

# **Análisis espectral de sonidos de danzas y flautas etnológicas**

## Técnica propuesta para estudios de documentos sonoros<sup>1</sup>

Roberto Velázquez Cabrera<sup>2</sup>

### Introducción y antecedentes

La demanda potencial mundial de estudios sobre documentos sonoros se ha estimado en 200 millones de horas<sup>3</sup>. Los mayores recursos se dedican a grabar, conservar, documentar y digitalizar esa herencia, pero no se conocen estudios científicos de sus sonidos. Por ello se consideró conveniente proponer y ejemplificar una técnica efectiva para analizar sonidos en el espacio de las frecuencias, que es sencilla de aplicar.

Los mayores recursos de la arqueología también se dedican a explorar, rescatar, conservar y resguardar los restos de las culturas antiguas, y a estudiar y difundir principalmente los que son monumentales, vistosos o significativos iconográficamente, pero no han incluido el análisis y difusión a fondo de la función sustantiva de los que son sonoros.

Desde algunas décadas después del invento del fonógrafo, empezaron a grabar sonidos musicales y etnológicos, para formar colecciones en varios lugares del mundo<sup>4</sup>. En México, Raúl Hellmer, Enrietta Yurchenko, Thomas Stanford y otros investigadores, principalmente etnomusicólogos, también registraron sonidos musicales y etnológicos de fiestas y ceremonias rurales. Muchos de ellos se incluyen en colecciones de fonotecas nacionales y regionales, pero esos sonidos también están esperando ser analizados con profundidad y difundidos con amplitud.

Algunas piezas mexicanas se han analizado y publicado, principalmente desde los puntos de vista musical, etnomusicológico, arqueomusicológico, y hasta con especulaciones semiológicas. Sin embargo, falta conocer análisis de documentos sonoros que incluyan el estudio de los signos de las ondas grabadas disponibles.

La demanda potencial nacional de investigación sonora formal y a fondo incluye: 364 variantes lingüísticas regionales; Miles de especies zoológicas sonoras; Docenas de fenómenos de la naturaleza; Cientos de espacios sonoros ceremoniales; Cientos de instrumentos musicales etnológicos; Cientos de miles de grabaciones etnológicas, y;

---

<sup>1</sup> Este documento es un resumen de dos conferencias impartidas: una para alumnos de Historia de la Música Mexicana de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, y; en la Fonoteca del INAH, el 24 y 25 de septiembre de 2012, respectivamente.

<sup>2</sup> <http://www.tlapitzalli.com>

<sup>3</sup> "Hoy sabemos que la herencia sonora y audiovisual del mundo está compuesta por más de 200 millones de horas." "Presentación" de "Quiénes somos" <http://www.fonotecanacional.gob.mx/index.html>

<sup>4</sup> Sólo en el Museo Etnológico de Berlín dicen tener cerca de 150,000 registros sonoros, que empezaron a registrar desde 1900, pero no se conocen sus análisis ni protocolos para su estudio.

Cientos de miles de artefactos sonoros antiguos. Desgraciadamente, esa demanda no ha sido atendida por ninguna institución.

No se sabe siquiera cuántos son los artefactos sonoros antiguos e instrumentos musicales y documentos sonoros etnológicos mexicanos resguardados en el país y en el extranjero, pero son varios cientos de miles o ¿millones? Por ejemplo, dicen que sólo los artefactos multi-perforados de ilmenita de San Lorenzo son cerca de 150,000, y las grabaciones del CDI alrededor de 250,000<sup>5</sup>.

Ya fue planteada una petición a los presidentes Vicente Fox y Felipe Calderón, a las Cámaras de Senadores y Diputados y a los tres principales candidatos a la Presidencia de la Republica, con objeto de:

**“Promover políticas y programas efectivos con objeto de investigar, rescatar y promover la rica y singular cultura y tecnología mexicanas, como la sonora”<sup>6</sup>**

Esa petición fue turnada a CONACULTA, pero como dijeron que los rebasa, sigue vigente:

**“...la petición rebasa las atribuciones de CONACULTA ....la comunidad académica del INAH (es) quién lleva a cabo las investigaciones sobre este tema....”<sup>7</sup>**

La cultura mexicana de la petición es parte central de sus atribuciones y obligaciones legales, pero la tecnología es lo que más rebasa sus atribuciones y capacidades, ya que su atención le corresponde a otros sectores, como el del CONACYT.

