/2 tono; 1/2 tono = 100 cents).

Respecto al timbre el corcho cerca de la embocadura favorece un poco la emisión de los agudos y una tímbrica un poco más brillante e incluso estridente. El tapón distanciado favorece la emisión de los bajos y una tímbrica más opaca.

### 3.7. ORIFICIOS DE DIGITACION

Para la afinación importa únicamente la distancia embocadura-orificio. La posición no afecta la afinación y se puede acomodar para facilitar la digitación. Ejemplo:



Los orificios deberían ser grandes para lograr una mejor sonoridad, sin embargo hemos de tener en cuenta las características de los dedos de la persona que va a tocar la flauta. Los orificios pequeños, por otra parte, facilitan la digitación, la hacen más ágil.

Lo óptimo sería practicar orificios de 8 a 9 mm. de diámetro (grandes). Sin embargo, si pensamos en construir flautas para niños o adolescentes, sería más adecuado realizarlos de 7 mm. (medianos). Los orificios pequeños (unos 5 mm.) son más fáciles de cubrir pero desmejoran el sonido, lo ensordecen y dificultan la producción de los cromatismos por el método de tapar medio hueco.

Sin embargo es bueno utilizar un orificio pequeño en el tercer hueco (el del paso del tercer al cuarto grado de la escala natural de la flauta) para que no queden tan pegados el segundo y tercer orificio (pensemos que es 1/2 tono). Como entre el tercer y el cuarto grado hay únicamente 1/2 tono no necesitamos que sea grande el orificio para poder producir un sonido intermedio.

Para trabajar orificios de 7 mm con taladro utilizaremos brocas de 5/16, y de 7/32 para los orificios de 5 mm.

Los orificios deben ser redondos y bien pulidos. Algunos amigos luthiers opinan que es bueno lijar los orificios de digitación por la parte interna para que alrededor de ellos sea más delgado el grosor del tubo. Esto, según ellos, hace que la flauta suene con mayor volumen. Sin embargo, personalmente no puedo sustentar esta afirmación con datos confiables.

Concluyendo, la afinación está —desde el punto de vista de los orificios— determinada por dos factores: la distancia del orificio a la embocadura y el diámetro del orificio.

La distancia opera desde el inicio del extremo superior del orificio, es decir, desde el punto más cercano a la embocadura. (fig. 7).

Las flautas traversas que se usan tradicionalmente en Colombia son de 6 orificios. En Ecuador las hay también de 4. La fábrica de flautas Aulos ha desarrollado un modelo de "fife" o piccolo (Do) en plástico con la misma digitación de las flautas dulces (8 orificios). Es obvio que con más orificios se complica la digitación, pero se amplían los recursos para mejorar la afinación. Este

modelo incluso trae orificios dobles para facilitar la producción de los medios tonos. A pesar de estas ventajas no he querido proponer en este artículo un modelo de 8 orificios para no entrar a chocar con los miles de usuarios campesinos, indígenas y también a nivel urbano que utilizan la flauta de 6 orificios. Sin embargo creo que, a largo plazo, sería conveniente realizar el cambio, tal como recientemente ha sucedido en el sur del continente con las quenás.

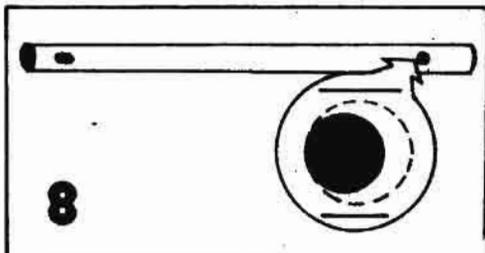
### 3.8. PROCEDIMIENTO DE AFINACION

*3.8.1. Si existe un modelo bien afinado.* El procedimiento más sencillo es conseguir un tubo lo más parecido al modelo: diámetro interno y longitud. Copiar el modelo tal cual. Al final de este artículo daré modelos para fabricar flautas en varias tonalidades.

