

## PRIMERA APROXIMACIÓN A LA ACÚSTICA DE LA “TARKA”

Arnaud Gérard A.<sup>1</sup>

*SoundLab—Carrera de Física  
UATF—Potosí*

### RESUMEN

La tarka es una flauta recta andina con canal portaviento de insuflación, de sonido ronco, gritón y temblante que se toca por “tropas” desde Todo Santos hasta Carnaval. En las tropas, por lo general se mezclan dos tamaños, la taika (grande) y la mala (pequeña), afinadas con un intervalo de quinta casi justa en el caso estudiado.

Se han medido las alturas de sonido sucesivas de una decena de tarkas “ullara”, que forman una “tropa” y se ha podido evidenciar que por lo general las melodías son pentatónicas en modo “b” menor según D’Harcourt [D’Harcourt, 1925, 1959].

Existe bastante dispersión entre las alturas paralelas de los diferentes instrumentos de un mismo tamaño, esta discrepancia varía de **45 a 80 cents** para las taikas. Estas “desigualdades” provocarán pulsaciones (batimientos) al tocar los instrumentos en paralelo. Sin embargo si se compara el comportamiento promedio de las taikas y de las malas se observa una gran similitud. El intervalo entre las dos primeras notas es mayor que el tono bien temperado, es de 231 cents en las taikas y 225 cents en las malas (en promedio). Los intervalos entre las digitaciones 2 y 4 por una parte y 5 y 7 por otra parte son de tercera menor y fluctúan entre 297 y 330 cents. Las notas intermedias tradicionalmente no utilizadas (digitación 3 y 6), si es que formarían con las demás una escala diatónica mayor, deberían encontrarse a 100 cents de la nota superior (un semitono) y 200 cents de la nota inferior, pero no es el caso, los intervalos superiores e inferiores con estas notas fluctúan entre 133 y 187 cents, lo que parece indicar que estas estarían aproximadamente al medio de este intervalo de tercera formando intervalos estadísticamente próximos a 150 cents. Las demás segundas mayores fluctúan entre 174 y 200 cents.

Estos resultados no permiten todavía presentar un modelo de escala (sucesión de alturas de sonido).

*Descriptor: Acústica, Instrumentos Musicales.*

### 1. INTRODUCCIÓN

#### 1.1. DEFINICIÓN

La tarka es un instrumento musical clasificado en los aerófonos, instrumentos de viento propiamente dichos, donde el aire está confinado dentro del mismo instrumento, instrumentos de bisel o flautas, flautas con ducto portaviento interno (de la boquilla), es decir, incluido dentro del mismo instrumento, de un sólo tubo recto, con los extremos abiertos y perforaciones laterales para la digitación. Hornbostel y Sachs le dan el número de clasificación 421.221.12 (de [Sachs, von Hornbostel, 1985]). El sonido proviene de la oscilación del chorro de viento sobre el bisel asociado al campo acústico del tubo cuya longitud efectiva es cambiada mediante la apertura u oclusión por los dedos de los orificios laterales.

#### 1.2. DESCRIPCIÓN

La tarka es entonces un flauta recta, de pico. Principalmente circulan dos tipos: las que vienen de Walata

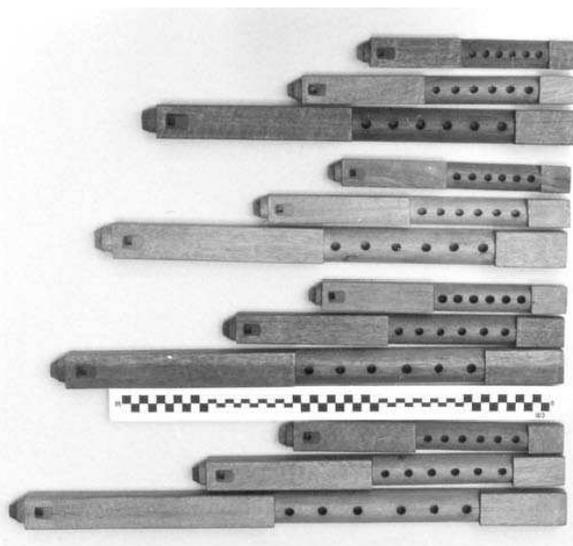


Figura 1. Las diferentes “tropas” de tarkas: Ullara (arriba), Kurawara, Salinas y Potosiña (abajo). Cada vez se muestra el tiple (no considerado en este trabajo), la mala y la taika.

