



Intermitencias de Microtonos en la música de Jula Jula

Andrés Giovanni Silva Terán



Intermitencias de Microtonos en la música de Jula Jula*

Microtone Intermittencies in Jula Jula's Music

Andrés Giovanni Silva Terán**

Cómo citar: Silva, G. (2023). Intermitencias de Microtonos en la música de Jula Jula. *Revista Dialógica Intercultural*, 2, 135-165. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10535697>

Recibido: 9 de noviembre de 2023 • Aprobado: 4 de diciembre de 2023

RESUMEN | Los sonidos elaborados por los individuos en cualquier contexto, se derivan de varias vertientes, es decir, responden a la configuración de un *imaginario sonoro*, que está en correspondencia a su pensamiento y cosmovisión y, a su herencia cultural, así como a la fenomenología que les atribuyen a sus construcciones sonoras. La naturaleza de las sonoridades producidas en la música de Jula Jula a partir de dichas vertientes, responde a criterios de ejecución que facilitan la percepción de una aproximación de los intérpretes de los instrumentos aerófonos de Jula Jula, al gusto estético por los sonidos producidos debido a la *desigualdad* de los tonos iguales de sus instrumentos, es decir, por un *desorden sonoro*, cuyo efecto es una evocación intermitente a las sensaciones producidas por los *microtonos*. Para este análisis se ha recurrido a tres ejemplos de audios con música de Jula Jula: *Zura Zura Norte de Potosí*, Jula Jula en el Tinku de Chayanta, Jula Jula de Norte de Potosí.

Palabras clave | Jula Jula, Cosmovisión, Desorden Sonoro, Intermitencias, Microtonos.

ABSTRACT | The sounds made by individuals in any context are derived from several aspects, that is, they respond to the configuration of a sound imaginary, which is in correspondence to their thinking and worldview and to their cultural heritage, as well as to the phenomenology that They attribute them to their sound constructions. The nature of the sounds produced in Jula Jula's music from these aspects responds to execution criteria that facilitate the perception of an approximation of the performers of Jula Jula's aerophone instruments to the aesthetic taste for the sounds produced due to the inequality of the equal tones of their instruments, that is, by a sound disorder, the effect of which is an intermittent evocation of the sensations produced by the microtones.

For this analysis, three examples of audios with music by Jula Jula have been used: *Zura Zura Norte de Potosí*, Jula Jula en el Tinku de Chayanta, Jula Jula de Norte de Potosí.

Keywords | Jula Jula, Worldview, Sound Disorder, Intermittencies, Microtones.

Introducción

El objeto de este análisis, a partir de una analogía con las cualidades de ciertas sonoridades intermitentes, son las producidas por los individuos del Norte de Potosí. Específicamente la música de Jula Jula¹, que ha sido y será motivo de observación, no solo a partir de su declaración el 2018 como Patrimonio Cultural Inmaterial del Estado Plurinacional de Bolivia (2018), sino en tanto su valoración musicológica, expresada en varios estudios realizados con anterioridad a esta declaración y en la búsqueda de comprensión de estas construcciones sonoras que van en correspondencia al imaginario sonoro de sus intérpretes. Precisamente, una cualidad de intermitencia, extrapolando el significado de la de cualquier flujo de energía intermitente a la energía sonora, se la podría definir como: “las interrupciones de sonoridades y continuación sucesiva, a intervalos regulares, o no, de dichas sonoridades y su naturaleza”. En otras palabras, una cualidad intermitente, en tanto una representación de un pensamiento sonoro, es una aproximación temporal a ciertas sonoridades producidas por los intérpretes de Jula Jula, voluntaria, que tienen el objetivo de encontrar correspondencias con la representación de su cosmovisión y pensamiento. Estas elaboraciones sonoras han motivado el interés de investigadores y también el mío propio en la configuración gnoseológica de mi apreciación musical. Este interés se remonta a un primer encuentro sonoro con la música de Jula Jula. Considerando que fue durante mi infancia, como una imagen onírica de una estampa lóbrega, cuando vi por primera vez una *tropa de zampoñas*², los elementos de coreografía que realizaban los intérpretes a la vez de tocar los instrumentos (movimientos en contratiempo muy marcados), escuché una melodía construida a partir de una escala de cinco tonos, a su vez percibí la profundidad del instrumento de *registro grave*³ y la estridencia del *registro agudo*⁴, todos los componentes juntos representaron para mí un descubrimiento tenebroso.

Una reconfiguración de mi percepción sonora con respecto de la música de Jula Jula con criterios de apreciación no heurísticos, por la incorporación a mi imaginario sonoro, sonoridades organizadas a partir de la descomposición de la tonalidad, me ha posibilitado distinguir, en el contexto de la interpretación de esta música y con una recurrencia *intermitente*, una aproximación a la estridencia del sonido, vibrante en su sensación por la amplitud en armónicos⁵ especialmente aquellos producidos en los instrumentos de *registro agudo* o aquellos producidos por tonos que se encuentran muy próximos unos de otros.

Estas cualidades acústicas han orientado mi percepción hacia una asociación con las sensaciones producidas por los microtonos, es decir, aquellos generados por la relación

¹ Material suministrado por Walter Sánchez Canedo.

² Sánchez Canedo, W. (1996)

³ Referente a la textura sonora del instrumento aerófono de dimensiones más grandes.

⁴ Referente a la textura sonora del instrumento aerófono de dimensiones más pequeñas.

⁵ Conjunto de vibraciones o sonidos que viajan paralelamente mediante notas concretas, y que no se perciben fácilmente.

interválica de dos tonos⁶ más pequeña que un semitono⁷, como: cuartos de tono, octavos de tono, dieciseisavos de tono⁸. etc., que proyectan la sensación de una sonoridad superpuesta e imbricada, que genera el efecto de un *desorden sonoro*.

A partir de criterios de interpretación de los instrumentos de la música de Jula Jula, así como por los análisis escritos con anterioridad, he podido observar que en los instrumentistas y receptores de esta música hay una percepción y gusto estético por la *desigualdad* y el *desorden sonoro*. Por lo tanto, las sensaciones de las sonoridades que los microtonos originan, son consustanciales a las producidas en la música de Jula Jula, es decir un objeto sonoro como representación de una tautología estética⁹.

Revisión de literatura

La configuración de un pensamiento sonoro, a partir de percepciones o criterios heurísticos, comprende también la integración de elementos que, en el contexto de la música, por ejemplo, de Jula Jula, son consustanciales a la cosmovisión y pensamiento andino, y están en correspondencia a las construcciones sonoras de sus individuos, en tanto representaciones de sus tradiciones, historia y culturas. Es decir, existen sonoridades a las que se les confiere una funcionalidad simbólica, ritual o función social y que tienen el propósito de recrear las simbologías de esa cosmovisión y pensamiento. Por lo tanto, su elaboración sonora está subordinada, por ejemplo, a sus representaciones sincréticas o a su relación de equilibrio con la naturaleza, su geografía y su forma de vida.

Precisamente en el pensamiento andino subyace un elemento inmanente que permea dicha forma de vida, este es, lo que Sánchez Canedo (1996, p.84) expresa: “existe una dualidad central en el pensamiento andino, o que las sociedades dualistas andinas están compuestas de dos mitades”. En esa misma línea Gerard (2009, p. 134) describe, “simbólicamente el dos es trascendental dentro la cosmovisión andina”. Justamente el pensamiento sonoro de los individuos que elaboran la música de Jula Jula, se fundamenta en su cosmovisión. En otras palabras, sus elaboraciones sonoras se corresponden con esa “dualidad de pensamiento” de la que hablan Sánchez Canedo y Gerard.

A partir de lo dicho, se puede inferir que existe una práctica integral en la interpretación de la música de Jula Jula. Por un lado, la construcción propia de sus instrumentos, por otro, las técnicas propias de interpretación de los instrumentos que ellos mismos han construido y, por último, sus construcciones sonoras. En estos elementos, que hacen la práctica integral de interpretación de la música de Jula Jula, subyace el propósito de alcanzar una representación sonora de los significados y simbologías de la cosmovisión andina, es decir de la axiología del pensamiento andino.

⁶ Distancia entre dos tonos.

⁷ 1/2 tono o la mitad de un tono.

⁸ 1/4, 1/8, 1/16.

⁹ Puede entenderse como una repetición de un mismo goce o gusto sonoro, representado en diferentes tendencias.

Las técnicas de interpretación de la música de los aerófonos andinos, como el de Jula Jula, tal y como lo describen los estudios de Gerard, Sánchez Canedo, Baumann, Stobart, (cuyos documentos se consultarán en el desarrollo de la presente discusión) etc., entre otros, responden a una necesidad estética, de representar a través de sus elaboraciones sonoras la dualidad de pensamiento o mitades que se complementan. De tal forma que, para lograr una caracterización, en tanto elaboración sonora, utilizan una técnica de interpretación de los aerófonos que se conoce como dialogada o de alternancia, es decir, el uso de una dinámica *dialógica melódica*, a partir de la distribución de una columna de tubos en dos instrumentos, *Ira*¹⁰ y *Arka*¹¹; en el caso de Jula Jula, un instrumento de 4 tubos y otro de 3 tubos, ambos con competencias sonoras específicas de elaboración. Esta técnica de interpretación similar al hoquetus¹², dialogada, se la puede vincular a la importancia simbólica asociada a las representaciones de una “oposición de género” (Sánchez, 1996, p.84), es decir, cada una de las filas de tubos, representan lo masculino y lo femenino respectivamente pero con un sentido de complementariedad, de tal manera que una fila se convierte en el soporte de la otra, tal y como infiere el pensamiento andino del Yanantin¹³, que alude a un “ayudante/ayudado” (Sanchez,1996, p.84). En otras palabras, se establece una relación inmanente entre ellas en la construcción del objeto sonoro, por lo tanto, la mayor responsabilidad la tiene la mitad-Ira la cual cumple también la función de Guía y la otra mitad que se complementa *Arka*. Es decir que el sonido emitido por el *Ira*, funcionan como “soportes” y los del *Arka* como “apoyo” (Sánchez, 1996 pp. 87-94).