*3.8.2. Si no hay modelo.* En este caso debemos conseguir varios tubos lo más parecidos. El tubo debe dar un sonido igual o más grave que el fundamental de la tonalidad en que se quiere afinar. Comenzar con el tubo de peor calidad, pues con seguridad lo dañaremos, ya que el método es el de ensayo y error.

Abrimos en primer lugar la embocadura en un extremo. Si el tubo es cónico (por ejemplo una caña) la embocadura debe ir en el extremo más ancho. Poner el tapón (a 10 o 15 mm del centro de la embocadura). Soplar y comparar con el sonido fundamental buscado (a partir de un piano, guitarra, diapason, afinador electrónico...). Ir cortando el tubo hasta dar con la afinación. Este sonido debe ser el del registro más grave.

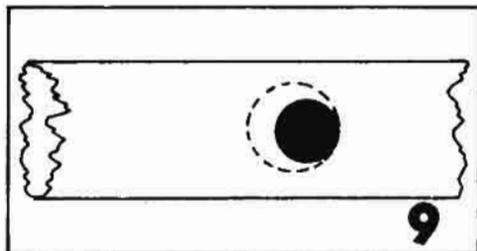
A continuación trazamos una línea-guía para los orificios longitudinales. Abrimos un primer orificio pequeño en el extremo opuesto de la embocadura (extremo superior). Comparar ese sonido con el II grado de la escala buscada. Si quedó muy alto, taparlo con una cinta pegante o aislante y abrir otro más cerca del extremo inferior del tubo. Si dimos con el sonido que buscábamos, entonces lo ampliaremos un poco, pero hacia abajo.





Indígenas paezes (Cauca)

Si quedó un poco bajito, ampliarlo pero hacia arriba.



Si está demasiado bajo deberemos tapanlo y abrir otro más arriba.

Es bueno comparar el sonido en el registro grave y en el medio, pero debemos privilegiar la afinación en el registro medio, pues es el que más vamos a utilizar.

Pasamos ahora a buscar el siguiente sonido en la escala mayor natural (si es que queremos una flauta afinada en una tonalidad mayor occidental) por el mismo método de ensayo y error hasta llegar al sexto orificio correspondiente a la sensible o VII grado.

Es importante conservar el mismo tipo de embocadura en los ensayos del sonido y revisar al final la escala completa ascendente y descendente sin cambiar la posición de la flauta respecto al ejecutante. Recordemos que un cambio de posición en la embo-

cadura puede producir un sonido de más de 1/4 de tono hacia arriba o hacia abajo.

Una vez que terminemos la flauta vamos a tener un modelo bastante deteriorado y con demasiados agujeros fruto de las búsquedas realizadas, pero ya con una afinación aceptable. Pasamos a continuación a copiar este modelo en el tubo más parecido que consigamos, tomando únicamente las distancias correctas para cada orificio.

