

Sonidos de una flautita huichol (*wixarrika*)

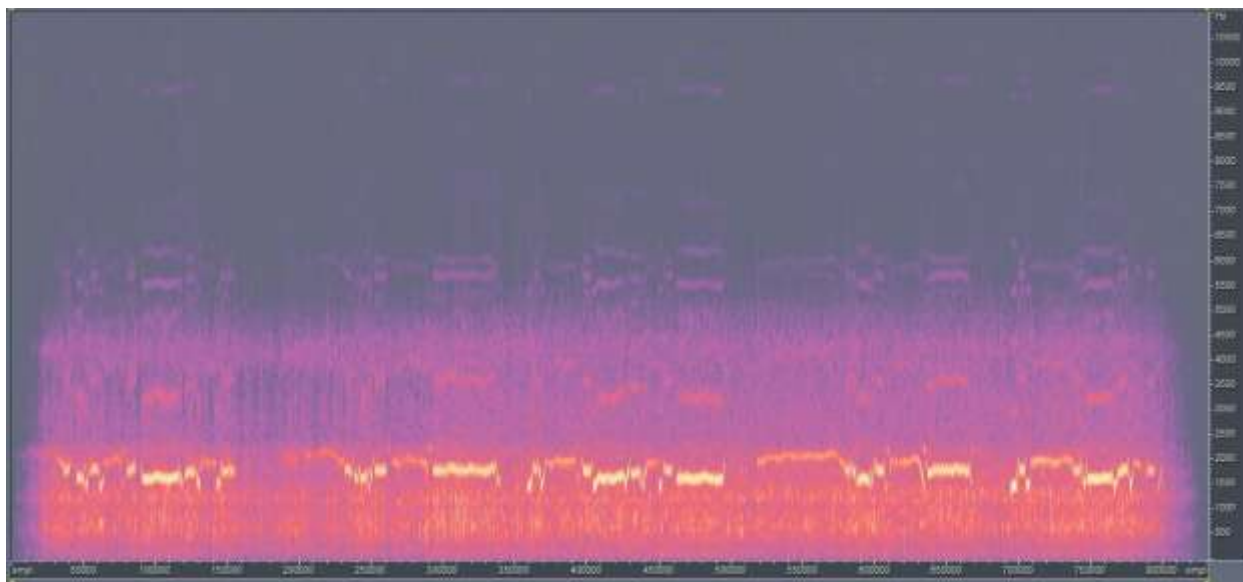


Fig. 1. Espectrograma de los sonidos de la flautita, en colores.

Roberto Velázquez Cabrera

[Tlapitzalli](#)

6 de junio de 2016

El objeto de este escrito es mostrar un análisis de los primeros sonidos grabados de una flauta mexicana, que fueron registrados por [Carl Lumholtz](#)¹, a fines del Siglo XIX. El análisis del caso es importante y original, porque es el único registro conocido de sonidos de una flauta de esa época y también es el único de un instrumento huichol tocado sin cantos.

La gran mayoría de las grabaciones en cilindros de cera son de cantos, debido a que él y los investigadores posteriores han estado más interesados en las voces de lo que cantaban, para tratar de transcribirlos y proponer significados, aunque no se conocen muchas partituras musicales precisas y no lograron su objetivo semiológico con mucha certeza.

Ni siquiera conocían los diversos y numerosos idiomas y muchas de sus voces de animales, adornos sonoros y cantos poéticos antiguos son indescifrables o crípticos, para los investigadores de culturas ajenas. Mayoritariamente, han publicado generalidades.

Por desgracia, no se conoce la imagen de la flauta huichol, como las de otros artefactos sonoros que fueron dibujados o fotografiados por Lumholtz (sonajas del [Ritmo rarámuri](#)², [Raspador rarámuri](#)³, cascabeles tarahumaras y el tambor *tepu* o *tepo* huichol), pero no se registraron sus sonidos en el primer plano de las pistas sonoras. Tampoco se conocen estudios de flautitas similares de los huicholes, ni de otras culturas mexicanas de la época.