En una dimensión similar se encuentra la forma de ejecutar o tocar. Esto es, alcanzar la resonancia de los instrumentos aerófonos, a partir del soplo alternado y la emisión de aire para conseguirlo de tal manera que se pueda alcanzar, a través de esta *dialógica melódica*, representar esa “dualidad del pensamiento” o simbolizar, a partir de las sonoridades construidas, el dos, número al que se le confiere una importancia relevante, por cuanto una diferenciación de los tonos a ejecutar, más por una *convicción tonal*¹⁴ que por un *paradigma tonal*¹⁵, los tonos de los instrumentos aerófonos, están afinados aproximadamente en el marco de las convenciones tonales universales, tal y como las define José Vicente Asuar, (Asuar, 1957, pág. 1). Por otro lado, en la ejecución de dichos tonos subyace un propósito de generar sonoridades estridentes, vibrantes u “ondulantes” (Gerard, 2009). Por lo tanto, puede establecerse una diferenciación entre los tonos a realizar, aproximados a un *paradigma tonal* y los tonos realizados en correspondencia a su *convicción tonal*, o como Baumann (1979, p.7) señala, un “tono efectivamente realizado” a partir de un “tono pretendido”. En otras palabras, la emisión del soplido, su fuerza, condiciona al tono que tienen la intención de tocar, con un énfasis significativo, en los

¹⁰ Masculino, término aimara.

¹¹ Femenino, término aimara.

¹² Técnica polifónica extendida entre los siglos XI y XIII que se caracteriza por la interrupción del curso melódico de una voz a través de pausas que se completan con la participación de otra voz.

¹³ Categoría que expresa todo aquello que va en parejas, sea hembra o macho o del mismo género (Mamani Macedo, 1919 p. 13)

¹⁴ Puede entenderse como una tonalidad aproximada a las organizadas en base a patrones universales.

¹⁵ Puede entenderse como un patrón universal de tonalidad.

instrumentos de dimensiones mayores de Jula Jula. Es decir, el de sonoridad del instrumento de registro grave precisa de una mayor corriente de aire para sonar; esta presión del soplo deriva en muchos casos en un “sobresoplado” que genera este “tono realmente alcanzado”.

A partir de la descripción de lo que es la intención de realizar un tono, es posible inferir que, para lograrlo se precise de una técnica de “soplado fuerte” (Baumann, Sánchez, 1996) y el resultado sea un “tono fuerte”, no solo por el intensidad sonora o volumen, sino por la ampliación del tono o espectro del sonido, sensación provocada por una mayor riqueza de los armónicos producidos¹⁶.

Por otro lado, probablemente la realización de una técnica de soplado controlado, como cita Arnaud Gerard (1996, p. 127) acerca de lo que dijo Gerard Borrás en 1998, en un estudio con respecto de otro instrumento aerófono denominado “ayarichis”. Indica que, por la ubicación de una segunda hilera, a pocos centímetros de la primera hilera de los tonos que tienen la intención de tocar al momento de sonar a la vez de los otros instrumentos de la “tropa”¹⁷, alcanzan sonoridades con batimiento¹⁸; según Sánchez Canedo “la segunda hilera suena por simpatía, tomando en cuenta que el aire que entra genera armónicos” (Comunicación personal, 17 de abril de 2023). Ahora, extrapolando a los instrumentos de Jula Jula, en la búsqueda de la desigualdad sonora, se puede señalar que es el de cerrar y abrir el orificio para el soplado, con un movimiento vertical de la cabeza, hacia adelante o hacia atrás, con el fin de obtener los tonos que tienen la intención de tocar y lograr los “tonos realmente alcanzados”, técnica parecida, que los intérpretes de los “ayarichis” llaman “alto kunka y bajo kunka”¹⁹; es posible que este procedimiento también sea recurrente con el mismo objetivo, el de “producir un sonido más denso” (Stobart, 1996, p. 71).

De acuerdo a Stobart (1996, p.71), a esta cualidad del sonido en Aymara es denominada “Tara”²⁰, que quiere decir “ancho o doble”, más un “sonido mezclado”, específicamente dos sonidos o algo que suena a “dos bocas”, es decir que, la presión del soplado al momento de sonar el instrumento aerófono, produce este “tono fuerte”, que le da al intérprete la sensación de un sonido ancho, mezclado, desigual o doble, en otras palabras, el “tono realmente alcanzado”²¹ como tono o sonido “Tara”.

La intención de alcanzar un sonido de esas características, determina un gusto por la producción del mismo. Es decir que, es un sonido “deseado” (Sánchez Canedo,

¹⁶ Henry Stobart le llama sonido “denso”, por la cualidad del sonido rico en armónicos.

¹⁷ Grupo de intérpretes de sikureada.

¹⁸ Cuando dos ondas armónicas similares se superponen.

¹⁹ Cuello alto, cuello bajo.

²⁰ Según Henry Stobart, es un sonido **extra-armónico** que es preferido a las armonías puras y tonos dulces de las flautaseuropeas.

²¹ Sonido rico en armónicos.

comunicación personal, 31 de marzo de 2023) de tal manera que existe en los intérpretes de estos instrumentos aerófonos la búsqueda voluntaria de ese “tono fuerte” denominado “Tara”, porque suena “ancho” o como si fuera un “sonido doble”. En otras palabras, nos encontramos frente a una estética del sonido que, en sus representaciones se fundamenta a partir de la desigualdad de tonos, es decir, tonos iguales en unísono y tonos iguales en octavas, generando un sonido áspero y con “dureza” (Gerard, 2008, p.126), de un efecto incómodo por la proximidad de los tonos que están separados por intervalos muy pequeños de *frecuencia* (de 30 a 40 Hz), distancias a partir de las cuales se producen los “mayores grados de aspereza”. Según lo establecido en la teoría de la consonancia de Helmholtz (Pardo Ríos, 2020, p.26), por lo tanto, se origina un fenómeno físico conocido como “pulsación o batimiento” por el desfase recurrente “de dos ondas de frecuencia ligeramente diferentes” (Benitez Trejo, 2017, p.3). Los intervalos como: unísonos, octavas, quintas, no son exactamente perfectos o justos, y estos al ser producidos, ocasionan una percepción de desorden y perturban la “voluntad tonal”²² en la que se encuentra el oído individual en el contexto actual. No obstante, en las representaciones sonoras de esta inextricable estética, es posible percibir que subyace la dualidad del pensamiento andino, apreciar “la dualidad en la ejecución” de los instrumentos, como observa Sánchez Canedo (...); un fin intrínseco que se constituye en la fuente para la búsqueda de una sonoridad espesa, “densa”, de sonido doble o como aquel que transmite la sensación de ser “dos sonidos”. En consecuencia, las sonoridades pretendidas, en tanto organizadas según las representaciones estéticas occidentalizadas, ajustadas a sus “paradigmas tonales”, no son del interés de los intérpretes de los aerófonos andinos en general, porque para estos intérpretes, los tonos igualados carecen de color, son pálidos o demasiado claros; en definitiva, no suenan bien para ellos porque producen un sonido que les falta transmitir la sensación de dos sonidos, doble, ancho, rico en armónicos²³. A estos sonidos que no suenan bien para ellos, les llaman: “sonido q’ayma, q’iwa”²⁴ (Stobart, Gerard, 1996, pág.70), porque suena insulso y aburrido.

Por otro lado, las “sonoridades realmente alcanzadas” tienen un elemento inmanente en los instrumentos aerófonos, independientemente de la estética que subyace en la elaboración sonora de los intérpretes de Jula Jula y de las técnicas de interpretación descritas anteriormente. Este elemento es la construcción de los instrumentos que comprende una búsqueda de las cualidades que faciliten las sonoridades “realmente alcanzadas”. A través de un proceso que se describirá a continuación, se inicia con la configuración del orgánico de una “Tropa” (Gerard, 2008, p.125) de Jula Julas. Según Sánchez Canedo (...) “Una tropa de Jula Jula está formada por cinco tamaños de instrumentos cuyos nombres o designaciones varían de un lugar a otro; los distintos tamaños están afinados por octavas, de tal forma que cada instrumento constituye la “mitad teórica del otro”. Es decir, la organización por tamaños de los instrumentos aerófonos a un intervalo de 8va uno de otro, se presta para crear una sensación sonora de consonancia perfecta por la cualidad matemática de múltiplos enteros entre 8vas con respecto a la 8va más grave, produciendo

²² Predisposición tonal.

²³ Serie de vibraciones o sonidos que viajan mediante notas concretas y que no se oyen fácilmente.