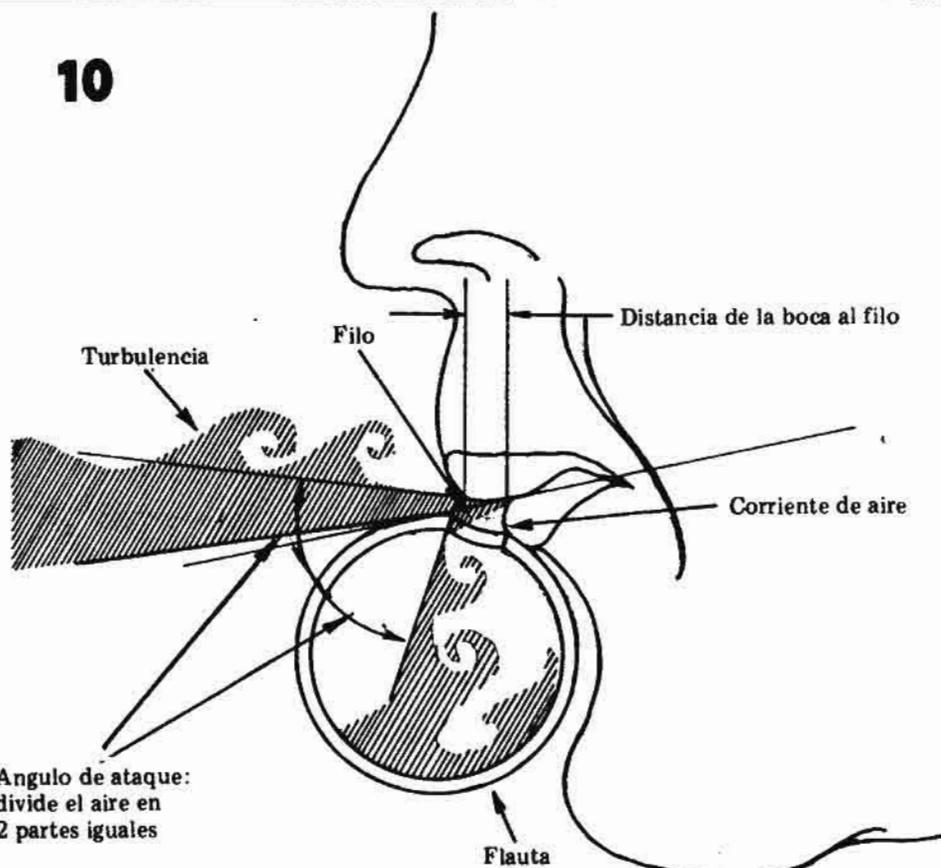
### 3.9. ACERCA DE EMISION DEL SONIDO EN EL PROCESO DE AFINACION

En el proceso de afinación de una flauta hemos de tener en cuenta algunos detalles aparentemente poco importantes pero que pueden generar problemas graves de afinación. Anteriormente he hablado de factores como temperatura, diámetros, distancia del tapón... Quiero ahora referirme al problema técnico de la emisión del sonido.

En primer lugar hemos de decir que la afinación en la flauta travesa (y lo mismo sucede con la mayoría de los instrumentos musicales) depende en gran parte del ajuste instrumentista-instrumento.

Por ejemplo, cambiando la velocidad con la que enviamos el aire para producir el mismo sonido o nota, podemos lograr una oscilación de 50 cents (1/4 de tono). Podemos co-

10



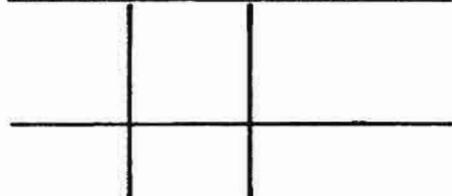
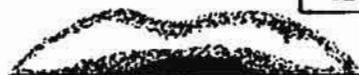
menzar con un ataque de aire lento pero suficiente para acercarse al sonido buscado e ir aumentando la velocidad sin saltar al siguiente armónico. Entre estos dos extremos suele haber la diferencia de 40 o 50 cents e incluso más.

Igualmente sucede con la relación boca-embo-cadura. A medida que alejamos la embo-

cadura de la boca girando la flauta hacia fuera o hacia adelante nos damos cuenta de que el sonido aumenta su frecuencia hasta unos 25 cents (1/8 de tono). Y viceversa: si giramos la flauta hacia adentro o hacia atrás cambia la posición de la embocadura respecto de la boca llegando en el punto límite a bajar la frecuencia unos 25 cents.