¹ https://es.wikipedia.org/wiki/Carl_Lumholtz

² <http://tlapitzalli.com/nuevos/raramuri/raramuri.pdf>

³ <http://tlapitzalli.com/nuevos/raramuri/sipirica.pdf>

La grabación analizada se incluye en el disco de una publicación⁴ de la Comisión de Desarrollo Indigenista (CDI). En un cuadro del “Repertorio de grabaciones de Carl Lumholtz en la región huichola (1898)” del librito, se proporciona sólo la siguiente información de la grabación (p 37):

Núm. 17; Cinta núm. 1517.26; Cilindro núm. 272A; Descripción (traducción literal de los registros de la Universidad de Indiana) Instrumental, flauta sola, de tono extremadamente alto: 44”, e; Información complementaria. Flauta, escala pentáfona, muy aguda. Origen: al parecer cora (no mencionan una prueba de eso, ya que Lumholtz no registró los lugares de sus grabaciones).

Las frecuencias sonoras de la grabación se muestran en el espectrograma en color⁵ de la Fig. 1. Se observan en color amarillo dos notas con frecuencia fundamental F0 o tónica, más fuertes, aunque no son planas. Aparecen otras dos notas anaranjadas menos fuertes y con cambios continuos de frecuencias como los *glissandos*, parecidos a los sonidos de algunos pájaros. La señal tiene mucho ruido de fondo mostrado con color naranja y guinda, hasta cerca de 5 kHz con dos frecuencias armónicas débiles. La armónica mayor es superior de 6 kHz.

Para mostrar con mayor detalle las frecuencias generadas, se obtuvo otro espectrograma en blanco y negro⁶ mostrado en la Fig. 2. El rango de la frecuencia F0 va de cerca de 1600 Hz a 2150 Hz, en dos ocasiones variando en forma continua. Las notas más fuertes se generan alrededor de 1640, 1810, 1970 y 2080 Hz. Se observa con mayor detalle que las notas no son planas y cubren un rango ocho. Por ejemplo la de 1810 Hz, va de 1750 a 1860 Hz.

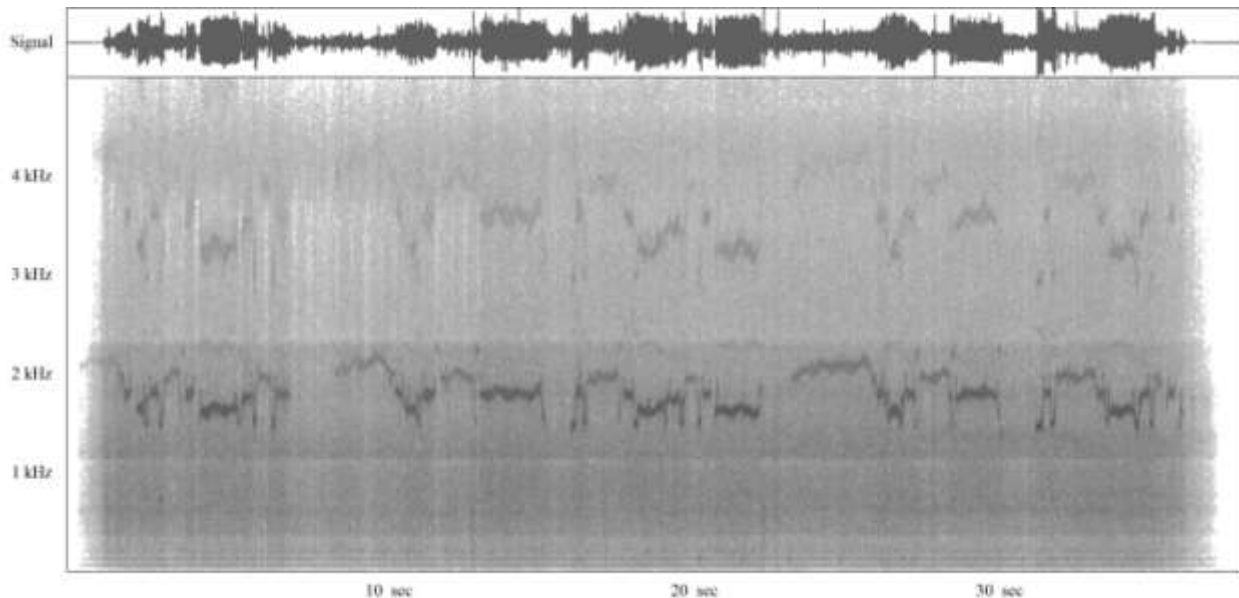


Fig. 2. Espectrograma de los sonidos de la flautita, en blanco y negro.