²⁴ Sin sabor.

una percepción entre dos tonos diferentes de la más alta correspondencia armónica viable, hecho que se efectiviza en la búsqueda de la cualidad de imbricar la sonoridad en unísonos y octavas que tienen la intención de tocar, en tanto que la convicción tonal de estos intérpretes es la de lograr una atmósfera de sonoridades, densas, ricas en armónicos, realmente alcanzadas.

En consecuencia, la naturaleza de la sonoridad es consubstancial a la construcción de los instrumentos y también a las cualidades de los materiales para este propósito. Por ejemplo, para los procesos inherentes a la construcción de los instrumentos, llamados “ritual” (Sánchez Canedo, 1989, p. 8), los intérpretes de Jula Jula, quienes son parte de una comunidad, delegan la responsabilidad de la recolección de los materiales a alguno de ellos que conoce o tiene experiencia en distinguir las propiedades del material y su procedencia. Según Sánchez Canedo, los materiales provienen de los valles. Una vez elegidos los tubos o cañahuecas, la siguiente etapa será la de la configuración de las filas de tubos, se medirán los tubos, se verificará el espesor, y el cortado, para igualar según los cinco tamaños de instrumentos. Con respecto al espesor de los tubos, según Gerard, para alcanzar una sonoridad desigualada con batimiento, combinan los tubos de espesor o diámetro delgado y grueso en la configuración de las hileras de tubos los cinco tamaños de instrumentos de la “tropa”, que emiten sonidos *graves, medio graves, medios, agudos y sobreagudos*.

Todo este proceso le llaman “serenado” (Sánchez Canedo, 1989, p. 8) y es responsabilidad del “sereno”²⁵ de la comunidad, quien incorpora los sonidos iniciales estéticos, en correspondencia a las configuraciones previas, y que producirán los tonos que tienen la intención de tocar como representación de su *convicción tonal* inherente a su imaginario sonoro, aquel que seguramente se ha estructurado a partir de su tradición, de sus experiencias adquiridas, transmitidas de generación en generación, a través del ejemplo, cultura oral, etc. Una ontología de su sonoridad que tiene su máximo exponente en la estética musical que la interpretación de estos instrumentos reproduce, es decir “los tonos realmente alcanzados y deseados”

A partir de los procedimientos de “serenado” de los instrumentos, tomando en cuenta todos los elementos que comprenden su construcción, es posible inferir que este proceso integra también un método relativo de igualado de los tonos, en tanto su *convicción tonal*, presumiblemente a través de un sistema de afinación, que no está subordinada al *sistema de afinación temperada* que manda la música occidental desde el siglo XVII, pero que posibilita la incorporación de los tonos que hacen las escalas de las tonalidades en las que se interpreta esta música-. Es decir, cinco tonos que por la naturaleza del proceso de “serenado”, “según criterios occidentalizados” aparentemente, no reúnen las características de igualado, de tal forma que antes del uso respectivo de estos instrumentos, por ejemplo, en función del “calendario cíclico anual, cuando las comunidades renuevan sus vínculos de reciprocidad y dependencia continua con Dios” (Sánchez Canedo, 1989, p.1), ya están preparados para producir las sonoridades de tonos densos, desigualados, aquellos en las

²⁵ Deidad musical y poética.

que la consonancia perfecta no es un fin, más bien aquellas en las que las ondas sonoras de frecuencias ligeramente diferentes se interfieren periódicamente, produciendo un sonido “pulsante” (Gerard A., 2008, p.130).

Estas cualidades del sonido, intensamente vibrante y estridente “Tara”, genera, en la percepción de un receptor u oyente con una “conciencia tonalizante” (Asuar, 1957, p.71) un “desorden sonoro”. En cambio, los intérpretes de la música de Jula Jula, a partir de las sonoridades realmente alcanzadas voluntariamente buscan, en tanto subyace su estética, ese orden de doble sonido, esa estridencia. Se aproximan con una frecuencia intermitente a la organización sonora que genera el umbral de los microtonos²⁶, porque responden a la sensación de proximidad de dos *intervalos*, a una distancia más pequeña de un semitono, comparativamente en la música occidental. En esa categoría, puede encontrarse cualquier *fracción de tono*, por ejemplo, una división de *cuartos de tono*, incluso subdivisiones más pequeñas, es decir, aquellas que solo se pueden medir a partir de *centésimas de semitono temperado*. Parncutt y Cohen (1995, p. 836) distinguen que, los intervalos microtonales en aplicación y perceptibles, están a una distancia entre $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{2}$ de tono o lo que aproximadamente son de 35 a 55 *centésimas de semitono*.

Por ejemplo, dos tonos emitidos en unísono, que vibran en la misma *frecuencia* pero como en este caso, no están igualados, tienen la cualidad de producir una *sensación sonora* de *interferencia*, por la ligera diferencia de *frecuencia* entre dichos tonos, es decir, las ondas sonoras de ambas *frecuencias* (o ambos tonos) se superponen originando una *variación en la amplitud de una onda*²⁷, tal y como Békesy²⁸ (Pardo Rios, 2020, p.28) señala “sonidos de la misma frecuencia generan un solo sonido, dos frecuencias parecidas generan batidos; frecuencias muy diferenciadas, sonido muy diferenciados”. A este respecto es posible inferir que, en un lugar en el tiempo, la proximidad de las frecuencias genera un sonido con una intensidad que crece y decrece armónicamente, de tal manera que se produce una sonoridad con *batimiento* porque la *frecuencia* de los armónicos que producen es parecida, pero no igual, por ejemplo: dos frecuencias cuya distancia está por debajo de los 45 Hz. En otras palabras, hay un choque y vacíos de centésimas de semitono entre las *frecuencias*, considerando que la amplitud de la “banda crítica auditiva es de 60 Hz” (Plom y Levelt, Pardo Rios, 2020, p. 29), 45 Hz representa el 75% de dicha banda crítica, generando una sensación desagradable en el receptor.

No obstante, con respecto a las elaboraciones sonoras de Jula Jula es importante contrastar entre la *sensación sonora* que producen los diferentes registros de los instrumentos aerófonos, es decir, los registros graves, medios y agudos y, su cualidad de producir *batimientos*; no es lo mismo distinguir *pulsación o batimiento* en tonos o instrumentos con 30 o 40 Hz, que con unos que producen 400 a 500 Hz, y con otros de 1000 a 2000 Hz. A partir de lo expuesto con respecto de los tonos realmente alcanzados en la música de los

²⁶ Múltiples armónicos, sonoridad densa. (Sánchez Canedo, comunicación personal, 15 de marzo de 2023)

²⁷ Sonido “Tara” (Sánchez Canedo, comunicación personal, 15 de marzo de 2023)

²⁸ Georg von Békesy, Nobel de Fisiología o Medicina, 1961.

Jula Jula que por su proximidad producen la sensación de pulsación o batimiento, a través de los resultados de una serie de fórmulas matemáticas, en correspondencia a un proceso metodológico, es posible determinar que estas sonoridades se acercan con intermitencia al umbral de los microtonos.

Metodología

Muestra

Para describir las elaboraciones sonoras de la interpretación del Jula Julas, que con intermitencia podrían estar en el umbral de los microtonos, se ha seleccionado la siguiente muestra de registros de audio de los materiales de Jula Julas²⁹:

- *Zura Zura, Norte de Potosí*
- *Jula Julas en el Tinku de Chayanta*
- *Jula Jula de Norte de Potosí*

La elección de cada uno de estos registros de audio de los Jula Julas no ha sido aleatoria, sino basada en criterios de contraste por la diferencia entre las escalas de *convicción tonal* utilizadas en los instrumentos aerófonos, en base a las cuales se elaboran cada una de las melodías o tonadas. Las escalas tienen una incidencia en la textura del producto sonoro final, pues la interpretación de las melodías en una u otra escala, determinada por los tamaños de los instrumentos aerófonos, proporciona una textura más *aguda, grave, media aguda o media grave*.

Procedimiento metodológico

A partir de la descripción anterior con respecto a las escalas de *convicción tonal* utilizadas, y su repercusión en la textura de los instrumentos, a continuación, presentamos el detalle del proceso metodológico aplicado. Las escalas, en todos los casos, son de cinco tonos y dos octavas, es decir siete tonos incluidas la 8vas.

Se ha denominado a cada uno de los tonos de las escalas usadas como: *5to tono* (Octava-5to tono), *1er tono* (Fundamental)³⁰, *2do tono*, *3er tono*, *4to tono*, *5to tono*, *6to tono* (Octava 1er tono-Fundamental).

Para una aproximación al registro de los instrumentos, aerófonos se ha utilizado una correspondencia con las 88 teclas del piano y su afinación temperada. Para distinguir una aproximación a la afinación general de los instrumentos aerófonos utilizados, independientemente de la afinación temperada que proporcionan las teclas del piano y su

²⁹ Registros de audio suministrados por Walter Sánchez Canedo

³⁰ Definición contextual respecto de los tonos no igualados a la afinación general aparente.

patrón universal, es decir 440 Hz, se ha recurrido al programa de edición de audio *Audacity*, el cual a través de una de sus aplicaciones tiene la posibilidad de alterar la afinación del patrón universal de 440 Hz a otro por encima, por ejemplo, a 442 Hz. o por debajo, a 438 Hz. Esta primera acción se la ha realizado bajo criterios de percepción auditiva³¹ para determinar la afinación en *Hz* de los instrumentos aerófonos utilizados de las grabaciones.