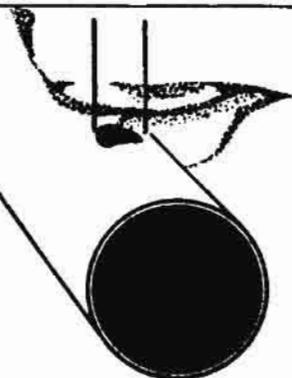
TECNICA DE LA EMBOCADURA

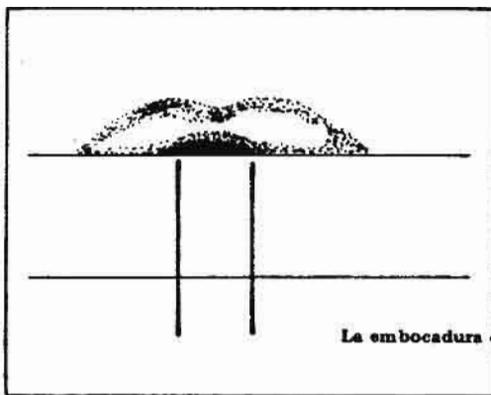
11



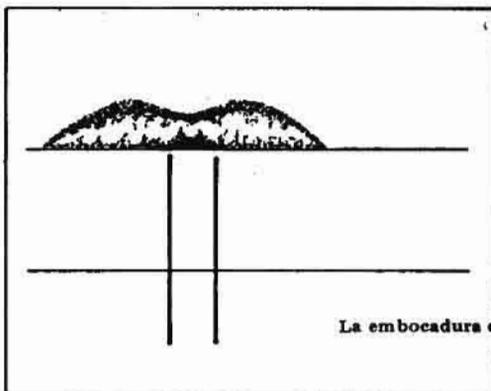
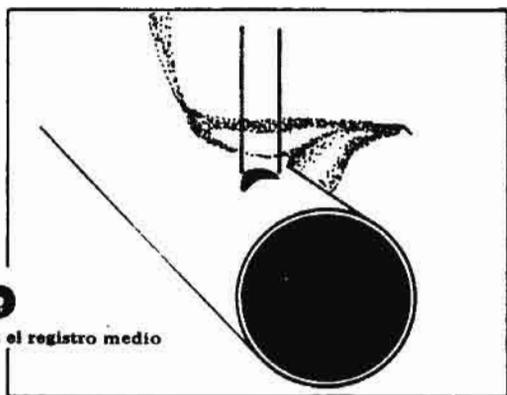
a

La embocadura en el registro grave

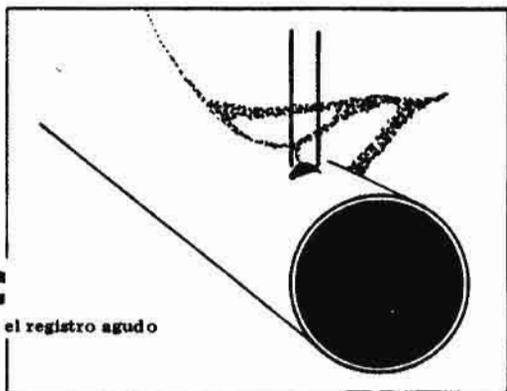




La embocadura en el registro medio



La embocadura en el registro agudo



Por otra parte, las octavas formadas a partir de la misma posición o digitación no son precisas. La nota fundamental o más grave de la flauta que se produce al tapar todos los orificios debería reproducirse a la octava sin cambiar la posición de los dedos simplemente incrementando la velocidad del aire. Sin embargo la primera octava suele quedar un poco baja (unos 10 cents) respecto a la fundamental. Y la segunda octava vuelve a quedar unos 15 cents abajo. Por esta razón los flautistas han inventado algunos recursos o trucos en la digitación para ajustar la interválica de las octavas. Por ejemplo se acostumbra a abrir el orificio superior para facilitar la afinación de la primera octava del sonido fundamental o primer grado de la flauta. Esta apertura, por otra parte, mejora el volumen del sonido buscado y clarifica el timbre, lo hace menos pastoso. Sin embargo este mejoramiento tímbrico en el registro medio hace que el sonido fundamental quede unos 30 o 40 cents abajo de la octava del registro medio; y en el registro agudo este mismo sonido suele ser unos 10 cents alto. Esto sucede si no cambiamos la posición de la embocadura ni el tipo de ataque, es decir, única-

mente incrementando la velocidad del aire. El dar las octavas afinadas no es un producto mecánico sino el resultado de un trabajo de ajuste entre el instrumentista y su instrumento. Es necesario equilibrar estos intervalos con técnica, controlando el aire, relajando la embocadura en los agudos, modificando ligeramente el tipo de ataque si es preciso y sobre todo oyendó. (ver fig. 11).