⁴ CDI. 2005. Música y cantos para la luz y la oscuridad. 100 años de testimonios de los pueblos indígenas. Música y cantos huicholes grabados por Carl Lumholtz. Mencionan que las 42 pistas incluidas son una selección de 60 grabaciones donadas por el Museo de Historia Natural de Nueva York. Se dice (p 26) que un pito de carrizo aparece en la p. 56 del [El México Desconocido](#)⁴, pero no se muestra.

⁵ Fue obtenido con el programa Cool Edit Pro.

⁶ Fue obtenido con el programa Gram de Richard Horne.

Unas notas generadas son largas y otras muy breves. Para los que tienen educación musical, se estima la altura de las notas medias más fuertes equivalentes aproximadas en la escala temperada con diapasón A4 = 440 Hz: G#6-22 cents, A6+48 cents, B6-5 cents y C7-11 cents⁷. Se observa que no se ajustan con exactitud a las notas musicales actuales.

Es posible eliminar algo del ruido de fondo y mostrar más claras las frecuencias intensas, si se filtra la pista grabada con los segmentos de “silencios” o sin las frecuencias de la F0 y las armónicas y su resultado se normaliza, pero eso también elimina algunas frecuencias registradas de la flautita (Fig. 3) y altera su timbre.

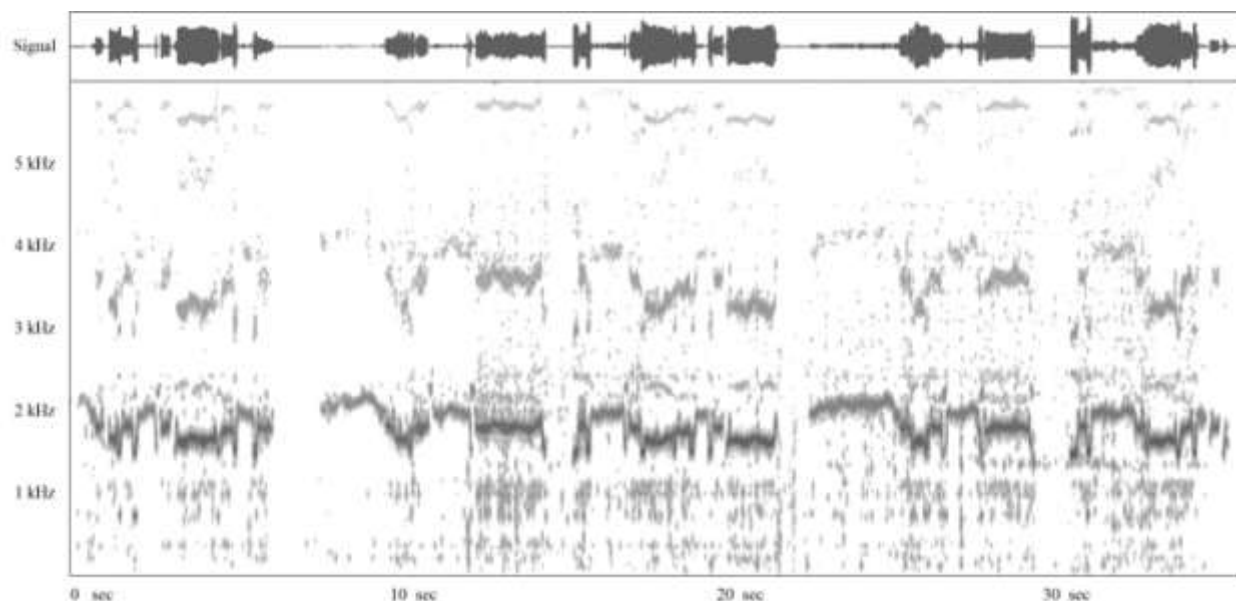


Fig. 3. Espectrograma de los sonidos filtrados y normalizados de la flautita.