Una vez identificada la afinación general, la afinación de los tonos *desiguales*³² y el registro de los instrumentos aerófonos utilizados de las grabaciones, se determinó la escala aproximada de los tonos en la que se han elaborado las melodías o tonadas.

A partir de la aproximación a la afinación de las escalas utilizadas, se procedió a la transcripción de cada uno de los tonos dispuestos en las melodías, a través de la percepción auditiva de cada una de las texturas de los instrumentos, de todas las melodías de los registros determinados en la muestra. Para este objetivo se ha recurrido al programa de edición musical, *Finale*. Este programa de edición musical, además de la transcripción al pentagrama de los tonos de las melodías, tiene una cualidad para la notación de alteraciones de los tonos a distancias más pequeñas de un *semitono*, es decir, *cuartos de tono*.

En la fase de transcripción al pentagrama, solo se han alterado los tonos que han sido identificados como desiguales en el proceso de percepción auditiva, incluso en un mismo registro; los registros en los que no se identificó desigualdad, han sido transcritos tal y como la percepción auditiva los identificó en la afinación general determinada.

Una vez finalizada la transcripción al pentagrama, se procedió a exportar cada uno de los registros identificados al formato *WAV* (Waveform Audio Format)³³, de manera independiente o individual, es decir un archivo por cada registro identificado; este formato permite descifrar en un programa de edición de sonido. Para la incorporación de los archivos en formato *WAV* al programa de edición de sonido *Sound Forge*, se han configurado proyectos con canales de audio, que corresponden a cada uno de los registros de los instrumentos y sus tonos. El programa de edición de sonido *Sound Forge* tiene una cualidad, a través de sus comandos es posible alterar la distancia interválica entre dos sonidos o tonos registrados en unidades más pequeñas que un semitono, es decir en centésimas de tono, *cents*.

Haciendo uso de esta aplicación a las ondas sonoras resultantes de los tonos desiguales, que corresponden a los archivos en formato *WAV*, que comprenden estos registros, se ha aplicado la afinación en *centésimas de tono*, de tal forma que se pueda alcanzar una afinación aproximada de los tonos que se visualizan en el pentagrama escrito con las alteraciones que corresponden a cuartos de tono en el editor *Finale*, *desiguales* con respecto a los otros tonos, es decir, sobre la afinación general de los otros tubos de un instrumento, del mismo registro, y sobre los otros instrumentos o registros.

³¹ Al oído.

³² Definición contextual respecto de los tonos no igualados a la afinación general aparente.

³³ Archivos de audio digital sin comprimir.

Una vez concluida la aplicación de la alteración en cents a los tonos de los registros identificados como desiguales, a cada uno de ellos se los ha insertado en canales independientes, a un proyecto general de audio, y seguir la opción de escucha del archivo general de audio de cada uno de los títulos de Jula Julas, de tal forma de percibir las características de las sonoridades descritas como *desiguales*, *estridentes*, *vibrantes* y *pulsantes con batimiento*.

Registro de experiencias con las fórmulas matemáticas

Tomando en cuenta que, para conocer los datos de las cifras en *centésimas de tono*, y establecer la diferencia en esa unidad de medida entre los *tonos desiguales* de la afinación general y los *tonos iguales*, es imprescindible tener primero los datos en número de *frecuencia (f)* de cada uno de los tonos en estudio, es decir, se precisa conocer la *frecuencia* de cada una de las notas o tonos utilizados en cada una de las piezas del Jula Julas. Para este objetivo, en correspondencia con el sistema de afinación de *Temperamento igual*, llamada así porque según la teoría, en la construcción de una escala cromática: “la distancia entre los semitonos debe ser siempre la misma” (Roco F., 2007), se utilizó el patrón universal de referencia, La^{34} central del piano, o La cuarta octava, que tiene 440 Hz , como fundamento para hallar las frecuencias de las notas o tonos de las melodías Jula Jula.

Estos valores se alcanzaron a través de las siguientes fórmulas matemáticas (Matemática y notas musicales, (2015), Roco F., (2007):

$$440 \times 12\sqrt[12]{2^{n-49}} = f(n)^{35}$$
$$440 \times 2 \left(\frac{n}{12} \right) = fn^{36}$$

se han obtenido los datos de las *frecuencias (f)* de los tonos de la afinación general y de la afinación *desigual*, de cada uno de los tonos que hacen las escalas de las *melodías* propuestas de los Jula Jula para el análisis.

³⁴ La , teórico como el patrón básico. (Sánchez Canedo, comunicación personal, 15 de marzo de 2023)

³⁵ n es el número de tecla en el piano de la nota de la cual precisamos su f .

- Raíz 12va de 2, quiere decir, cada 12 semitonos, vamos a tener el doble de f .
- 49 es el número de tecla del la^4 .
- 440Hz es la f del la^4 .

³⁶ $440\text{Hz}: f:la^4$

- 2 a la $n/12$, quiere decir, el doble de *frecuencia* a la n sobre cada 12 semitonos (n es la distancia en semitonos) que separan a la^4 de la nota de la que precisamos su f ; $-n$, en sentido ascendente (del *registro agudo*)

A través de la siguiente fórmula matemática (Alma de Rend, 2008):

$$\log_2 \frac{fa \times 1200^{37}}{fb}$$

se han obtenido los datos de la diferencia en *cents* (centésimas de tono) entre las notas de una escala con una afinación general y entre las notas o tonos *desiguales* con otra afinación.

Resultados y análisis

Nombre: Zura Zura, Norte de Potosí

Caso 1:

Figura 1

Escala de 7 tonos de *convicción tonal de Do*:

♩ = *ira*, ♩ = *arka*



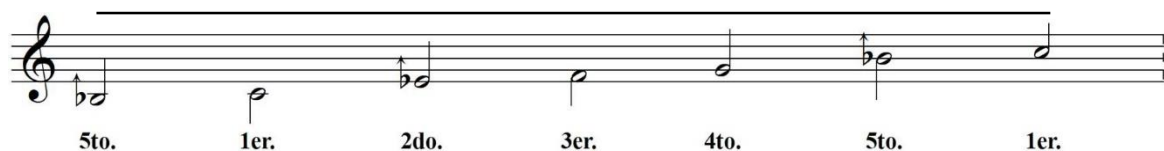
Nota. Las notas con las plicas hacia arriba, se asocian a la hilera, *Guia-ira*; las notas con plicas hacia abajo, se asocia a la hilera *arka*.

Afinación general aproximada, rango de frecuencia (*f*) de 440 a 442 Hz.

Figura 2

Escala de *convicción tonal de Do* con denominación de tonos:

♩ = *ira*, ♩ = *arka*



Nota 1: Escala de 7 tonos incluidas la octavas (8va.) del 1er. tono (*fundamental*) y del 5to. tono.

Nota 2: Los tonos 2do y 5to están alterados en correspondencia con las alteraciones de la escala de *convicción tonal de Do*; los símbolos corresponden a la aplicación de transcripción de cuartos de tono del programa de edición musical *Finale*.

Sib (5to. Tono (Octava)), Do (1er. Tono (fundamental)), Mib (2do. Tono), Fa (3er. Tono), Sol (4to. Tono), Sib (5to. Tono), Do (1er. Tono (Octava)).

³⁷ Logaritmo con base 2, es el exponente de una potencia con cierta base

- *fa/fb*, son las dos *frecuencias*, entre las cuales queremos conocer su distancia en *cents*
- 1200, son 1200 centésimas de tono que hay en una distancia de octava.

Descripción de los registros:

- Del orgánico de la tropa se pueden distinguir los siguientes registros: *registro grave*, *registro medio*, *registro agudo*.
- De los tres registros, se puede distinguir una afinación homogénea y otra heterogénea: *registro grave* - heterogénea (*desigualada*), *registro medio* - homogénea (*igualada*) *registro agudo* - homogénea (*igualada*).
- En el *registro grave* la afinación es heterogénea, es decir, *desigualada*, entre los mismos tubos del registro.
- Del *registro grave* los tonos *desiguales* son: *1er tono* (fundamental), *3er tono*.

Figura 3

Melodía o tonada del Jula Julas Zura Zura Norte Potosí transcrita en tres registros:

♩ = *ira*, ♪ = *arka*

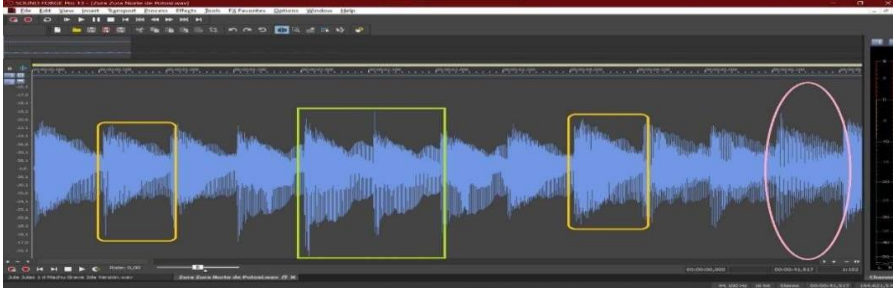
The musical score is presented in three staves. The top staff is labeled 'Registro agudo' and uses a treble clef. The middle staff is labeled 'Registro medio' and also uses a treble clef. The bottom staff is labeled 'Registro grave' and uses a bass clef. The time signature is 3/2. The key signature has one flat (B-flat). The melody consists of a sequence of notes, with some notes in the Registro grave staff being marked with sharp or flat symbols to indicate microtonal adjustments. The score includes a first ending and a second ending, both marked with repeat signs.