Por otra parte las técnicas de ejecución de la flauta travesera todavía no han sido suficientemente sistematizadas y hay en estos momentos posiciones bastante encontradas según las escuelas, los estilos, los tipos de música...

Todas estas reflexiones quieren ilustrar que el problema de afinar una flauta va más allá del instrumento en sí, y por esto algunos instrumentistas logran interpretar en forma afinada flautas relativamente desafinadas desde el punto de vista meramente constructivo ya que logran adaptar su embocadura y tipo de ataque y digitación para lograr la afinación deseada. En segundo lugar quiero hacer caer en cuenta que en el proceso de

afinar una flauta hay que considerar todo este tipo de variables e intentar no reproducir las “mañas” y hábitos adquiridos en la ejecución. Si vamos a construir una flauta para ser usada por otras personas debemos intentar una embocadura y un tipo de emisión lo más aséptico o mecánico que podamos, de modo que la flauta pueda adaptarse a las distintas técnicas de los ejecutantes.

#### 4. MEDIDAS PARA LA FABRICACION DE FLAUTAS A PARTIR DE MATERIALES NORMALIZADOS

Paso ahora a dar una serie de medidas para la fabricación de flautas transversas partiendo de tubos con medidas normalizadas o estándar que se encuentran fácilmente en el mercado. Para la fabricación de instrumentos con materiales no normalizados —por ejemplo, caña— no podemos dar unas medidas precisas pues no existen dos pedazos de caña exactamente iguales en la naturaleza. No queda más remedio que utilizar el método de ensayo y error anotado anteriormente (3.8. 2.) y afinar cada flauta individualmente.

Las medidas se toman siempre desde la cola o extremo lejano a la embocadura hacia la cabeza o extremo cercano a la embocadura. ¿Por qué? Porque, como ya dije anteriormente, la medida desde el tapón hacia la cabeza de la flauta puede variar por razones decorativas sin afectar el sonido. La medida desde la cabeza no es una medida representativa. Por el contrario, las distancias entre cualquier punto de la flauta y la cola son estables, no deben variar pues influyen en la afinación.

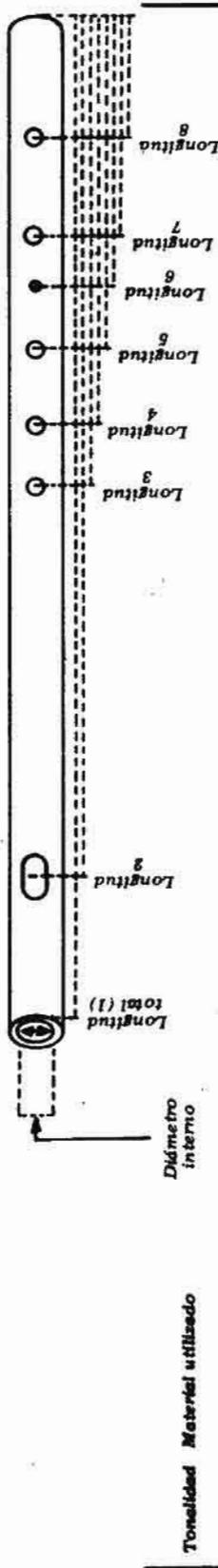
Las medidas van en milímetros y se toman al centro de los orificios. En realidad deberían tomarse al extremo superior del orificio para su consideración desde el punto de vista acústico, pero es más práctica la medida al centro del orificio pues se facilita desde el punto de vista constructivo. La medida al centro del orificio nos permite cuando estamos fabricando la flauta saber el punto exacto donde debemos marcar una raya o equis para apoyar la broca perforadora.

Los modelos que presento a continuación fueron realizados con un afinador electrónico, partiendo del LA 440, en un medio como Bogotá (15°C de temperatura promedio) y con un margen de error promedio de 10 a 15 cents hacia arriba o hacia abajo (1/15 de tono aproximadamente).