<sup>1</sup>Email: gerardardenois@yahoo.es

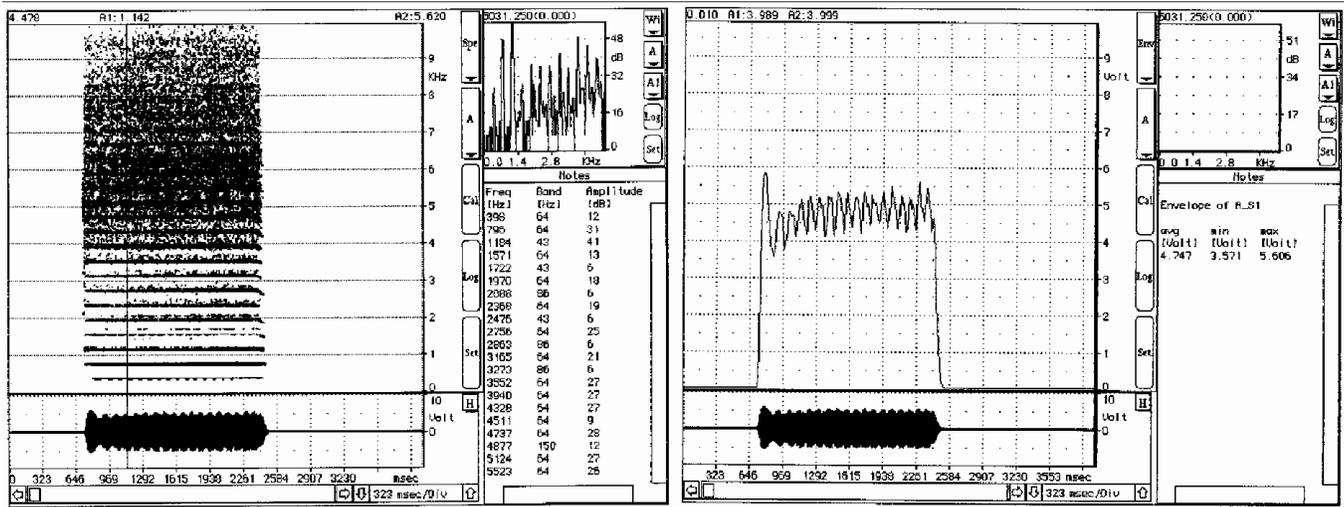


Figura 2. Sonograma e Intensidad del sonido “tara” de una tarka taika ullara con digitación 2, es la nota  $Sol_0+26$  cents (398 Hz) se nota el redoble sobre los armónicos 1, 4 y siguientes.

Grande (prov. Omasuyos de La Paz) y las que son fabricadas en Pampa Aullagas (prov. Ladislao Cabrera del departamento de Oruro). Las que provienen de Walata Grande (véase fig. 1) son talladas en una gruesa madera de mara de sección externa rectangular, mientras que las que son de Pampa Aullagas son de madera blanca tarko (jarka), más gruesa todavía y de sección transversal un poco ovalada.

Una “tropa” de tarkas es generalmente una docena de instrumentos que son interpretadas por los músicos de la comunidad junto a un bombo tipo banda y un tambor. En el Departamento de La Paz, a menudo la tropa está compuesta por doce taikas (instrumento grande) y dos malas (instrumento pequeño) que tocan a la quinta justa paralela (con digitaciones idénticas en los dos tamaños). La mala (la pequeña) tiene una longitud acústica que vale  $2/3$  de la longitud de la taika, lo que da lugar a una escala paralela que se ubica aproximadamente a la quinta justa ascendente de la taika (es decir frecuencias que valen  $3/2$  de las frecuencias de la taika). Se utilizaba también un tercer tamaño más pequeño todavía llamado tiple (o ch’ili), mayormente en las tropas de medida grande.

En Potosí, por lo general solo se tañen entre tres y seis tarkas de un único tamaño (taikas) acompañadas sólo por un bombo (no hay mala en la tropa).