Nota 1. Los tonos del *registro grave*, *1er*, *3er* y *1er* (*octava*) están alterados con el signode *cuartos de tono* del programa de edición musical *Finale*.

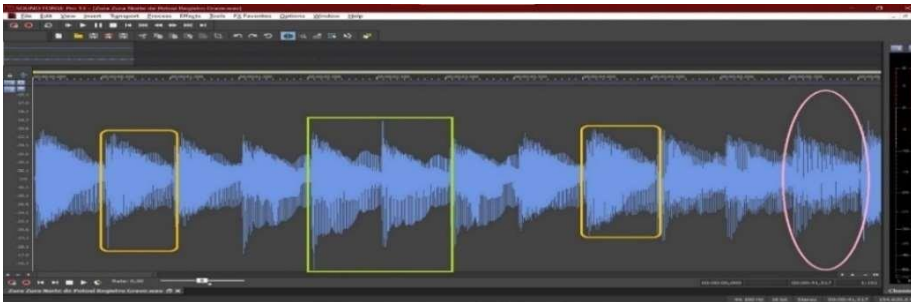
La afinación *desigual* aproximada del *1er* tono (*fundamental*) y *3er* tono, del *registro grave* se encuentra en un rango de *f* entre 450 y 452 Hz, con respecto a la de los otros tubos del mismo registro y con respecto al *registro medio* y *agudo* del orgánico de la tropa de Jula Jula Zura Zura del Norte de Potosí.

Figuras 3 y 4

Ondas de la melodía o tonada de Jula Jula Zura Zura Norte Potosí³⁸



Nota 1: Ondas de los tonos 1er, 3er y 1er (octava) con f entre 440 a 442 Hz.



Nota 1: Ondas de los tonos 1er, 3er y 1er (octava) con f entre 450 a 452 Hz³⁹.

Para determinar la diferencia en *cents* entre los tonos que se encuentran debajo o encima de los tonos *desiguales*, en este caso el 1er tono (*fundamental*) y el 3er tono de la escala utilizada, se ha recurrido a la fórmula descrita anteriormente.

Introducción a la descripción paso por paso:

Primer paso: para obtener las f de los tonos iguales y desiguales

$$450 \times 1\sqrt[2]{n-49} = fn$$
$$450 \times 2 \left(\frac{n}{12}\right) = fn$$

³⁸ Compases 1 - 3

³⁹ Registro grave

Figura 5

Tonos	<i>f</i> afinación <i>t</i> iguales 440 a 442 Hz	<i>f</i> afinación <i>t</i> desiguales 450 a 452 Hz
5to. tono (8va.)	3322,43758	
1er tono	2959,95538	3027,22709
2do tono	2489,01587	
3er tono	2217,46107	2267,85789
4to tono	1975,53321	
5to tono	1661,21879	
1er. tono (8va.)	1479,97769	1513,61355

Nota. Se ha incluido las *frecuencias* de afinación del mismo *tono*, *igual* - *desigual*

Segundo paso: una vez obtenidas las *frecuencias* de los *tonos igualados* y los *tonos desigualados*, se han dividido estas *frecuencias* $\frac{f_a}{f_b}$, entre el *tono desigual* y los tonos inmediatos

anteriores y posteriores del mismo registro *grave*:

Figura 6

Registro grave 450 a 542 Hz

Tonos	División <i>f</i> <i>fb</i>/<i>fa</i> con el tono posterior	División <i>f</i> <i>fa</i>/<i>fb</i> con el tono anterior	División <i>f</i> <i>fa</i>/<i>fb</i> con el mismo tono
1er tono	0,82220983	0,91114641	1,02272727
3er tono	0,87110097	0,91114642	1,02272726
1er. tono (8va.)	0,91114642		1,02272728

Nota. Se ha incluido el resultado de la división de *frecuencias* con el mismo *tono*.

Tercer paso: al resultado de la división de *frecuencias* se le ha sacado la *base*logarítmica de 2, \log_2

Figura 7

Tonos	Base logarítmica 2 tono posterior	Base logarítmica 2 tono anterior	Base logarítmica 2 mismo tono
1er tono	-0,28242149	-0,13424519	0,03242148
3er tono	-0,19908814	-0,13424519	0,03242146
1er. tono (8va.)	-0,13424519		0,03242148

Cuarto paso: al resultado de la base logarítmica hemos multiplicado x 1200⁴⁰:

Figura 8

Tonos	Base logarítmica x 1200 tono posterior	Base logarítmica x 1200 tono anterior	Base logarítmica x 1200 mismo tono
1er tono	-338,90577	-161,094229	38,9057714
3er tono	-238,905769	-161,094227	38,9057561
1er. tono (8va.)	-161,094224		38,9057771

Nota. Tomando en cuenta que la *afinación temperada* contempla una distancia de 100 cents entre semitonos, en este caso, la diferencia aproximada en centésimas de tono entre dos *f* detonos iguales y desiguales es de 39 cents.

Quinto paso: una vez establecidos los resultados en cents, se procedió a conocer el número de batimentos x ciclos/segundo, a través de la diferencia entre frecuencias:

Figura 9

Tonos	f 440 a 442 Hz	f 450 a 452 Hz	dif./f anterior batidos c/seg	dif./f posterior btlds c/seg	dif./f mismo tn btlds c/seg
5to. tono (8va.)	3322,43758		296	539	
1er tono	2959,95538	3027,22709			67
2do tono	2489,01587		222	293	
3er tono	2217,46107	2267,85789			51
4to tono	1975,53321				
5to tono	1661,21879		148		
1er. tono (8va.)	1479,97769	1513,61355			34

Nota. A considerar el número menor de batimentos entre los tonos iguales o próximos.

Conclusión: Los resultados obtenidos muestran la diferencia aproximada entre dos frecuencias, esta diferencia, a saber, de 39 centésimas de tono, representa la aproximación

⁴⁰ Para obtener la diferencia en cents

entre dos tonos analizados. La aproximación entre estos dos tonos, generan los batimentos, entre otros valores, de 222 ciclos por segundo entre tonos diferentes y, de 51 ciclos por segundo entre dos del mismo tono por el entrelazado inextricable de los armónicos. La sensación producida por los batimentos es la del sonido “doble, ancho, mezclado” o sonido “tara”

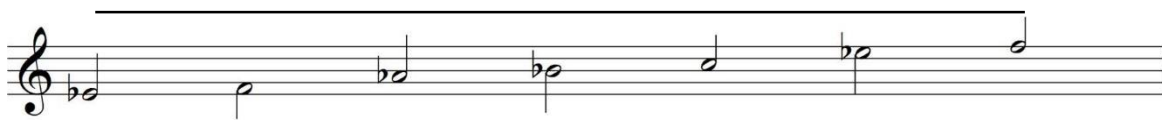
Nombre: Jula Julas en el Tinku de Chayanta

Caso 2:

Figura 10

Escala de 7 tonos de *convicción tonal de Fa*:

♩ = *ira*, ♩ = *arka*



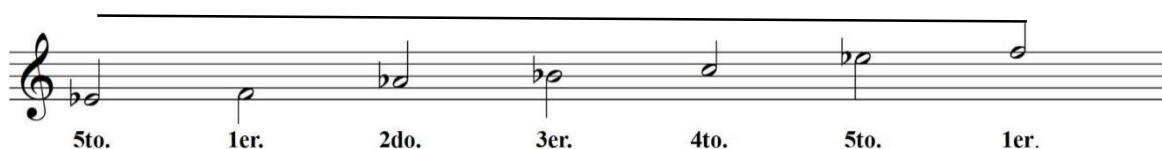
Nota. Las notas con las plicas hacia arriba, se asocian a la hilera, *Guía-ira*; las notas con plicas hacia abajo, se asocia a la hilera *arka*.

Afinación General Aproximada, rango de *frecuencia (f)* de 445 a 450 Hz.

Figura 11

Escala de *convicción tonal de Fa* con denominación de tonos:

♩ = *ira*, ♩ = *arka*



Nota 1. Escala de 7 tonos incluidas la octavas (8va.) del 1er. tono (*fundamental*) y del 5to. tono.

Nota 2. Los tonos 2do 3er y 5to están alterados en correspondencia con las alteraciones de la *escala de convicción tonal de fa*.

Mib (5to. Tono (Octava)), Fa (1er. Tono (fundamental)), Lab (2do. Tono), Sib (3er. Tono), Do (4to. Tono), Mib (5to. Tono), Fa (1er. Tono (Octava)).

Descripción de los registros:

- Del orgánico de la tropa se puede identificar la dimensión de los instrumentos, en correspondencia a los siguientes registros:

Registro grave, Registro medio, Registro agudo, Registro sobreagudo.

- De los cuatro registros, se puede distinguir una afinación homogénea y otra heterogénea:
Registro grave - heterogénea (*desigualada*), *Registro medio* - homogénea (*igualada*).
Registro agudo - homogénea (*igualada*), *Registro sobreagudo* - heterogénea.
- En el *registro grave* y *sobreagudo* la afinación es heterogénea, es decir, *desigualada* entre los mismos tonos del registro.
- Del registro grave los tonos *desiguales* son: *1er tono* (fundamental), *4to tono*, *5to tono*.
- Del registro sobreagudo los tonos alterados son: *1er tono* (fundamental), *5to tono*.