El objetivo no es presentar la flauta “perfecta” (para eso lo mejor sería comprar una flauta de llaves) sino dar un modelo básico que debe ser adaptado por cada flautista de acuerdo a su estilo y técnica. Por ejemplo, los orificios se presentan pequeños pensando en los dedos de los niños. Un flautista adulto debería ampliar hasta unos 8 o 9 mm los orificios de digitación socavándolos hacia la cola —no hacia la embocadura— para no alterar la afinación.

## MEDIDAS PARA CONSTRUCCION DE FLAUTAS EN TUBOS NORMALIZADOS



Tonalidad	Materiales utilizado	Diámetro interno		Longitud						
C	CPVC (PVC) de agua caliente (1/2")	12	350	305	163	142	116	92	75	41
Bb	CPVC (PVC) de agua caliente (1/2")	12	380	347	187	161	134	104	87	53
A	Tubo de aluminio	16	400	356	201	174	145	117.5	94	54
	Tubo de aluminio	16	450	408	228	198	165	133.5	107	67
G	CPVC (3/4") o PVC (1/2")	17	440	402	231	203.5	172	134.5	114	71
	Tubo de aluminio Flauta AMEROLA, fabricada en EE.UU.	19	430	398	234	199	166	133	105	70
F#	CPVC (3/4") o PVC (1/2")	17	470	426	240	211	176	140.5	115	73
F	CPVC (3/4") o PVC (1/2")	17	500	454	255	224	186.5	150	122	76.5
E	CPVC (3/4") o PVC (1/2")	17	530	483	269	236	197	157.5	130	80.5
Eb	CPVC (3/4") o PVC (1/2")	17	560	513	285.5	252	209	166	136	85
D	CPVC (3/4") o PVC (1/2")	17	600	546	298	258	212.5	171	142	89
	Tubo de aluminio	20	660	612	343	302.5	252	201.5	165.5	105
C	Caja "flauta" troncónica	20/17.5	640	578	311	269	227.5	179	150.5	94

Nota: todas las medidas van en milímetros.

La flauta en fa, tapando todos los orificios produce el fa de frecuencia 349.23 (fa en el primer espacio del pentagrama).

## 5. TABLA DE DIGITACION

Todo lo dicho anteriormente sobre la emisión y afinación opera también para la digitación. Por esta razón a veces doy digitaciones alternativas pues, dependiendo de la técnica utilizada, será preferible usar una u otra, o incluso inventarse una digitación adecuada a mi embocadura o tipo de flauta. Obviamente, las digitaciones que siguen se proponen para ser utilizadas en flautas construidas según los modelos y medidas anteriores.

## 6. CONCLUSION

Espero que a partir de aquí algunas personas, especialmente maestros, se motiven a construir y usar estas flautas sobre todo si en el medio donde trabajan existe la tradición de usarlas.

Los luthiers y artesanos seguramente tendrán bastantes críticas que hacerme fruto de su experiencia y conocimientos. Me gustaría las hicieran llegar a la revista para publicarlas y con eso cualificar los procesos de construcción.

Ojalá que algún luthier, o algún industrial, o algún músico con vocación de industrial, se tome en serio la fabricación en serie de este instrumento sencillo, barato, con una sonoridad superior a la de la flauta dulce que importamos, y con una tradición de más de 400 años en la música popular colombiana. Ojalá, pues, que lo haga en serio, con toda la técnica y rigurosidad que requiere la fabricación en serie de un instrumento musical.

## 7. BIBLIOGRAFIA

Abadía Morales, Guillermo. 1981. *Instrumentos de la música folklórica de Colombia*, Colcultura, Bogotá, 61 pp. y 80 láminas.

Alvarenga, Oneyda. 1945. *Música popular brasileira*, Globo, Rio de Janeiro, 267 pp.