Existen varios tipos de tropas diferentes (diferentes afinaciones). Cada región o comunidad tiene sus preferencias, usar tal o cual tipo de tropa es una manera de distinguirse étnicamente de las demás regiones o comunidades. Las tropas más conocidas, ordenadas desde el tamaño menor hacia el tamaño mayor, son las tropas Ullara, Kurawara, Salinas, Potosiña y Wallpara (esta última en desuso).

### 1.3. ALGUNOS DATOS ETNOMUSICOLÓGICOS

La tarka se toca por tropa, a la vez se canta y se baila, generalmente en épocas de carnaval (anata en aymará,

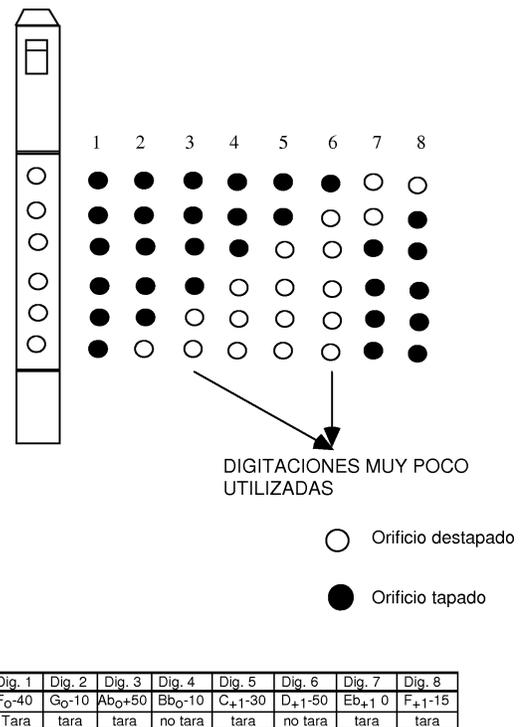


Figura 3. Alturas promedio aproximadas que corresponden a las digitaciones indicadas el esquema y señalización de la “tara” de una tropa de tarkas Ullara.

pujllay en quechua). Por esta razón se la suele denominar también **anata**. La danza o género generalmente tiene la denominación de **tarkeada**. Como todas las flautas de pico (pinkillos, rollanos, etc. . .) es un instrumento de tiempo de lluvia (“para mit’a”) que está relacionado con las .almas” que conviven con los vivos desde Todos Santos hasta el carnaval y por esta razón se la interpreta también en Todosantos, momento en que se reciben a las almas de los difuntos que vienen a visitar nuestro mundo **kaypacha**. Algunos “comunarios” (comunero an-