Figura 12

Melodía o tonada de Jula Jula en el Tinku de Chayanta transcrita en cuatro registros:

♩ = *ira*, ʀ = *arka*

The musical score consists of four staves, each representing a different register. The top staff is labeled 'R. Sobre-agudo' and uses a treble clef. The second staff is 'R. Agudo', also using a treble clef. The third staff is 'R. Medio', using a bass clef. The bottom staff is 'R. Grave', also using a bass clef. The music is in 3/4 time and features a mix of quarter notes, eighth notes, and triplets. There are several repeat signs and dynamic markings throughout the piece.

Nota 1. Los tonos del *registro grave*, *1er*, *4to*, *5to* y *5to* (*octava*) están alterados con el signo de *cuartos de tono* del programa de edición musical *Finale*.

Nota 2. Los tonos del *registro sobreagudo*, *1er* y *5to* están alterados con el signo de *cuartos de tono* del programa de edición musical *Finale*.

La afinación *no igualada* aproximada de los tonos *1er*, *4to*, *5to* y *5to (octava)* del *Registro Grave* se encuentra en un rango de *f* entre 440 y 445 Hz, con respecto a la de los otros tubos del mismo registro y con respecto al *Registro Medio Agudo* y *Sobreagudo*.

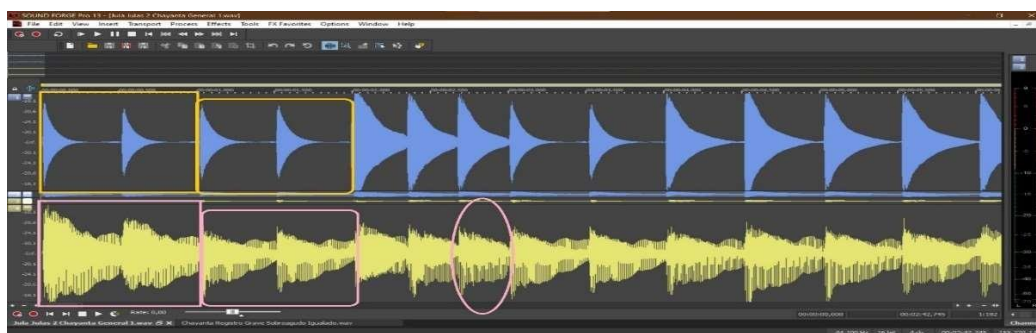
La afinación *desigualada* aproximada de los tonos *1er* y *5to* del *Registro Sobreagudo* se encuentra en un rango de *f* entre 445 y 453 Hz, con respecto a la de los otros tubos del mismo registro y con respecto al *Registro Grave*, *Medio* y *Agudo*.

Figuras 13 y 14

Ondas de la melodía o tonada en cuatro registros del Jula Julas en el Tinku de Chayanta.



Nota 1. Ondas de los tonos *1er*, *4to*, *5to* y *5to (octava)* del *Registro Grave* y *1er* y *5to* del *Registro Sobreagudo* con *f* entre 445 a 450 Hz.



Nota 1. Ondas de los tonos *1er*, *4to*, *5to* y *5to (octava)* del *Registro Grave* con *f* entre 440a 445 Hz y *1er* y *5to* del *Registro Sobreagudo* con *f* entre 445 a 453 Hz.

Para determinar la diferencia en *cents* entre los tonos que se encuentran debajo o encima de los tonos *desiguales*, en este caso el *1er*, *4to*, *5to* y *5to (octava)* del *Registro Grave* y *1er* y *5to* del *Registro Sobreagudo*, de la escala utilizada, se ha recurrido a la fórmula descrita anteriormente.

Introducción a la descripción paso por paso:

Primer paso: para obtener las f de los tonos igualados y los desigualados

$$450 \times \sqrt[12]{2^{n-49}} = fn$$

$$450 \times 2^{\frac{(n)}{12}} = fn$$

Figura 15

Tonos	f afinación igualada (RGrave) 450 Hz	f afinación desigualada (RGrave) 445 Hz	f afinación igualada (RSobreagudo) 450 Hz	f afinación desigualada (RSobreagudo) 453 Hz
5to. tono (8va.)	2545,58441		318,198052	
1er tono	2267,85789		283,482236	
2do tono	1907,03357		238,379196	
3er tono	1698,97376		212,37172	
4to tono	1513,61355	1496,79562	189,201693	
5to tono	1272,79221	1258,65007	159,099026	159,982909
1er. tono (8va.)	1133,92894	1121,32973	141,741118	142,528569

Nota. Se ha incluido las frecuencias de afinación del mismo tono, igual – desigual.

Segundo paso: una vez obtenidas las frecuencias de los tonos igualados y los desigualados, se han dividido estas frecuencias $\frac{fa}{fb}$, entre el tono desigualado y los tonos

inmediatos anteriores del mismo registro *grave* y *sobreagudo*:

Figura 16

Tonos	División $f fa/fb$ con el tono anterior (RGrave)	División $f fa/fb$ con el tono anterior (RSobreagudo)	División $f fa/fb$ con el mismo tono
4to tono	0,88099985		1,01123596
5to tono	0,74082961	0,84556806	1,01123596
1er. tono (8va.)	0,66000415	0,75331551	1,01123595

Nota. Se ha incluido el resultado de la división de frecuencias con el mismo tono.

Tercer paso: al resultado de la división de frecuencias se le ha sacado la base logarítmica de 2, \log_2 :

Figura 17

Tonos	Base logarítmica 2 tonoanterior (RGrave)	Base logarítmica 2 tonoanterior (RSobreagudo)	Base logarítmica 2 mismo tono
4to tono	-0,18278633		0,01611967
5to tono	-0,43278633	-0,24200721	0,01611967
1er. tono (8va.)	-0,599453	-0,40867387	0,01611966

Cuarto paso: al resultado de la base logarítmica hemos multiplicado x 1200:

Figura 18

Tonos	Base logarítmica x 1200 tono anterior(RGrave)	Base logarítmica x 1200 tono anterior (RSobreagudo)	Base logarítmica x 1200 mismo tono
4to tono	-219,343595		19,3436004
5to tono	-519,343596	-290,40865	19,3436044
1er. tono (8va.)	-719,343602	-490,408644	19,3435977

Nota. Tomando en cuenta que la *afinación temperada* contempla una distancia de 100 cents entre semitonos, en este caso, la diferencia aproximada en centésimas de tono entre dos *f* detonos iguales y desiguales es de 20 cents.

Quinto paso: una vez establecidos los resultados en cents, se procedió a conocer el número de batidos x ciclos/segundo, a través de la diferencia entre *frecuencias*:

Figura 19

Tonos	<i>f</i> 450 Hz (RGrave) Igual.	<i>f</i> 445 Hz (RGrave) Desig.	<i>f</i> 450 Hz (RGrave) Igual.	<i>f</i> 453 Hz (RGrave) Desig.	dif./ <i>f</i> anterior btlds c/seg		dif./ <i>f</i> mismo tn btlds c/seg	
5to. tono (8va.)	2545,58441		318,198052					
1er tono	2267,85789		283,482236					
2do tono	1907,03357		238,379196					
3er tono	1698,97376		212,37172					
4to tono	1513,61355	1496,79562	189,201693		203		17	
5to tono	1272,79221	1258,65007	159,099026	159,982909	441	30	15	1
1er. tono (8va.)	1133,92894	1121,32973	141,741118	142,528569	578	47	79	1

Nota. A considerar el número menor de batimentos entre los tonos iguales o próximos.

Conclusión: Los resultados obtenidos muestran la diferencia aproximada entre dos frecuencias, esta diferencia, a saber, de 20 centésimas de tono, representa la proximidad entre dos tonos analizados. El acercamiento entre estos dos tonos, generan los batimentos,

entre otros valores, de 203 ciclos por segundo entre tonos diferentes y, de 17 ciclos por segundo entre dos del mismo tono por el entrelazado inextricable de los armónicos.

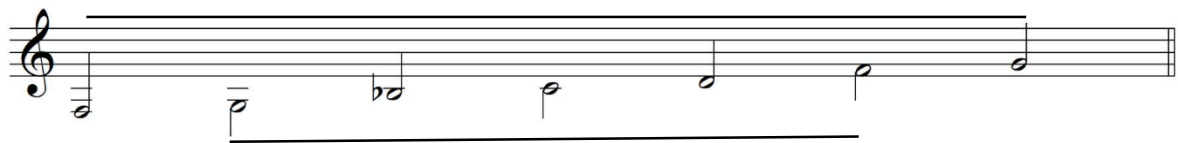
Nombre: Jula Jula del Norte de Potosí

Caso 3:

Figura 20

Escala de 7 tonos de *convicción tonal de Sol*:

♩ = *ira*, ♩ = *arka*



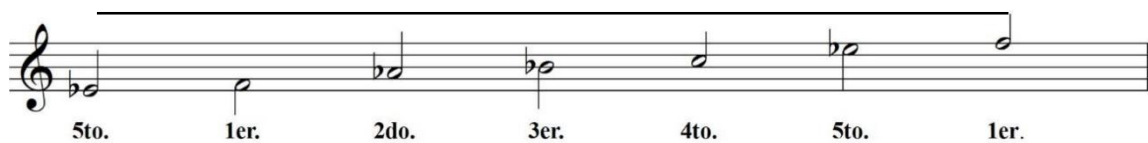
Nota. Las notas con las plicas hacia arriba, se asocian a la hilera, *Guia-ira*; las notas con plicas hacia abajo, se asocia a la hilera *arka*.