El oído humano puede percibir una gama muy amplia de intensidades y frecuencias de sonidos, pero los lenguajes existentes son muy limitados para describir bien los que son complejos, como algunos mexicanos. Diversos sonidos eran similares a los naturales, que se percibían, veneraban y reproducían en el pasado. Algunos sonidos etnológicos aun conservan algo de ellos.

Como muchos sonidos mexicanos no son musicales, sus técnicas de análisis no son adecuadas para su estudio formal. Se han utilizado técnicas científicas, como las acústicas y espectrales, cuando los sonidos son complejos y variables en el tiempo, en frecuencias e intensidades.

El espectrograma es el resultado de calcular espectros (mapeos matemáticos obtenidos con la Transformada Rápida de Fourier) de tramas de ventanas traslapadas de una señal. Resulta una gráfica tridimensional que representa la energía del contenido de las frecuencias de la señal según va variando ésta a lo largo del tiempo.

---

<sup>5</sup> Según estimación de Julio Delgado.

<sup>6</sup> El fundamento legal y técnico: Art. 8º. Constitucional y la demanda de investigación y fomento no atendida.

<sup>7</sup> Oficio de Miriam Morales Sanhueza, Directora General de Culturas Populares. CONACULTA (DGCP/0048/2012).

Los espectrogramas y su algoritmo de cálculo no eran muy conocidos y principalmente, se usan para análisis de voz y sonidos de animales. Para espiar conversaciones, criminalística y análisis de notas musicales planas, prefieren las señales en el tiempo y los espectros.

Un espectro muestra las frecuencias (Hz) e intensidades (dB) en un instante del tiempo, por lo que no es adecuado para analizar sonidos variables en el tiempo.

Los espectrogramas también se han aprovechado para analizar sonidos complejos y variables en el tiempo, como los sonidos de animales y fenómenos naturales, y hasta de rugidos que parecen de seres de otro mundo. Ese tipo de sonidos mexicanos, no pueden escribirse ni describirse bien musicalmente en partituras convencionales. Los pocos compositores que han incluido sonidos mexicanos complejos, como los del llamado silbato de la muerte<sup>8</sup>, han tenido que inventar una nomenclatura especial, para que puedan ser interpretados, aunque no describan los sonidos producidos.

En el mercado existen sistemas para analizar espectralmente señales de rangos muy amplios de frecuencias, pero son caros (varias decenas de miles de dólares) y difíciles de tener o usar. Principalmente, esos sistemas se utilizan para analizar señales eléctricas y de comunicaciones<sup>9</sup>.

Ya fue utilizado un sistema de Sergio Beristain, para analizar infrasonidos (no audibles, abajo de 20 Hz), que eran utilizados en la antigüedad, pero ese estudio es para otra conferencia<sup>10</sup>.

Las vibraciones de maquinarias y productos, incluyendo algunos instrumentos musicales, como los de cuerda, pueden analizarse usando sistemas especializados con acelerómetros. Ya fue utilizado por Mayolo Mejía Zavala, para analizar vibraciones de un transductor de bajas frecuencias terapéuticas<sup>11</sup>.

Existen otros equipos de metrología acústica, como los sonómetros, que miden la presión sonora en decibelios (dB). Algunos pueden medir en vivo los dB de cualquier tipo de onda aérea, como los de instrumentos musicales o artefactos sonoros.

Varios investigadores han opinado que no es posible conocer los ritmos antiguos. Por ejemplo, Vicente T. Mendoza comentó:

**“No ha sido encontrado hasta la fecha ningún códice que particularice cuál pudo ser el aspecto melódico, rítmico o estructural. Los cronistas acuciosos para otros detalles, no pudieron consignar por escrito verdadera música escrita para dejárnosla en herencia; nos han trasmitido**

---

<sup>8</sup> Enrico Chapela (<http://www.enricochapela.com/>) y Cristina García Islas (<http://www.cristina-garcia-islas.com/>) han incluido en sus composiciones de música de concierto contemporánea sonidos del silbato de la muerte: <http://www.tlapitzalli.com/ehecat192/judio/silbatodelamuerte.pdf>

<sup>9</sup> Localmente, no se ha encontrado un buen analizador de espectros que pueda utilizarse.

<sup>10</sup> Análisis de ondas infrasónicas terapéuticas. 19º Congreso Internacional Mexicano de Acústica. Ciudad de México. 5 - 7 Diciembre, 2012.