|               | Tarka<br>Taika 1     | Tarka<br>Taika 2     | Tarka<br>Taika 3     | Tarka<br>Taika 4     | Tarka<br>Taika 5     | Tarka<br>Taika 6     | Tarka<br>Taika 7     | Tarka<br>Taika 8    | Tarka<br>Mala 1      | Tarka<br>Mala 2      |
|---------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| <b>Fig. 1</b> | F <sub>+1</sub> +15  | F <sub>0</sub> -40   | F <sub>0</sub> -50   | F <sub>+1</sub> -25  | F <sub>0</sub> -48   | F <sub>0</sub> -50   | F <sub>0</sub> -65   | F <sub>0</sub> -40  | C <sub>+1</sub> -18  | C <sub>+2</sub> -15  |
| Frc/Hz        | 692                  | 341                  | 339                  | 688                  | 339.5                | 339                  | 336                  | 341                 | 517.6                | 1037                 |
| Timbre        | tara                 | s. mult.            | tara                 | tara                 |
| <b>Fig. 2</b> | G <sub>0</sub> +10   | G <sub>0</sub> +20   | G <sub>0</sub> +15   | G <sub>0</sub> -15   | G <sub>0</sub> +15   | G <sub>0</sub> -12   | G <sub>0</sub> -40   | G <sub>0</sub> -50  | D <sub>+1</sub> +25  | D <sub>+1</sub> -7   |
| Frc/Hz        | 394.3                | 396.6                | 395.4                | 388.6                | 395.4                | 389.3                | 383.0                | 380.8               | 596.6                | 585.6                |
| Timbre        | tara                 | s. mult.            | tara                 | tara                 |
| <b>Fig. 3</b> | Ab <sub>0</sub> +50  | Ab <sub>0</sub> +80  | Ab <sub>0</sub> +75  | Ab <sub>0</sub> +45  | Ab <sub>0</sub> +75  | Ab <sub>0</sub> +30  | Ab <sub>0</sub> +10  | Ab <sub>0</sub> +40 | Eb <sub>+1</sub> +70 | Eb <sub>+1</sub> +38 |
| Frc/Hz        | 427.5                | 434.9                | 433.7                | 426.2                | 433.7                | 422.6                | 417.7                | 425.0               | 647.7                | 635.8                |
| Timbre        | tara                 | tara mal            | tara                 | tara                 |
| <b>Fig. 4</b> | Bb <sub>0</sub> 0    | Bb <sub>0</sub> +30  | Bb <sub>0</sub> -5   | Bb <sub>0</sub> -20  | Bb <sub>0</sub> -20  | Bb <sub>0</sub> -10  | Bb <sub>0</sub> -45  | Bb <sub>0</sub> -10 | F <sub>+1</sub> +22  | F <sub>+1</sub> +5   |
| Frc/Hz        | 466.0                | 474.1                | 464.7                | 460.6                | 460.6                | 463.3                | 454.0                | 463.3               | 706.9                | 700.0                |
| Timbre        | no tara              | no tara              | no tara              | t. lenta             | no tara              | t. lenta             | no tara              | no tara             | no tara              | no tara              |
| <b>Fig. 5</b> | C <sub>+1</sub> -30  | C <sub>+1</sub> +5   | C <sub>+1</sub> -15  | C <sub>+1</sub> -30  | C <sub>+1</sub> -20  | C <sub>+1</sub> -55  | C <sub>+1</sub> -50  | C <sub>+1</sub> -18 | G <sub>+1</sub> 0    | G <sub>+1</sub> -25  |
| Frc/Hz        | 514.0                | 521.5                | 518.5                | 514.0                | 517.0                | 506.6                | 508.1                | 517.6               | 784.0                | 772.8                |
| Timbre        | tara                 | tara                | tara                 | tara                 |
| <b>Fig. 6</b> | D <sub>+1</sub> -25  | D <sub>+1</sub> -20  | D <sub>+1</sub> -55  | D <sub>+1</sub> -55  | D <sub>+1</sub> -55  | D <sub>+1</sub> -65  | D <sub>+1</sub> -60  | D <sub>+1</sub> -55 | A <sub>+1</sub> -25  | A <sub>+1</sub> -25  |
| Frc/Hz        | 579.6                | 581.2                | 569.6                | 569.6                | 569.6                | 566.3                | 568.0                | 569.6               | 867.4                | 867.4                |
| Timbre        | no tara              | no tara             | no tara              | no tara              |
| <b>Fig. 7</b> | Eb <sub>+1</sub> +20 | Eb <sub>+1</sub> +30 | Eb <sub>+1</sub> +25 | Eb <sub>+1</sub> -18 | Eb <sub>+1</sub> +35 | Eb <sub>+1</sub> -50 | Eb <sub>+1</sub> -15 | Eb <sub>+1</sub> 0  | Bb <sub>+1</sub> +30 | Bb <sub>+1</sub> -15 |
| Frc/Hz        | 629.2                | 632.9                | 631.0                | 615.6                | 634.7                | 604.3                | 616.6                | 622.0               | 948.3                | 924.0                |
| Timbre        | tara                 | tara                 | tara                 | tara                 | tara                 | no tara              | tara                 | tara                | no tara              | no tara              |
| <b>Fig. 8</b> | F <sub>+1</sub> -10  | F <sub>+1</sub> 0    | F <sub>+1</sub> +20  | F <sub>+1</sub> -20  | F <sub>+1</sub> -5   | F <sub>+1</sub> -15  | F <sub>+1</sub> -50  | F <sub>+2</sub> -28 | C <sub>+3</sub> +15  | C <sub>+2</sub> 0    |
| Frc/Hz        | 694.0                | 698.0                | 706.1                | 690.0                | 696.0                | 692.0                | 678.1                | 686.8               | 2074.9               | 1046.0               |
| Timbre        | tara                 | no tara             | no tara              | no tara              |

Figura 4. Alturas de sonido (en cents) , frecuencias correspondientes (en Hz) y apreciación auditiva de la tara de la tropa de tarkas ullara medidas.

dino) opinan que el sonido mantiene alejado al “sajra” (ente extrahumano de tipo diabólico) de la comunidad mientras se realiza la fiesta, para que no tiente a la gente y no realice sus fechorías y maleficios [van den Berg, 1990].