Las notas medias o aproximadas generadas podrían escribirse en un pentagrama musical, aunque no es posible representar bien algunos sonidos, con mucho realismo, como los que son variables continuos en su altura que se parecen a los de algunos pájaros, aunque dicen que podrían aproximarse con ligaduras.

En los pentagramas tampoco puede escribirse el timbre, que es el resultado audible de todas las frecuencias generadas por la flauta en un instante, ni la intensidad de cada sonido, como se muestra en la variación de la amplitud de la señal (*Signal*) superior de las gráficas espectrales.

La alta tesitura de los sonidos de la flauta permite que se perciban fuertes de cerca y a distancias considerables, aunque no sean de mucha potencia acústica radiada, porque se generan en el rango de mayor sensibilidad auditiva humana (1-6 kHz), aun en ambientes de mucho ruido y otros sonidos intensos, como los de las ceremonias y danzas.

Los sonidos de las flautas son muy apreciados por los pueblos de climas fríos de montañas y valles altos que les gustan las melodías, como los huicholes. Las melodías pueden seguirse

⁷ Fueron obtenidas con un convertidor abierto de frecuencias sonoras a notas musicales, aunque no eran conocidas por los huicholes: <https://newt.phys.unsw.edu.au/music/note/>

con la mente. Los pueblos de climas cálidos prefieren los ritmos, que se perciben con todo el cuerpo. Esos gustos distinguen a los huicholes de los coras, que viven más cerca del mar.

Ese tipo de sonidos pueden generarse con una flautita de 3 o 4 obturadores grandes, para poder producir variaciones tonales, como las de carrizo que utilizan los Voladores de Papantla. Las flautillas de tonos agudos, eran muy utilizadas en el México Antiguo, como las llamadas de Tezcatlipoca que se usaban mucho en la llamada Cuenca de México.

El [Análisis virtual de una flauta mexicana 130](#)⁸ se refiere a una flautita antigua que genera sonidos parecidos. Fue el primer análisis formal del suscrito realizado sobre un resonador mexicano de aliento. Su estudio se propuso para un trabajo de [tesis de maestría sobre aerófonos](#)⁹ mexicanos, en el Centro de Investigación en Computación del IPN, en 1999, pero no lo aceptaron, en parte, porque no consideraron suficiente un análisis virtual, que fue realizado con modelos experimentales, ya que no fue posible analizar la flautita antigua. El encargado de la bodega mexicana del Museo Nacional de Antropología¹⁰, no estaba interesado en que se analizara directamente esa flautita.

Tengo varias docenas de modelos experimentales de ese tipo de flautitas. Las decoradas con una flor son la mejor representación de las palabras e ideas poéticas nahuatlacas; *In xochitl in cuicatl* o Flor y canto, muy relacionadas con el misterioso *Xochipilli*, que incluye representaciones de flores alucinógenas y grecas de los sonidos.

Los huicholes también han utilizado plantas alucinógenas como el peyote, para entrar a otros mundos, lo que les ha ayudado en su maravillosa imaginación y creación artística. Parecen inspiradas en sueños de seres y fenómenos de la naturaleza, que aun adoran y veneran.

Los sonidos de flautas mexicanas pequeñas pueden escucharse abiertamente. En un congreso de música arqueología en China de 2010, [Abraham Elías ejecuta dos modelos de flautitas tezcatipoca](#)¹¹, que hacen los hermanos Gregorio y Mario Cortes Vergara de Texcoco. Al final (3:00), las rompe, como se relata en escritos de testigos de la época de la invasión de hace cinco siglos, sobre un joven flautista que las tocaba antes de que lo sacrificaran. La interpretación de Abraham Elías no fue muy realista, porque le aplaudieron mucho, en lugar de sacrificarlo.

Modelos de flautitas similares se entregaron a la [Dra. Cristina García Islas](#)¹², para sus obras singulares de música contemporánea. Este escrito se hizo para apoyarla, ya que le solicitaron

⁸ <http://tlapitzalli.com/rvelaz.geo/tesis/f130/f130ei.html>

⁹ <http://www.tlapitzalli.com/curingurimx/tesis7.doc>

¹⁰ Felipe Solís (finado) dijo que esa flautita se perdió cuando los investigadores la analizaron, como Daniel Castañeda. Sugirió que platicara con los de la Fonoteca del INAH, pero no se interesaron en ese estudio. Tampoco se interesaron otros investigadores que fueron informados, como unos de CONACULTA y otros de las escuelas nacionales de música.