<sup>11</sup> Equipo IRD. Modelo 258v. <http://www.irdbalancing.com/>

**datos sobre el instrumental, sobre las danzas en conjunto; pero sobre el arte de los sonidos, la escala o los ritmos utilizados para el canto y el baile, escasean lamentablemente.”<sup>12</sup>**

Samuel Martí comentó:

**“Los remedos que hay por ahí de danzas o de música prehispánica, después de cuatrocientos años de constante estar fuera de su unidad cultural, nos dicen poco de lo auténtico”<sup>13</sup>**

Sin embargo, es posible que los ritmos de la actual danza llamada Azteca-chichimeca hayan sido transmitidos por generaciones, en las comunidades que siempre las han apreciado y practicado, o que provengan de los elementos genéticos y fisiológicos de los danzantes actuales. Eso es probable, ya que las características y propiedades naturales humanas básicas han cambiado poco y las primeras percepciones en la etapa fetal, de sonidos y otras vibraciones, han sido las mismas. Ya se ha estudiado y propuesto que los sonidos pudieron usarse en la antigüedad, para estimular la conectividad neuronal temprana, con objeto de mejorar el funcionamiento del cerebro, y se han encontrado evidencias etnológicas de su práctica reciente y actual<sup>14</sup>.

A continuación se muestra que hasta puede proponerse cómo pudo generarse la primera música o la proto-música y analizar algo de los sonidos de danzas y flautas etnológicas y antiguas, además de examinar los de instrumentos musicales y artefactos sonoros etnológica y antigua.

Es probable que los primeros sonidos sociales/culturales pudieron ser similares a los maternos percibidos por los fetos: Rítmicos del corazón, como los de percusiones, aun utilizados en diversas danzas de origen antiguo; Voces, como los de algunos cantos y trompetas muy antiguos, y; Silbidos, bucales y con series de sonidos muy sencillos de silbatos.

Los sonidos rítmicos del corazón o latidos, se producen por la operación de sus dos válvulas (Ver espectrograma de la Fig. 1)<sup>15</sup>. En condiciones normales, se generan de 60 a 90 pulsaciones por minuto. A continuación se muestra que ese ritmo se produce en sonidos de danzas y marchas.

## **Danzas etnológicas**

El primer estudio espectral de una danza etnológica fue de los sonidos de la Fiesta de los Chinos de Chile<sup>16</sup>, se hizo para la Comunidad Latinoamericana Achalai, como un ejemplo de análisis de frecuencias sonoras. El universo sonoro del sur del continente era y aun es muy rico, pero parece que tampoco lo han estudiado a fondo con

---

<sup>12</sup> Mendoza 1984, 21. Se entiende que los cronistas de la invasión hayan escrito como si fueran analfabetos sonoros, porque la mayoría eran militares, religiosos, con fines de conquista, evangelización, colonización, inquisición, de saqueo y hasta de explotación.

<sup>13</sup> Martí. 1961. 9.

<sup>14</sup> Cuna con silbato. <http://www.tlapitzalli.com/nuevos/pdf/Cuna-silbato.pdf>

<sup>15</sup> Los espectrogramas se generaron con el programa Gram de Richard Horne.

<sup>16</sup> <http://www.tlapitzalli.com/nuevos/pdf/Andacollo.pdf>

técnicas científicas. El ejercicio muestra que sus sonidos pueden analizarse y encontrar descubrimientos interesantes, aun examinando sólo grabaciones abiertas, hasta de baja calidad.

En el espectrograma (Fig. 2) de un segmento de la pieza se notan grandes picos de sonidos con ruidos, repetidos con periodicidad constante, exactamente 30 picos en 30 segundos = 60 picos por minuto, un ritmo similar al del corazón humano.

Ritmos similares se producen en danzas mexicanas como en la llamada Chichimeca<sup>17</sup>, de grupos de 4 golpes por 100 minutos, aunque no es constante en el tiempo.

Algo similar sucede con la danza llamada Azteca-chichimeca<sup>18</sup>. En 2012, se grabaron y analizaron espectralmente los sonidos que producen 5 grupos que tocaban cerca de Zócalo han sido despreciados, desalojados y no los han estudiado bien: Mazacoatl; Ollinmazatl; Quetzalcoatli; Xochitlatoli; Xochitlatoli, y; C-mazatl. En general, lo más relevante encontrado, sobre el ritmo de sus danzas, es que dan 4 pasos (flor) y golpes del huehuetl 60-70 veces por minuto, aunque se notan variaciones entre ellos y hasta en una misma pieza (Ver ejemplo en la Fig. 3).