En todo el Norte de Potosí, una parte de Cochabamba y de Chuquisaca, todavía sobrevive un pinkillo que creemos podría ser el ancestro de la tarka. Su tropa está compuesta de varios tamaños llamados: **machu tara**, **q’ewa**, **tara**, **q’ewita** y **tarita**, que de igual manera se interpretan de Todosantos a carnaval (incluyendo a la Navidad) y cuyo sonido se aproxima mucho al de la tarka. Henry Stobart [Stobart, 1992] encontró una significación interesante a la palabra tara. Tara define a las cosas que son dobles, gemelas: dos papas atadas, dos cerros contiguos, recipientes dobles, etc. . . y en el caso del pinkillo se refiere al sonido que sería **doble**.

Es de recalcar que tanto los pinkillos de Carnaval (“tara” y “q’ewa”) como las tarkas tienen un sonido por demás particular: es ronco, gritón, pulsante, estridente y sin lugar a duda este sonido pertenece a la estética genuina de los pueblos centro-andinos!

Ahora véase la transmutación semántica :

**TARA** (doble: sonido de pinkillos de madera del Norte Potosí) → **TARAKA** (nombre a veces utilizado para la tarka según Jesús Lara [Lara, 1971]) → **TARKA** (nombre actual del instrumento moderno).

Se ha podido verificar en múltiples oportunidades que los comuneros al probar los instrumentos cuando los compran, averiguan si tienen **tara** o no, refiriéndose a este sonido peculiar, y sólo comprarán los que tienen este sonido pulsante-vibrante bien marcado. La palabra **tara** entonces se refiere precisamente ¡al tipo de sonido!

En un anterior trabajo se ha presentado ya un primer

| TAIKAS               | DIG. 1             | DIG. 2            | DIG. 3              | DIG. 4              | DIG. 5              | DIG. 6              | DIG. 7               | DIG. 8              |
|----------------------|--------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| Altura media Cents   | F <sub>0</sub> -38 | G <sub>0</sub> -7 | Ab <sub>0</sub> +51 | Bb <sub>0</sub> -10 | C <sub>+1</sub> -27 | D <sub>+1</sub> -49 | Eb <sub>+1</sub> +3  | F <sub>+1</sub> -14 |
| $\sigma$ Cents       | $\pm 24$           | $\pm 27$          | $\pm 25$            | $\pm 21$            | $\pm 19$            | $\pm 17$            | $\pm 30$             | $\pm 21$            |
| $\Delta_{MAX}$ cents | 80                 | 70                | 70                  | 75                  | 60                  | 45                  | 85                   | 70                  |
| Altura rectific.     | F <sub>0</sub> -27 | G <sub>0</sub> +4 | Ab <sub>0</sub> +72 | Bb <sub>0</sub> +1  | C <sub>+1</sub> -16 | D <sub>+1</sub> -38 | Eb <sub>+1</sub> +14 | F <sub>+1</sub> -3  |

Figura 5. Alturas medias, desviación estándar y discrepancia máxima (recorrido).

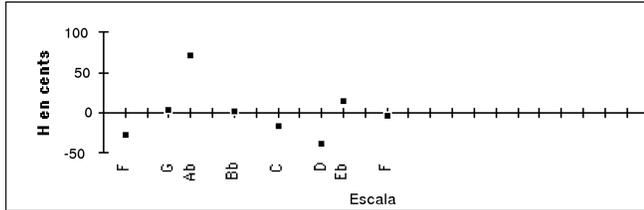


Figura 6. Comportamiento promedio de la escala de las tarkas taika relativamente a la escala bien temperada con diapason rectificado.  $\langle H \rangle = -11$  cents es la desviación media de altura de sonido.

| Intervalo | F - G | G - Ab | Ab - Bb | Bb - C | C - D | D - Eb | Eb - F |
|-----------|-------|--------|---------|--------|-------|--------|--------|
| cents     | 231   | 158    | 139     | 183    | 178   | 152    | 183    |

Figura 7. Intervalos sucesivos promedio de las tarkas taikas.

análisis acústico de este sonido peculiar [Gérard, 1997], se mostró entonces que se trata de una multifonía en forma de redoble [Castellengo, 1982] sobre los armónicos 1, 4, 5, y siguientes que se escucha como un sonido estridente, con varios parciales audibles y de intensidad periódicamente fluctuante tal como se puede observar en el sonograma y la intensidad versus tiempo de la figura 2.