¹¹ <https://www.youtube.com/watch?v=kzcBV2Nbgr4>

¹² <http://www.cristina-garcia-islas.com/>

una obra e ideas sonoras para una exhibición que organizan sobre Arte huichol¹³ en el Consulado de México en Montreal Canadá. También pueden examinarse los ritmos huicholes.



Fig. 4. Flautita plateada. Largo 11.6 cm.

Los diseños de esas flautitas y de otros resonadores pequeños mexicanos son excelentes modelos para recrear hasta la metalurgia de [joyas cantadoras](#)¹⁴ que son únicas en el mundo, como la plateada del suscrito de la Fig. 4, pero por desgracia no se han encontrado interesados institucionales, para apoyar su desarrollo, difusión y aprovechamiento.

Los registros sonoros de Carl Lumholtz tampoco han sido de mucho interés, para los que estudian los pueblos de origen antiguo que visitó. Ni quiera los etnólogos y antropólogos que han organizado congresos sobre él¹⁵ y su trabajo se han interesado en sus registros sonoros, como si fueran sordos.

Los sonidos analizados no se incluyen en mi sitio *web*, porque se prohíbe su difusión en la publicación de la CDI¹⁶. Tampoco están disponibles abiertamente en algún otro sitio.

Esa prohibición es otra causa de que no se conozcan bien los primeros sonidos grabados de los pueblos de origen antiguo, ya que aunque inicialmente esa restricción fue impuesta por las empresas comerciales disqueras, posteriormente también ha sido adoptada por las instituciones públicas y educativas.

Dicen que la prohibición es para proteger los derechos de los autores, pero ya murieron y no recibieron, ni los que sobreviven reciben muchos beneficios por sus obras sonoras. Tampoco las instituciones que publican sus obras reciben muchos ingresos por su venta, porque algunas ya se agotaron y de otras son muy reducidas sus ediciones o no se conocen con amplitud.

Ni siquiera las fonotecas nacionales que resguardan las grabaciones de Carl Lumholtz, que también fueron donadas por el gobierno de Noruega a México, las han difundido abiertamente y con amplitud, ya que prefieren dar a conocer las más recientes o actuales.

¹³ Usualmente, en las exhibiciones y escuelas de arte y estética no se incluye lo sonoro y aun no se sabe si va a incluirse en una exhibición de nuestro Consulado de Montreal.

¹⁴ <http://tlapitzalli.com/nuevos/metales/metales.html>

¹⁵ A los organizadores del [I Congreso Internacional de Carl Lumholtz](#), de 2014, no les interesó conocer los resultados del estudio del suscrito sobre el [Raspador raramuri](#) y en el poster del siguiente [II Congreso Internacional de Carl Lumholtz](#), no se incluye explícitamente lo sonoro.

¹⁶ En una nota del librito se dice: “Queda prohibida la reproducción total o parcial del contenido de la presente obra, sin contar con la autorización del titular, en términos de la Ley Federal de Derechos de Autor, y en su caso de los tratados internacionales aplicables. La persona que infrinja esta disposición se hará acreedora a las sanciones legales correspondientes.”

El patrimonio sonoro mexicano resguardado de poco sirve, si no se estudia y se da conocer, y sin ello tampoco puede recuperarse algo de los grandes trabajos y altos costos incurridos para su recuperación, digitalización y preservación.

La única referencia bibliográfica sobre los cilindros de Carl Lumholtz, se localizó en la revista [ReSOUND](#)¹⁷ de la Universidad de Indiana, pero no ha podido conseguirse una copia.

Otra limitante importante es que parece que en las escuelas de los especialistas relacionados (etnomusicólogos, musicólogos, etnólogos, antropólogos, etc.), no les enseñan las técnicas científicas necesarias para el análisis sonoro. El único etnomusicólogo local que ha sugerido utilizar los “sonogramas” para analizar y transcribir pistas sonoras etnológicas mexicanas fue el Dr. Arturo Chamorro¹⁸, como lo hizo Charles Seeger con su equipo llamado [Melograph](#)¹⁹.