Lo mismo sucede en danzas de zonas rurales alejadas como la de Los Rubios o Pachecos<sup>19</sup>, con sones del violín y la jarana. En este caso, las espuelas marcan el ritmo de la danza con 38 golpes fuertes en 36 segundos.

Los sonidos rítmicos similares al latido del corazón pueden alterar la circulación sanguínea. La danza y sus sonidos pueden inducir un estado de conciencia especial, como de trance. También han utilizado ese ritmo para exaltar el nacionalismo, la valentía y en marchas militares. En una marcha soviética se generan 30 picos en 30 segundos = 60 por minuto<sup>20</sup>.

### **Flauta pame, tenek y nahua.**

El análisis espectral también sirvió para analizar virtualmente la extraordinaria flauta pame (Fig. 4), que no es muy conocida y ya está perdiéndose, sin que alguien haga algo para evitarlo<sup>21</sup>. Eso muestra que sonidos antiguos y etnológicos pueden analizarse utilizando modelos o sus grabaciones, sin acceder a las flautas originales, ni a sus ceremonias.

Se conocen fotos de la flauta pame, pero ni siquiera se exhibe en los museos nacionales, y no encontré estudios publicados a fondo de ella y sus sonidos. Lo más

---

<sup>17</sup> Instrumentos: violín, tambora redoblante, danzantes, sartaes de huesos de fraile y machetes. 1981. CDI. 38. Grabación proporcionada por Julio Delgado.

<sup>18</sup> [http://www.tlapitzalli.com/nuevos/pdf/azteca\\_chichimeca.pdf](http://www.tlapitzalli.com/nuevos/pdf/azteca_chichimeca.pdf)

<sup>19</sup> [http://www.youtube.com/watch?v=k\\_u63cjMBkY](http://www.youtube.com/watch?v=k_u63cjMBkY)

<sup>20</sup> Soviet march in the 1984 army parade <http://www.youtube.com/watch?v=R5q8iMgkq9c>

<sup>21</sup> <http://www.tlapitzalli.com/ehecat192/pame/fpame.html>

singular es su membrana de tela de araña, de especie desconocida. Se sabe que se dio apoyo financiero para estudiar la flauta pame, pero se desconocen los resultados<sup>22</sup>.

La mejor grabación encontrada y analizada es de una flauta de Rufino Medina, de Santa María Acapulco, San Luis Potosí<sup>23</sup>. Los sonidos son hermosos, claros y fuertes. Lo extraordinario de los sonidos de la flauta es el timbre nasal generado por la membrana de tela de araña. De las más de 40 armónicas, son más fuertes las impares (Fig. 5), lo que distingue a los sonidos nasales de flautas. Fue posible analizar el detalle de la frecuencia fundamental F0 o tónica que se genera y observa con claridad (Fig. 6). Algunas notas son muy largas, más de 4 segundos y parecen lamentos. Los nombres de la mayoría de las piezas conocidas de la flauta pame son de animales.

Pudo analizarse otra grabación de Rufino Medina<sup>24</sup>, que fue encontrada en Internet. 14 años después y con otra flauta, las notas ya no son fuertes, con menos armónicas. También se analizó el Son de la mariposa de Juan Medina con otra flauta pame<sup>25</sup>, que también se encontró en Internet. Se escucha bien, pero tiene pocas armónicas, con ruido.

La flauta tenek se analizó con otra grabación<sup>26</sup> de la CDI. La flauta produce algunas notas no muy fuertes ni claras. Las armónicas son más débiles y la F0 casi desaparece en algunas "notas" (Fig. 7). La última grabación conocida de la flauta tenek muestra que la melodía ya es muy sencilla, rítmica<sup>27</sup>. El padre (finado) hacia mejor la flauta y tocaba otras piezas.

La flauta nahua fue publicada en una tesis<sup>28</sup>. Los sonidos no pueden analizarse y compararse con espectrogramas, porque no se han publicado. Los espectros incluidos muestran diferencias en los tonos generados y algunos tienen ruido, pero ya sin armónicas superiores fuertes.