## 2. ALTURAS DE SONIDO – DIGITACIONES

No obstante, esta vez lo que más nos interesa es la sucesión de alturas de sonidos relativos (diferencia de los logaritmos de las frecuencias) correspondientes a las digitaciones tradicionales del instrumento (véase fig. 3).

Para la nomenclatura véase el anexo.

En el cuadro de la figura 4 se muestra el resultado de las mediciones de las alturas de sonido de una tropa (10 instrumentos aquí) de tarkas **ullara** realizado con el tuner. La tropa ha sido fabricada por un artesano desconocido de Walata Grande (provincia Omasuyos de La Paz).

Las mediciones fueron realizadas con una temperatura medio ambiente de 20°C.

Los siguientes cuadros muestran las alturas promediadas para cada digitación dentro de la tropa (figs. 5 y 8), el comportamiento de las escalas relativamente a las escalas bien temperadas (figs. 6 y 9) y los intervalos medios sucesivos (fig. 7 y 10).

## 3. CONCLUSIONES

Es de remarcar que como en casi todas las tropas de instrumentos de los Andes bolivianos se deja cier-

| MALAS                  | DIG. 1              | DIG. 2             | DIG. 3               | DIG. 4              | DIG. 5              | DIG. 6              | DIG. 7              | DIG. 8             |
|------------------------|---------------------|--------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| Altura media Cents     | C <sub>+1</sub> -16 | D <sub>+1</sub> +9 | Eb <sub>+1</sub> +54 | F <sub>+1</sub> +14 | G <sub>+1</sub> -12 | A <sub>+1</sub> -25 | Bb <sub>+1</sub> +8 | C <sub>+2</sub> +8 |
| $\sigma$ Cents         | $\pm 2$             | $\pm 23$           | $\pm 23$             | $\pm 14$            | $\pm 18$            | 0                   | $\pm 32$            | $\pm 11$           |
| $\Delta_{MAX}$ cents   | 3                   | 32                 | 32                   | 17                  | 25                  | 0                   | 45                  | 15                 |
| Altura rectific. Cents | C <sub>+1</sub> -21 | D <sub>+1</sub> +4 | Eb <sub>+1</sub> +49 | F <sub>+1</sub> +9  | G <sub>+1</sub> -17 | A <sub>+1</sub> -30 | Bb <sub>+1</sub> +3 | C <sub>+2</sub> +3 |

Figura 8. Alturas medias, desviación estándar y discrepancia máxima (recorrido).

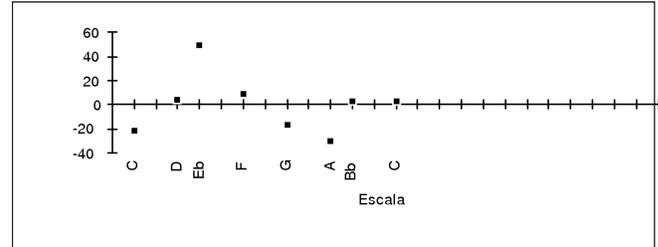


Figura 9. Comportamiento promedio de la escala de las tarkas malas relativamente a la escala bien temperada con diapason rectificado.  $\langle H \rangle = +5$  cents es la desviación media de altura de sonido.

| Intervalo | C - D | D - Eb | Eb - F | F - G | G - A | A - Bb | Bb - C |
|-----------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|
| cents     | 225   | 145    | 160    | 174   | 187   | 133    | 200    |

Figura 10. Intervalos sucesivos promedio de las tarkas malas.

tas desigualdades en las alturas de sonido (frecuencias) paralelas. Este hecho está cuantificado mediante la discrepancia máxima (recorrido) simbolizada por  $\Delta_{MAX}$ . Notamos que esta discrepancia varía de **45 a 80 cents** para las taikas. Estas "desigualdades" a su vez provocarán pulsaciones (batimientos) al tocar los instrumentos en paralelo. Este hecho lo constatamos ya en las diferentes flautas andinas bolivianas [Gérard, 1999].