Reproducir o transcribir musicalmente y con realismo los sonidos de la flautita es un reto tecnológico interesante. Es una prueba para los algoritmos automáticos existentes, ya que no se sabe si pueden funcionar bien con pistas grabadas que incluyen mucho ruido de fondo. Al menos, puede hacerse una prueba con alguien que tenga y sepa usar esos programas.

Ni siquiera los flautistas locales famosos que han comentado públicamente que les gustan las flautas mexicanas, han mostrado en la realidad mucho interés en ellas o en sus modelos experimentales. Otros flautistas que dicen les interesan las flautas del Occidente, no han podido/querido ayudar en los estudios formales sobre ellas.

Por desgracia, tampoco se han encontrado interesados institucionales en apoyar los estudios sonoros mexicanos formales y su difusión amplia, como los que han sido realizados por el suscrito, desde 1999. Muchos dicen que no puede saberse nada de los sonidos del pasado.

El análisis y difusión de sus sonidos, aunque sea espectralmente, es importante para ayudar a difundir algo de las primeras grabaciones singulares de nuestros pueblos de origen antiguo, como el huichol, cuando aún no estaban muy contaminados por las influencias ajenas.

Me dio un gusto especial poder analizar sonidos de un pueblo originario de Jalisco, por ser de mi estado natal, aunque desde hace muchos años se escuchan principalmente los de mariachis y de otros géneros musicales actuales, incluyendo algunos venidos del extranjero y otros comerciales, como mucha basura sonora que imponen las televisoras y radiodifusoras.

Se han recuperado diversas flautas antiguas de varios tipos y culturas mexicanas. Algunas son muy hermosas, como la [Flauta preciosa 5-Sol-Vida](#)²⁰, que desde 2010 se ha venido estudiando y difundiendo como ninguna otra con técnicas de la [Arqueociencia sonora](#)²¹, pero sus sonidos musicales son muy diferentes. Sus sonidos suaves y delicados, pueden escucharse en una

¹⁷ Louise S. Spear 1984. Cylinder Recordings from Carl Lumholtz' "Unknown Mexico". Volume 3, Number 1. <http://www.indiana.edu/~libarchm/index.php/outreach/publications/table-of-resound-issues.html>

¹⁸ Lo comentó en: <http://www.colmich.edu.mx/relaciones25/files/revistas/034/VarelaTLeticia.pdf>

¹⁹ https://www.researchgate.net/figure/241824990_fig1_Fig-1-The-Seeger-Melograph-Model-C

²⁰ <http://tlapitzalli.com/nuevos/5coat/5coat.htm>

²¹ <http://www.tlapitzalli.com/nuevos/pdf/arqueociencia.pdf>

[melodía breve](#) (0:18)²² de [Nancy Rumbel](#)²³, que es una de las mejores ejecutantes de ocarinas del mundo.

Los estudios de esa hermosa flauta y de la extraordinaria [Ilmenita sonora olmeca](#)²⁴ se han incluido en varias charlas, como una original solicitada e impartida en el Auditorio del Museo del Templo Mayor sobre [Sonidos Mexicanos Prohibidos y Abandonados](#)²⁵, pero su publicación en papel fue rechazada en el INAH, sin proporcionar las causas lógicas, fundamentadas o comprobables, como se comenta en [una inconformidad no atendida](#)²⁶.

La demanda potencial de investigación y difusión sonora mexicana es muy alta. Existen cientos de miles de artefactos sonoros arqueológicos y antropológicos recuperados y de grabaciones etnológicas resguardados en los museos, colecciones, exploraciones, ceramotecas y fonotecas, esperando ser analizados formalmente con profundidad y difundidos con amplitud.

Este ejercicio muestra que hasta una grabación desconocida abiertamente y sin información original puede ser materia de análisis formal y difusión amplia, en los foros que se interesen en ella y en la cultura sonora del pueblo huichol (*wixarrica*).

Para atender comentarios y preguntas, como los de mi amigo Jesús Mora Echeverría y para reforzar la importancia del caso analizado, se hacen algunas aclaraciones.