Todo lo anterior indica que la extraordinaria flauta mexicana con membrana esta deteriorándose y se encuentra en peligro de desaparecer de nuestro mundo, con sus hermosos sonidos nasales.

---

<sup>22</sup> Proyecto de FONCA No. 885.A.02.RI.ARG.MU.001.10 otorgado a Urian Sarmiento Obando, músico de Bogotá, Colombia. Hay flautas similares en el sur del continente, como las "Gaitas Colombianas ", pero no tienen membrana.

<sup>23</sup> Son de las mariposas. Mitote. Vientos Sagrados. Música ceremonial pame. Rufino Medina. CONACULTA-INAH. Casete. 1998.

<sup>24</sup> M'mue Xi'ui: las danzas sagradas de los Pames. Rufino Medina. 2012.  
<http://vimeo.com/rurr0506/xiui>

<sup>25</sup> Son de la mariposa. Juan Medina. Nipjii. Otra flauta Pame. 2011.  
<http://www.youtube.com/watch?v=MrTo0gO4fNY>

<sup>26</sup> La mariposa. Flauta tének. INI. La Voz de las Huastecas. XEANT Tankanhuitz. CDI. 1997.

<sup>27</sup> Núcub-zon. Con flauta tének. Familia Zacarias de la comunidad de Quelabidad Quaresma. XEANT Tankanhuitz. CDI. Grabación proporcionada por Leonel Barrera. 2011.

<sup>28</sup> Alegre. 2008.

## Flauta con membrana antigua

En 2003, se publicó el estudio que descubre y prueba que hay flautas antiguas que usaban membrana<sup>29</sup>, como la flauta TFN-198 que se exhibe en una vitrina de la Sala Mexica del MNA. Ese descubrimiento fue plagiado en la tesis de Lizette<sup>30</sup>, con la complicidad y ayuda del director, Gonzalo Camacho.

Los sonidos aproximados de la flauta TFN-198 pudieron conocerse con un modelo, experimental con membrana<sup>31</sup>. El timbre de los sonidos de este tipo de modelos es hermoso (Fig. 9), y puede ser similar al de algunos animales. Los modelos experimentales son necesarios, porque ningún resonador de museos o ceramotecas ha podido analizarse en laboratorios, salas anecóicas o de grabación, y es imposible probar hipótesis constructivas que alteren su estado físico, como su operación con un tubo y membrana adheridos con cera.

El tubo con la membrana de las flautas funciona como una gamitadera pequeña<sup>32</sup>. Por empatía, agrega el timbre nasal a las vocalizaciones, con muchas armónicas. Se usaba hasta mediados del siglo pasado, con una membrana de ala de murciélago, para llamar a los venados. Es similar a la de kazoos.

Anastasio Rubio fue el último constructor y tocador de la flauta pame en rituales del cerro y la milpa. Cuando un maestro como Anastasio nos deja, se lleva su arte sonoro. Públicamente ya ni siquiera se conoce y es imposible de revivir.

Lo mismo ha pasado con otros constructores y tocadores de instrumentos etnológicos. Ya no se construyen los tamborcitos y las flautas que Don Rufino Reyes López (finado) hacía y tocaba, para la danza de Los Chilolos<sup>33</sup>. Fue uno de los mejores caporales de la hermosa danza de Los Rubios o Pachecos.

Si todo sigue igual, cuando los maestros de la flauta con membrana dejen este mundo, ya no habrá quién la haga y toque. Desgraciadamente, desde hace cinco siglos, eso mismo ha venido sucediendo con miles de instrumentos y artefactos sonoros mexicanos.

---

<sup>29</sup> Aerófonos prehispánicos con membrana. 2003.

<http://www.tlapitzalli.com/ehecat92/pame/guajolote.html>

<sup>30</sup> Tomaron fotos de las flautas antiguas publicadas en 2003 y las incluyeron en 2008, sin citar la fuente original, para tratar de mostrarlas como descubrimientos originales de la tesis.

<sup>31</sup> En la tesis de 2008, no probaron el funcionamiento de flautas antiguas con membrana, lo que es difícil de plagiarse, si no saben/pueden construir sus modelos experimentales.