La escala de las taikas es de Mi b mayor, sin embargo se toca sobre su relativa menor, es decir Do menor, pero en el modo pentatónico, "b" menor según D'Harcourt [D'Harcourt, 1925 y 1959]. Lo que explica la no utilización de las notas que corresponden a las digitaciones 3 y 6, es decir, las notas La b y Re. Para las "malas" la escala es de Si b mayor pero se toca sobre el modo relativo menor pentatónico ("b" menor) (Sol menor) con la misma observación que las taikas, pues las digitaciones 3 y 6 que corresponden a las notas Mi b y La no se utilizan. La taika y la mala están aproximadamente afinadas a la quinta ascendente paralela con una diferencia promedio de (5 - (-11)) cents = 16 cents.

Entonces las escalas son, respectivamente, de Do menor (modo "b" menor según D'Harcourt) para la taika y Sol menor (modo "b" menor) para la mala (véase fig. 11). Las 2 notas que raramente se tocan (las notas que están entre paréntesis) y que no pertenecen a la escala pentatónica, deberían formar semitonos en la escala temperada; sin embargo, hacen un intervalo mucho mayor al semitono bien temperado (100 cents), ya sea un intervalo

TAIKA:



MALA:

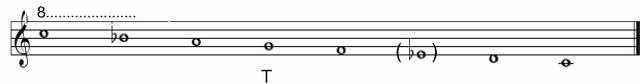


Figura 11. Pentagramas que muestran las escalas aproximadas de los dos tamaños de la tarka ullara: “taika” (grande) y “mala” (pequeña).

que varía al azar entre 133 y 158 cents. Pareciese que esta nota estaría estadísticamente al medio, es decir, distante 150 cents (en promedio) con las notas vecinas superior e inferior (la mitad de 300 cents que corresponde a una tercera menor). También se advierte que el intervalo entre las dos primeras alturas (digitaciones 1 y 2) es mayor a una segunda mayor temperada (200 cents): 231 cents en las taikas y 225 cents en las malas (en promedio). Los otros intervalos de segunda son de 183 y 182 cents en la taikas y 174 y 200 cents en las malas **con una marcada tendencia a ser menor** que el tono temperado de 200 cents.

Los intervalos de tercera menor, que provienen de un salto sobre dos orificios (es el caso de las digitaciones no utilizadas 3 y 6 que son representadas con notas entre paréntesis), son de:  $158 + 139 = 297$  cents;  $178 + 152 = 330$  cents;  $160 + 145 = 305$  cents;  $187 + 133 = 320$  cents, donde la segunda tercera parece algo mayor que la primera.

En las representaciones gráficas de las comparaciones de las escalas nativas de las tarkas con la escala bien temperada (figuras 1 y 2) ¡se nota que los dos comportamientos de escala son absolutamente similares!

Quizás se trate de algo parecido al caso del suri-siku [Gérard, 2000], es decir, nuevamente una tendencia hacia un intervalo único de 171,4 cents en los promedios. En lo que sigue del trabajo (que recién se está iniciando) se tendría que medir y analizar un gran número de tropas para comprobar si esta fluctuación es estocástica o no. Pero de todas maneras ya se puede afirmar que el semitono encontrado es mayor que el semitono bien temperado y el tono es menor (en promedio) que su similar temperado. Es todavía muy temprano para lanzar un modelo de comportamiento de las sucesiones de alturas de sonido en el caso de este instrumento.

Por otro lado, la tarka se caracteriza por su peculiar sonido llamado “tara” por los comuneros. El análisis de este sonido nos ha mostrado las siguientes particularidades: es un sonido rico, con una serie armónica numerosa (24 armónicos discernibles), contiene además sobretonos anarmónicos (parciales) y todos ellos de intensidades casi iguales, pero también una fuerte zona de ruido de escurreamiento ubicada entre 4 y 10 KHz. El tercer armónico es el de mayor intensidad, lo que provoca un sonido a la

quinta. Es un sonido multifónico que además muestra el efecto de redoble sobre los armónicos 1, 4 y siguientes. [Gérard, 1997; Castellengo, 1982].