Las flautas o resonadores tubulares con embocadura de pico se han usado en la mayor parte de nuestro continente. Las pequeñas de arcilla se han rescatado en varias regiones del México Antiguo. Se usaban desde mucho antes que se desarrollaran las flautas europeas en la época llamada barroca (Siglos XVII y XVIII). No se conoce bien la distribución de su utilización geográfica, de acuerdo a su morfología y materiales, ni siquiera las de carrizo que aún se usan en varias comunidades rurales.

En algunos escritos académicos y oficiales, ni siquiera se muestran o comentan las flautas antiguas o actuales de los huicholes, como [uno de la CDI](#)²⁷.

No se conoce otra grabación de una flauta del Siglo XIX, ni siquiera entre las registradas por Carl Lumholtz, a pesar de sus viajes que hizo, desde Sonora hasta Michoacán.

Utilizo la palabra “flautita”, más que para indicar pequeñez, es para significar aprecio y veneración, como el “tli” del náhuatl, que se traduce al español como “ito” o “ita”, aún se utiliza mucho en México, sobre todo, por gente de comunidades rurales que aún mantienen algunas de sus formas tradicionales de hablar, en muchas palabras usadas como cielito, florecita, agüita, perrito, pajarito, cafecito, cigarrito, vinito, panecito, tortillita, galletita, etc.

²² <http://tlapitzalli.com/nuevos/5coatl/melodia.mp3>

²³ <http://tlapitzalli.com/nuevos/5coatl/Nancy.pdf>

²⁴ http://www.tlapitzalli.com/tesisv/tesis_virtual.pdf

²⁵ <http://www.tlapitzalli.com/nuevos/pdf/Sonidos.pdf>

²⁶ <http://www.tlapitzalli.com/nuevos/pdf/CND2.pdf>

²⁷ <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/11223/huicholes.pdf>

Este escrito también fue anunciado en una [nota de Periodismo Libre](#), de Jorge Santa Cruz, para agradecer que sea el único sitio de noticias que tiene una Sección sobre [Sonidos Mexicanos](#). También es el único periodista profesional que ha manifestado aprecio por los estudios sonoros publicados. Comentó sobre esta misma nota anunciada en mi [portal de Facebook Tlapitzalli](#):

“Gracias, querido y admirado Roberto. Gracias por investigar sin esperar algo a cambio, más que se conozcan estos hallagos. Gracias por soportar la indiferencia oficial. ¡Un abrazo!”

Cristina García Islas ya hizo una transcripción a pentagrama con el editor de música [Sibelius](#)²⁸ y luego un archivo [midi](#)²⁹ a partir de la edición del solo de la pista grabada de la Flautita huichol (Fig. 5), ya que desde niña tiene oído absoluto, como Mozart. No ha sido posible transcribirla automáticamente con un programa de computadora, por el ruido de fondo.



Fig. 5. Reinterpretación del solo de la flautita huichol, por Cristina García Islas.

Comentó que las notas musicales básicas aproximadas son tres: Si-La-Sol. Las notas musicales cercanas de la melodía del solo de la flauta huichol, tomando al A4 como 440Hz son: B6-A6-G6 o 1975.5, 1760 y 1568 Hz. Estas notas son variablemente más alargadas o cortas según la rítmica descrita en transcripción (Fig. 6).



Fig. 6. Notas musicales básicas aproximadas Si-La-Sol (B6-A6-G6)

²⁸ [https://es.wikipedia.org/wiki/Sibelius_\(programa\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Sibelius_(programa))

²⁹ [http://tlapitzalli.com/sonidos/flautita%20huichol%20\(midi\).mp3](http://tlapitzalli.com/sonidos/flautita%20huichol%20(midi).mp3)

No hay una nota fuerte C³⁰, hay una B, en notación inglesa. Eso indica que un buen oído puede ser mejor que un programa de computadora, para estimar la altura de los sonidos musicales básicos cercanos. Hasta la lectura de las frecuencias del espectrograma es una aproximación burda. Ya se comentó que la F0 de 1810 Hz, incluye frecuencias desde cerca de 1750 Hz a 1860 Hz, o un rango de 110 Hz.

Reinterpretó la pieza un poco más rápida. Dijo que es lo más cercano posible, por la baja calidad de la grabación original. Sólo incluye las notas, sin indicaciones de fraseo o dinámica. Tampoco se incluyen los *glissandos* y las micronotas. Cuando tenga tiempo, puede hacer una nota con comentarios adicionales, porque ahora está ocupada en una obra que le encargaron.