<sup>32</sup> Gamitaderas con membrana. 2003 <http://www.tlapitzalli.com/curinguri/gamitadera/gamitt.html>

<sup>33</sup> Don Rufino fue originario de Santa Rosa Caxtlahuaca, Juxtlahuaca, Oaxaca. Foto y grabación de Ángel Mendoza. 2001. <http://www.tlapitzalli.com/nicanmx/chilolos.html>

## Bibliografía (en papel)

2008. Alegre, Lizette.

Viento arremolinado: El toro encalado y la flauta de mirilitón entre los nahuas de la huasteca hidalguense. Tesis de maestría. ENM. UNAM. 2008.

1961. Martí, Samuel.

Canto, danza y música precortesiana.

1984. Mendoza, Vicente T.

Panorama de la Música Tradicional de México. UNAM.

## Figuras

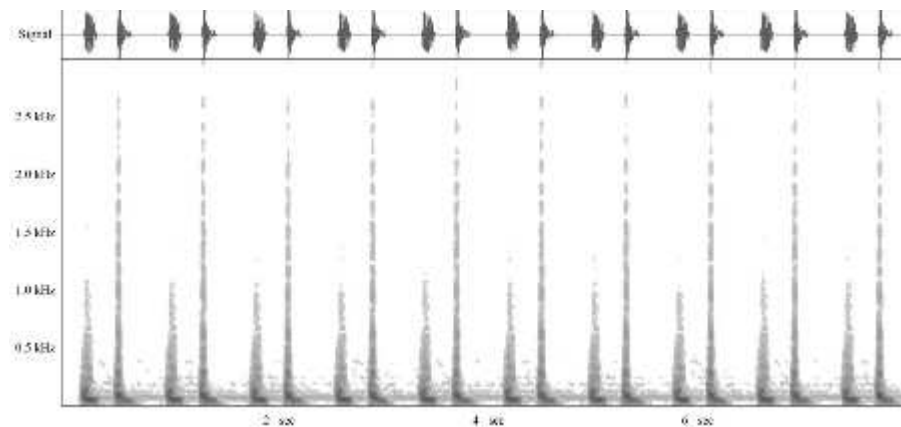


Fig. 1. Espectrograma de los latidos de un Corazón normal.

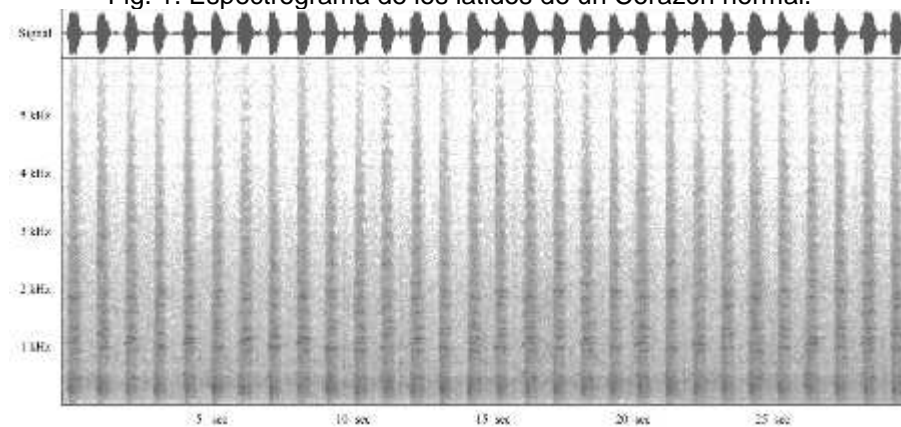


Fig. 2. Espectrograma de un fragmento del audio de la danza de los Chinos de Chile.



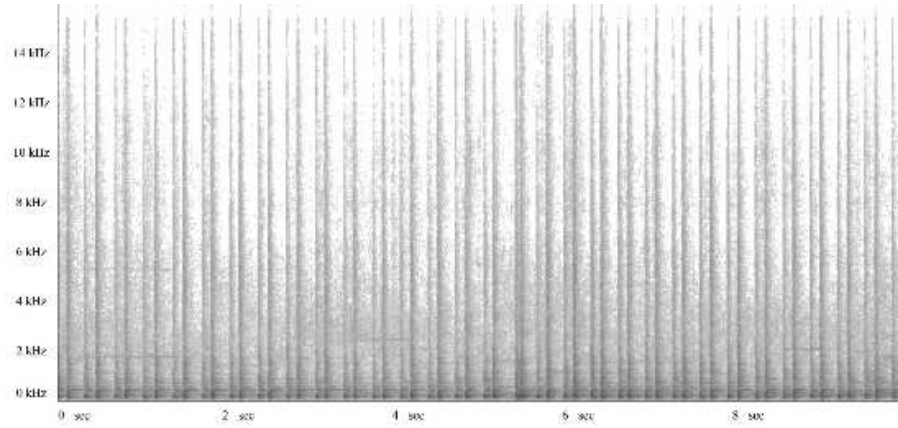


Fig. 3. Espectrograma de sonidos del Grupo *Quetzalcoatl* con 1 *huehuetl*.