Afinación general aproximada, rango de *frecuencia (f)* de 435 y 440 Hz.

Figura 21

Escala de *convicción tonal de Sol* con denominación de tonos:

♩ = *ira*, ♩ = *arka*



Nota 1. Escala de 7 tonos incluidas la octavas (8va.) del 1er. tono (*fundamental*) y del 5to. tono.

Nota 2. Los tonos 2do 3er y 5to están alterados en correspondencia con las alteraciones de la *escala de convicción tonal de sol*.

Fa (5to. Tono (Octava)), Sol (1er. Tono o (fundamental) (2da octava)), Sib (2do. Tono), Do (3er. Tono), Re (4to. Tono), Fa (5to. Tono), Sol (1er. Tono (Octava)).

Descripción de los registros:

- Del orgánico de la tropa se pueden distinguir los siguientes registros: *registro grave, registro medio, registro agudo*.
- De los tres registros, se puede distinguir una afinación homogénea y otra heterogénea: *registro grave - heterogénea (desigualada), registro medio - homogénea (igualada), registro agudo - heterogénea (desigualada)*.

- En los registros grave y agudo la afinación es heterogénea, es decir, *desigualada*, entre los mismos tubos del mismo registro.
- Del registro grave los tonos *desiguales* son: *tono fundamental* (2da octava), *cuartotono*, *quinto tono*.
- Del registro agudo los tonos alterados son: *tono fundamental* (5ta octava).

Figura 22

Melodía o tonada del Jula Julas del Norte de Potosí transcrita en tres registros.

♩ = *ira*, ʀ = *arka*

Nota 1. Los tonos del *registro grave*, 5to, 3ro y 1ro (8va. 2da octava) están alterados con el signo de *cuartos de tono* del programa de edición musical *Finale*.

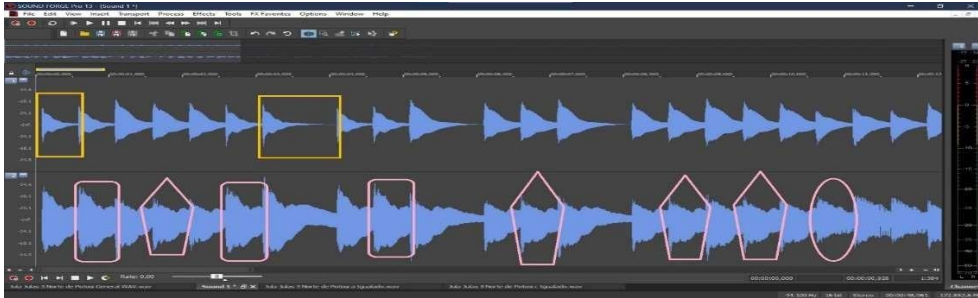
Nota 2. Los tonos del *registro agudo*, 1er está alterado con el signo de *cuartos de tono* del programa de edición musical *Finale*.

La afinación *desigualada* aproximada de los tonos 5to y 3ro del *registro grave* se encuentra en un rango de *f* de 430 Hz y 1ro (8va. 2da octava) a 440 Hz, con respecto a la de los otros tubos del mismo registro y con respecto al *registro medio* y *agudo*.

La afinación *desigualada* aproximada del tono 1er del *registro agudo* se encuentra en un rango de *f* 440 Hz, con respecto a la de los otros tubos del mismo registro y con respecto al *registro grave*, *medio* y *agudo*.

Figuras 23 y 24

Ondas de la melodía o tonada en tres registros de Jula Jula del Norte de Potosí.



Nota 1. Ondas de los tonos 5to y 3er del Registro Grave con frecuencia de 430 Hz y 1er (8va. 2da Octava) de 440 Hz, y 1er del Registro agudo con frecuencia de 440 Hz.



Para determinar la diferencia en *cents* entre los tonos que se encuentran debajo o encima de los tonos *desiguales*, en este caso el 5to y 3er y 1er (*octava*) del Registro Grave y 1er del Registro *Sobreaagudo*, de la escala utilizada. Se ha recurrido a la fórmula descrita anteriormente.

Introducción a la descripción paso por paso:

Primer paso: para obtener las f de los tonos igualados y los

$$450 \times \sqrt[12]{2^{n-49}} = fn$$
$$450 \times 2^{\frac{n}{12}} = fn$$

Figura 25

Tonos	Frecuencias Afinación Igualada (RGrave) 435 Hz	Frecuencias Afinación Desigualada (RGrave) 430 Hz	Frecuencias Afinación Desigualada (RGrave) 440 Hz	Frecuencias Afinación Igualada (RAgudo) 435 Hz	Frecuencias Afinación Desigualada (RAgudo) 440Hz
5to. tono (8va.)	2192,26263			548,065657	
1er tono	1953,08396		1975,53321	488,270991	
2do tono	1642,3413			410,585326	
3er tono	1463,15976	1446,34183		365,789941	
4to tono	1303,52716			325,881789	
5to tono	1096,13131	1083,5321		274,032828	
1er. tono (8va.)	976,541982			244,135496	246,941651

Nota. Se ha incluido las frecuencias de afinación del mismo tono, igual – desigual.

Segundo paso: una vez obtenidas las frecuencias de los tonos iguales y los desiguales, se han dividido estas frecuencias $\frac{f_a}{f_b}$, entre el tono desigualado y los tonos inmediatos anteriores del mismo registro grave y agudo:

Figura 26

Tonos	División f f_a/f_b con el tono posterior (RGrave)	División f f_a/f_b con el tono anterior (RGrave)	División f f_a/f_b con el tono anterior (RAgudo)	División f f_a/f_b con el mismo tono
1er tono	0,83134077	0,90113893		0,98863636
3er tono	0,90125801	0,88065852		1,01162791
5to tono	0,90125801	0,83123093		1,01162791
1er. tono (8va.)			0,90113894	0,98863636

Nota. Se ha incluido el resultado de la división de frecuencia con el mismo tono.

Tercer paso: al resultado de la división de frecuencias se le ha sacado la base logarítmica de dos, \log_2 :

Figura 27

Tonos	Base logarítmica 2 tono posterior (RGrave)	Base logarítmica 2 tono anterior (RGrave)	Base logarítmica 2 tono anterior (RAgudo)	Base logarítmica 2 mismo tono
1er tono	-0,26648813	-0,15017854		0,01648813
3er tono	-0,14998792	-0,18334541		0,01667874
5to tono	-0,14998792	-0,26667875		0,01667874
1er. tono (8va.)			-0,15017854	-0,01648812

Cuarto paso: al resultado de la base logarítmica hemos multiplicado x 1200:

Figura 28

Tonos	base logarítmica x 1200 tono anterior (RGrave)	base logarítmica x 1200 tono anterior (RGrave)	base logarítmica x 1200 tono anterior (RAgudo)	base logarítmica x 1200 mismo tono
1er tono	-319,785756	-180,214251		19,7857553
3er tono	-179,985501	-220,01449		20,0144914
5to tono	-179,985506	-320,014498		20,0144886
1er. tono (8va.)			-180,214248	-19,7857465

Nota. Tomando en cuenta que la *afinación temperada* contempla una distancia de 100 cents entre semitonos, en este caso, la diferencia aproximada en centésimas de tono entre dos *f* de tonos iguales y desiguales es de 20 y 21 cents.

Quinto paso: una vez establecidos los resultados en cents, se procedió a conocer el número de batidos x ciclos/segundo, a través de la diferencia entre *frecuencias*:

Figura 29

Tonos	<i>f</i> 435 Hz (RGrave) Igual.	<i>f</i> 430 Hz (RGrave) Desig.	<i>f</i> 440 Hz (RGrave) Desig.	<i>f</i> 435 Hz (RAgudo) Igual.	<i>f</i> 440 Hz (RAgudo) Desig.	dif./ <i>f</i> anterior batidos c/seg	dif./ <i>f</i> posterior batidos c/seg	dif./ <i>f</i> mismo tono btlds c/seg
5to. tono (8va.)	2192,26263			548,065657				
1er tono	1953,08396		1975,53321	488,270991		217	334	23
2do tono	1642,3413			410,585326				
3er tono	1463,15976	1446,34183		365,789941		196	143	17
4to tono	1303,52716			325,881789				
5to tono	1096,13131	1083,5321		274,032828		220	107	13
1er. tono (8va.)	976,541982			244,135496	246,941651	28		3

Nota. A considerar el número menor de batidos entre los tonos iguales o próximos.

Conclusión: Los resultados obtenidos muestran la diferencia aproximada entre dos frecuencias, esta diferencia, a saber, de 20 centésimas de tono, representa la aproximación entre dos tonos analizados. La aproximación entre estos dos tonos, generan los batimentos, entre otros valores, de 217 ciclos por segundo entre tonos diferentes y, de 21 ciclos por segundo entre dos del mismo tono por el entrelazado inextricable de los armónicos. La sensación producida por los batimentos es la del sonido “doble, ancho, mezclado” o sonido “tara”.