Aretz, Isabel. 1967. *Instrumentos musicales de Venezuela*, Universidad de Oriente, Cumaná.

Baines, Anthony. 1978. *Musical instruments through the ages*, Penguin, London, 384 pp.

Bermúdez, Egberto. 1985. *Los instrumentos musicales en Colombia*, Universidad Nacional, Bogotá, 126 pp.

Carse, Adam. 1965. *Musical wind instruments*, Da Capo Press, New York, 343 pp.

Coba, Carlos. 1981. *Instrumentos musicales populares registrados en el Ecuador*. Instituto Otavaleño de Antropología, Otavalo, 360 pp.

Davidson, Harry C. 1970. *Diccionario Folklórico de Colombia*, 3 tomos, Banco de la República, Bogotá.

Diagram Group. 1978. *Musical instruments of the World*, Bantam, New York, 320 pp.

*Enciclopedia Espasa-Calpe*. Palabra "acústica". Tomo I, pp. 700-740.

Estrada, Julio. 1984. *La música de México*, 6 tomos, UNAM, México.

- Harrison, Howard. 1984. *Cómo tocar la flauta*, EDAF, Madrid, 109 pp.
- Henríquez, Alejandro. 1973. *Organología del folklore chileno*, Ediciones Universitarias de Valparaíso, Santiago, 107 pp.
- Izikowitz, Karl Gustav. 1934. *Musical and other sound instruments of the South American indians*, Publishers Lim., Goteborg, pp. 277-357.
- Jaramillo, Carlos y Gustavo López. 1981. *La flauta travesa*, en FOLKLORE COLOMBIANO (Boletín del CEF), número 8, pp. 7-8. Algunas correcciones a este artículo aparecen en el boletín número 9 del mismo año, pág. 5.
- Ministerio de Educação e Cultura. 1978. *Banda Cabaçal/Ceará*, Documentario sonoro do folclore brasileiro No. 23, Rio de Janeiro (disco y folleto).
- Miñana Blasco, Carlos. 1987. *Músicas y métodos pedagógicos*, en A CONTRATIEMPO 2, Bogotá, pp. 78-83.
- Miñana Blasco, Carlos. 1987. *Música de flautas y chirimía en el Cauca y Sur del Huila*, 234 pp. (inédito).
- Olazábal, Tirso de. 1954. *Acústica musical y organología*, Ricordi, Buenos Aires, 174 pp.
- Pavón Sarrelangue, Raúl. 1982. *La electrónica en la música... y en el arte*, CENIDIM, México, 319 pp.
- Pierce, John R. 1985. *Los sonidos de la música*, Prensa Científica, Barcelona, 241 pp. (con disco).
- Righini, Pietro y Giuseppe. 1974. *Guida sonora attraverso i sistemi musicali antichi e moderni*, Zanibon, Padova, 31 pp. (con disco).
- Rosado Rodríguez, Carlos. 1974. *Acústica I*, Trillas, México, 253 pp.
- Sachs, Curt. 1940. *The history of musical instruments*, W.W. Norton, New York, 467 pp.
- Stokes, S.W. y R.A. Condon. 1974. (*The flute*), Trio Associates, Culver (California), 38 pp.
- Tranchefort, François-René. 1985. *Los instrumentos musicales en el mundo*, Alianza, Madrid, 369 pp.
- Viggiano Essin, Julio. s/f. *Instrumentología popular argentina*, Buenos Aires.

# DIGITACION PARA LA FLAUTA TRAVERSA EN FA (DE 6 ORIFICIOS)

1	2	3	4	5	6	7a	7b	8	9a	9b	10	11a	11b	12a	12b	13	14	15	16a	16b	17	18	19	20	21a	21b	22	23a	23b	23c	24a	24b	25	26a	26b	26c	27a	27b	28a	28b	29a	29b	29c	30a	30b	30c	31	32a	32b	33a	33b	33c																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Fa	Fa	Sol	La	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si	Si	Do	Do	Re	Re	Mi	Mi	Fa	Fa	Sol	Sol	La	La	Si