Fig. 4. Flauta pame. Donada por Carlos Garcia. Ya no funciona, por tener su membrana rota.

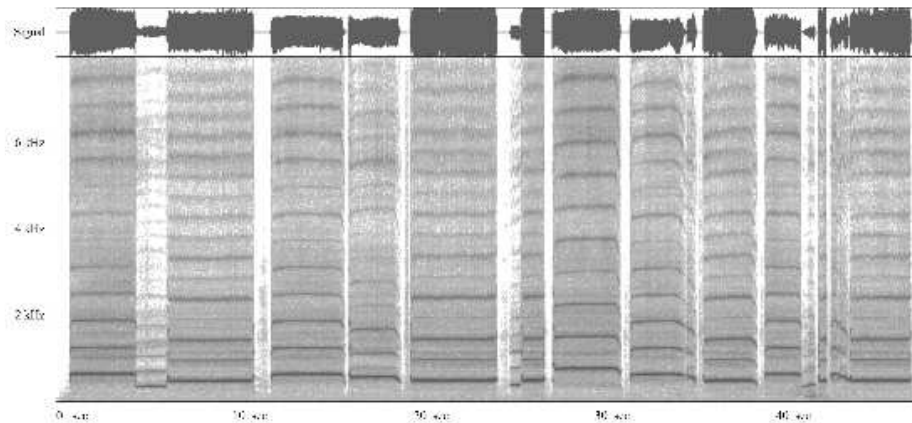


Fig. 5. Espectrograma de sonidos de la flauta pame.

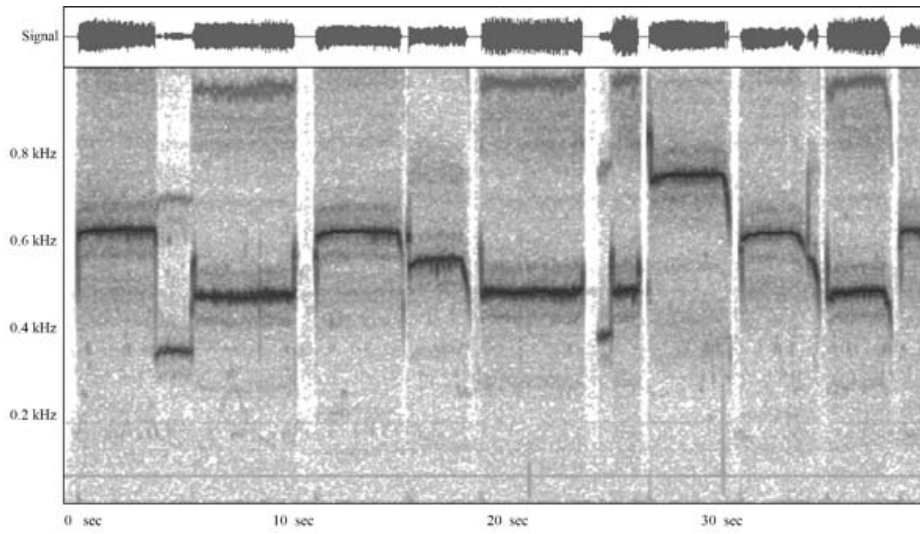


Fig. 6. Espectrograma de la F0 de la flauta pame.