## REFERENCIAS

- [1] Borrás Gérard. Les Aerophones Traditionnels Aymaras dans le Département de La Paz (Bolivie). Tesis de doctorado - Universidad de Toulouse - le - Mirail, Toulouse 1995.
- [2] De Lucca, Manuel. Diccionario Práctico Aymara - Castellano. Enciclopedia Boliviana, Ediciones Los Amigos del Libro, Cochabamba 1987.
- [3] González Holguín, Diego. Vocabulario de la lengua general de todo el Perú llamada lengua Qquichua o del Inca. Edit. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima 1989.
- [4] van den Berg, Hans. La Tierra no da así no más - Los Ritos Agrícolas en la Región de los Aymaras. HISBOL-UCB/ISET, La Paz 1990.
- [5] Bertonio, Ludovico. Vocabulario de la Lengua Aymará. Manuscrito 1612. Transcripción y edición “Radio San Gabriel”, Biblioteca del Pueblo Aymará, La Paz 1993.
- [6] Bouasse, H. Instruments à Vent (tomos I y II). Albert Blanchard, Paris 1986.
- [7] Bouasse, H. Tuyaux et Résonateurs. Albert Blanchard, Paris 1986.
- [8] Castellengo, Michèle. Sons Multiphoniques aux Instruments à Vent. Rapports IRCAM. N° 34/82, Paris 1982.
- [9] Cavour A., Ernesto. Instrumentos Musicales de Bolivia. Producciones CIMA, La Paz 1994.
- [10] D’Harcourt, Raoul y Marguerite. La Musique des Aymaras sur les Hauts Plateaux Boliviens. Société des Américanistes, nouvelle série, Tomo XLVIII, pp. 5-133, Paris 1959.
- [11] D’Harcourt, Raoul y Marguerite. La Musique des Incas et ses Survivances. Librairie Orientaliste Paul Geuthner, Paris 1925.
- [12] Gérard, Arnaud. Acústica de las Siringas Andinas de uso actual en Bolivia. Tomos 1 y 2. Informe de Investigación U.A.T.F., mimeografiado. Potosí, 1999.
- [13] Gérard, Arnaud. Acústica de los ayarachis, una original sucesión de alturas de sonido. En: Revista Boliviana de Física N° 4, año 4, Instituto de Investigaciones Físicas UMSA y Sociedad Boliviana de Física, La Paz 1998.
- [14] Gérard, Arnaud. Acústica del suri-siku. Una genial acomodación de alturas de sonido que permite una multipentafonía. En: Revista Boliviana de Física, N° 6, septiembre 2000, pp. 68-78, Instituto de Investigaciones Físicas UMSA y Sociedad Boliviana de Física. La Paz, 2000.
- [15] Gérard, Arnaud. Multifonías en Aerófonos Andinos de Bolivia. En: Revista Boliviana de Física, UMSA, N° 3, año 3, julio, pp. 40-59, La Paz 1997.
- [16] Kinsler, Frey, Coppens, Sanders. Fundamentals of Acoustics. John Wiley & Sons, Nueva York 1982.
- [17] Lara, Jesús. Diccionario Qheshwa-Castellano. Enciclopedia Boliviana, Ed. Los Amigos del Libro. La Paz 1971.
- [18] Leipp, Emile. Acoustique et Musique. Masson, París 1984.
- [19] Matras, Jean-Jacques. Le Son. PUF, Francia 1977.
- [20] Sachs, von Hornbostel. Ensayo de una Clasificación Sistemática de los Instrumentos Musicales. Traducción de “Systematik der Musikinstrumente” por Egberto Bermudez en: Revista Colombiana de Investigación Musical, Vol.1, N°1, enero-junio, Colombia 1985.
- [21] Stobart, Henry. Tara and Q’iwa - Worlds of Sounds

and Meaning. En: *Cosmología y Música en los Andes*, Edit.: Max Peter Baumann-International Institute for Traditional Music, Vervuert Iberoamericana, pp.67-81, Berlin 1996.

#### **ANEXO: LA NOMENCLATURA UTILIZADA**

Para las alturas de sonido se ha escogido la denominación sajona, es decir:

C = Do; D = Re; E = Mi; F = Fa; G = Sol; A = La;  
B = Si.

El subíndice se refiere a la octava, donde 0 es la octava central La = 440Hz. El número que sigue con signo + o - es el número de cents por encima o por debajo de la altura fija indicada en que 100 cents equivalen a 1 semitono bien temperado.