Conclusiones

El objeto sonoro de la música de los Jula Jula consustancial a las impresiones originadas por los microtonos, en tanto representación de su tautología estética, es un indicador de que las sonoridades producidas por los individuos en cualquier contexto, son el resultado de su pensamiento sonoro y la configuración de ese pensamiento sonoro está en correspondencia con su cosmovisión.

Es decir, en la música de los Jula Jula, proporcional al deseo de producir un sonido “doble” como el que obtienen, por la amplitud de los armónicos producidos de los tonos grave, medio y agudo afinados en un rango de frecuencia entre:

440 y 452 Herz, tropa de Zura Zura del norte de Potosí,
430 y 440, Jula Jula del Norte de Potosí,

Tonos sobreagudo, agudo, medio y grave, entre 440 y 453 Herz, Jula Jula en el Tinku de Chayanta.

La amplitud de sus armónicos en general, a saber, la división de dos frecuencias de las de entre:

440 y 452 Herz, del mismo tono, del 3er tono del RG, Jula Jula de Zura Zura, 440 y 453 Herz, del 5to tono del RSA de los Jula Jula Tinku de Chayanta,

430 y 440, del 1er tono (8va.) del RA, Jula Jula del Norte de Potosí, produjeron esta sensación de proximidad, como la de dos intervalos a una distancia más pequeña de un semitono, dieron las cifras de:

1,02272726, 0,84556806, 0,90113894, del 3er tono, 5to y 1er tono (octava); la base logarítmica de 2, de estas cifras dieron:

0,03242148, -0,24200721, -0,15017854, que multiplicadas por 1200, proporcionaron la diferencia aproximada en centésimas de tono; esta es la unidad de medida de las fracciones de tono estudiadas.

Precisamente los microtonos, como una muestra de la búsqueda de una ruptura con las convenciones o paradigmas tonales que han regido la música occidental desde el siglo XVII, se fundamentan en fracciones de tono, usando como unidad de medida las centésimas de tono; en el caso de las dos frecuencias, de las de entre:

440 y 452 del mismo tono,
440 y 453 del 5to con el tono anterior,
430 y 440 Herz del 1er tono con el anterior.
Hay una diferencia aproximada de 39, 20, 20 y 21 centésimas de tono respectivamente.

Independientemente del imaginario sonoro occidental “tonalizante”, en el que las elaboraciones sonoras que se componen de intervalos a menos de cien centésimas de tono están consideradas como desiguales o discordantes, la incorporación de escalas microtonales al pensamiento sonoro universal, dan cuenta de una estética en el último siglo. A tal efecto, las frecuencias iguales y desiguales del:

3er tono del registro grave, 5to del sobreagudo y 1er tono (octava) del agudo, establecen una distancia aproximada de 39, 20, 20 y 21 centésimas de tono.
Estas son menores a la distancia de un semitono de una escala tonal.

Consustancial a su naturaleza, en las elaboraciones sonoras de los intérpretes de la música de Jula Jula, subyace el gusto y satisfacción por alcanzar tonos desiguales, a partir de la alteración de los tonos iguales, mediante técnicas de construcción y de interpretación de sus instrumentos; las proporciones de desigualdad de las frecuencias iguales y desiguales del:

3er tono del registro grave, 5to del sobreagudo y 1er tono (octava) del agudo, se verificaron en la diferencia en el número de batimentos por ciclos por segundo; esta fue de:

51, 28 y 30 batimentos.

Es decir, las elaboraciones sonoras de Jula Jula de Zura Zura, Chayanta y Norte de Potosí, producen pulsaciones, como las que producen los microtonos, por la diferencia en el número de batimentos; estas son representaciones en el tiempo de la ontología del pensamiento sonoro de estos individuos.

En este proceso de disquisición acerca de la tautología estética en la producción de estas sonoridades de los individuos intérpretes de Jula Jula, se puede afirmar que la suya es el sonido denso, ancho, doble y mezclado, por la riqueza de armónicos, el que ellos denominan Tara. Es decir, las elaboraciones sonoras que producen los individuos intérpretes de la música de Jula Jula son el sujeto para alcanzar una estética como objeto, una que representa los microtonos, en una digresión intermitente.

Referencias

1. Asuar, J. V. (1996). De los microtonos y su aplicación como sistemas temperados. Volumen N° 11, *Revista musical chilena* (p. 59-73).
2. Baumann, M. P. (1979). Música Andina de Bolivia. Centro Pedagógico y Cultural de Portales, POLIGRAF.
3. Baumann, M.P. (1996). Andean music, symbolic dualism and cosmology. En M. P. Baumann (Ed.) *Cosmología y Música en los Andes* (p. 15-106) BIBLIOTHECA IBERO- AMERICANA.
4. Benítez Trejo, Y., Arriaga Morales B., Montoya López M.A., Hernández L.C., (2017). Secuencia de aprendizaje para pulsaciones o batimientos. *Memorias del Congreso Científico Tecnológico de las carreras de Ingeniería Mecánica Eléctrica, Industrial y Telecomunicaciones, sistema y electrónica*, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.
5. Gerard, A. (2009). Sonidos «ondulantes» en silbatos dobles arqueológicos: ¿Una estética ancestral reiterativa? *Revistas Española de Antropología Americana* vol. 39 (número 1), (p. 125-144).
6. Parncutt R., Cohen A. (1995). Identification of microtonal melodies: Effects of scale-stepsize, serial order, and training, *Perception and Psychophysics* (p. 835-846) DALHOUSIE UNIVERSITY, HALIFAX, NOVA SCOTIA, CANADA.
7. Pardo Ríos, Yesid. (2020). Construcción y descripción física del fenómeno de consonancia musical. Universidad Pedagógica Nacional, Facultad de Ciencias y Tecnología, Departamento de Física. BOGOTÁ, 2020.
8. Sánchez Canedo, W. (1996). Algunas consideraciones hipotéticas sobre música y sistema de pensamiento. La flauta de pan en los Andes Bolivianos. En M. P. Baumann (Ed.) *Cosmología y Música en los Andes* (p. 83-106) BIBLIOTHECA IBERO-AMERICANA.
9. Sánchez Canedo, W. (1989). Música autóctona del Norte de Potosí. El calendario musical e instrumental. Boletín N° 12 CENTRO PEDAGOGICO Y CULTURAL DE PORTALES, CENTRO DE DOCUMENTACIÓN DE MÚSICA BOLIVIANA.
10. Stobart H. (1996). Tara and Q'iwa, Worlds of sound and meaning, En M. P. Baumann (Ed.) *Cosmología y Música en los Andes* (p. 67-81) BIBLIOTHECA IBERO-AMERICANA. Roco Francisco (23/01/2007)

11. Matemáticas y notas musicales (14/08/2015):
https://www.youtube.com/watch?v=vh_FG71t5Zc&t=17s
12. Alma de Rend Microtonalismo II: La matemática de los microtonos (03/01/2008) <https://www.rendsoul.es/microtonalismo-ii-la-matematica-de-los-microtonos/>
13. Prensa Senado, Pág. Social (04/12/2018)
<https://web.senado.gob.bo/prensa/noticias/expresi%C3%B3n-ritual-del-%E2%80%9Cjula-jula%E2%80%9D-es-declarada-como-patrimonio-cultural-de-bolivia>

Notas

*El análisis sobre la música de Jula Jula⁴¹ comprende una aproximación al pensamiento sonoro de los intérpretes de esta música, desde la percepción y el gusto por el *desorden sonoro*⁴², a la de los microtonos⁴³ como tendencia estética del Siglo XX. Este análisis se encuentra en el marco de trabajo del Centro Interdisciplinario PROEIB-Andes, con el propósito de fortalecer procesos de investigación en el Programa de Licenciatura en Música. A su vez es importante indicar que los instrumentos aerófonos utilizados en la música de Jula Jula, atraviesan un proceso de afinación que no necesariamente se rige por la rigurosidad del sistema de afinación temperada, sino a partir de criterios propios de *convicción tonal*⁴⁴, de tal manera que los datos numérico matemáticos expresados en el resultado del análisis acústico de las muestras, son aproximados. Agradecimientos a Cintya Rus y Walter Sánchez Canedo por su valioso aporte en la lectura de este documento.

** Investigador en el Centro Interdisciplinario PROEIB Andes y docente en la Facultad de Humanidades de la Universidad Mayor de San Simón. Es licenciado y magister en Música. Actualmente investiga sobre la recuperación de archivos musicales de San Ignacio de Moxos. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3650-3545>. Dirección: gsilva@proeibandes.org

*** *Nota*. Tocadores de Jula Jula yendo al Tinku de Macha. [Fotografía], por Walter Sánchez Canedo, 1986.

⁴¹ Estilo de Sikureada, que acompaña el desplazamiento, ceremonia y combates rituales del Tinku, ritual que se practica a partir del 3 de mayo y que se extiende por varios días en las comunidades de la región del norte de Potosí. (Prensa Senado, 2018, p. 1)

⁴² Se puede entender como una masa sonora, o una imagen iridiscente del sonido.

⁴³ Son notas musicales o intervalos musicales, más pequeños que un semitono.

⁴⁴ Se puede entender como una tonalidad aproximada a las organizadas en base a patrones universales.