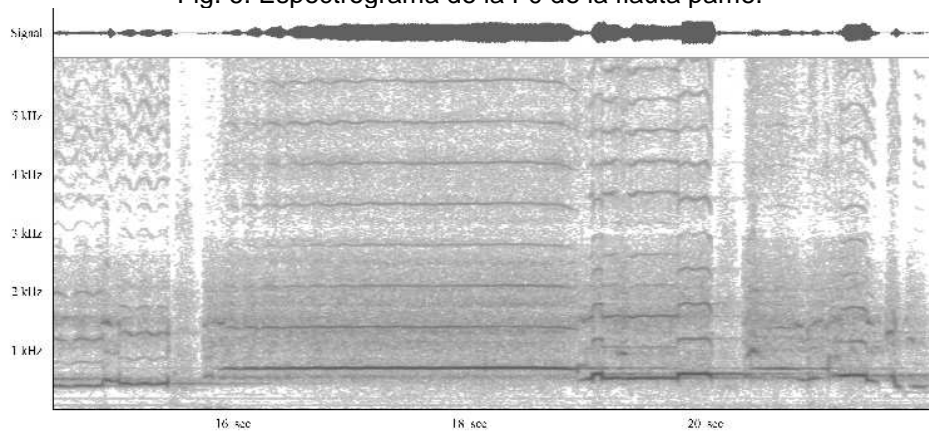


Fig. 7. Espectrograma de un segmento corto de sonidos de la flauta tenek

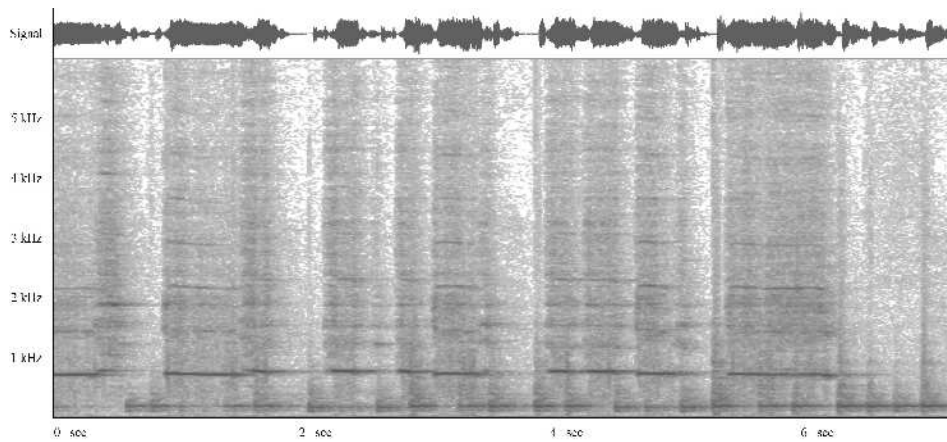


Fig. 8. Espectrograma de un segmento de sonidos de la flauta tenek y el núkub (teponaztli)

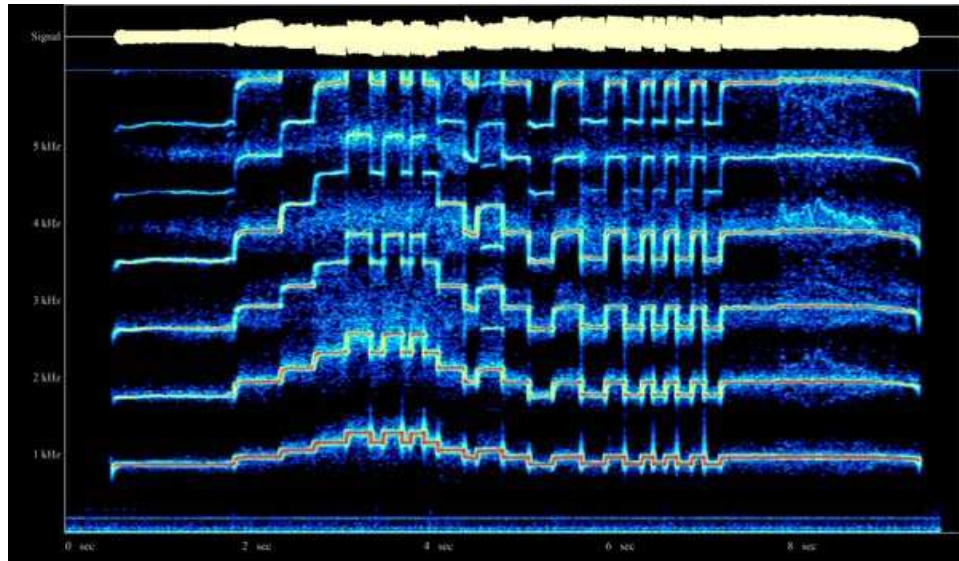


Fig. 9. Espectrograma de sonidos de una flauta de cerámica con membrana.