También hizo una mezcla interesante usando [Audacity](#)³¹, desfasando un poco la pista de midi con la de los sonidos originales de la Flautita huichol, para escuchar los efectos complejos, pero no puede publicarse la pista resultante, porque para ello se requiere obtener un permiso de la CDI. Dijo que la melodía es muy sencilla, pero bella y puede servir para hacer muchas composiciones.

[Rodrigo Suárez](#)³² (pianista) hizo otra transcripción a partitura de la pista sonora grabada de la flautita huichol (Fig. 7).



Fig. 7. Partitura de la Flautita huichol, por Rodrigo Suárez³³.

Rodrigo proporcionó los siguientes comentarios, sobre la pieza y su transcripción:

³⁰ Se incluyen notas de baja intensidad y no son constantes en altura. Una de ellas es larga, de 3 s (de s a 26 s de la pista), cuya F0 media va de 2000 Hz a 2090 Hz (B6 +21c a C7 – 2c).

³¹ <http://audacity.uptodown.com/windows>

³² <https://plus.google.com/113060502004133274862/posts>

³³

Se trabajó en [Logic pro](#)³⁴. En ese programa se puso el archivo en divisiones de medio segundo (120 BPM) para poder saber con exactitud la duración de las notas. Es interesante los cambios de compases que surgen, ya que la acentuación no es regular desde el punto de vista occidental. En las obras clásicas, de 1600 hasta principio de 1900, no es común que tengan cambios de compas a lo largo de la obra. Es con la música contemporánea donde los compositores empiezan a usar distintos compases para tener ritmos más complejos y ausencia de pulso.

Esta flauta apareció con una colección de 8 notas. Un rango intervalico de 5ta justa. Su nota más baja es un Fa#, asciende de forma cromática (es decir por G, G#, A, A#, B, C, C#) hasta llegar a C#. Las notas G# Y A#, no aparecen mucho, así que pueden ser resultado de una inflexión para llegar a un semitono arriba.

Tiene un ritmo atresillado y la célula rítmica que más aparece es la combinación de nota larga con corta. Las notas son aproximadas ya que no corresponden al 100 con el sistema temperado.

Lo importante es que esas reinterpretaciones y su recreación son los primeros conocidos de los sonidos grabados de una flauta de esa época, en nuestro continente o ¿en todo el mundo? Al menos, yo no conozco otro abierto.

Se conocen otros tesoros de cilindros de cera con pistas tempranas de sonidos de flautas, pero no se registraron solos, son posteriores y no se han estudiado con profundidad, ni difundidos con amplitud y, menos, se han reinterpretado, como la de un singular video publicado por Chalena Vázquez, sobre GRABACIONES DE BRÜNING EN PERÚ - 1910 -, de [una flauta con tambor](#)³⁵, del Museo Etnográfico de Berlín, por Karl Stumpf.

El ritmo del tambor registrado, ya no tiene un *tempo* constante, como los de otras pistas tempranas con ritmos analizados.

Sólo en ese museo existen [cientos de miles de piezas precolombinas](#)³⁶, pero tampoco se han estudiado a fondo y difundido con amplitud.

Se han localizado algunas pistas tempranas de flautas de los llamados *American Indians*, hasta con comentarios en español, como el *Sound clip* [Two flute songs](#)³⁷ (Cantos de los pueblos. Cantos de amor y Canto para niños), del *Smithsonian Institution*, de 1900.

Se conocen transcripciones de otras piezas tempranas de flautas, pero no es sencillo obtener las [pistas originales](#)³⁸, como se comenta en [Flutopedia](#)³⁹.

³⁴ <http://www.apple.com/logic-pro/>

³⁵ <https://www.youtube.com/watch?v=SwbsnGfvAwk>

³⁶ <https://www.youtube.com/watch?v=kl93Vsf6SGM>

³⁷ http://anthropology.si.edu/media/NMNH-sinaa_2008-14_03_1_D3.mp3

³⁸ <http://www.flutopedia.com/ethrec.htm>

³⁹ http://www.flutopedia.com/ethrec_nat.htm

Esos hermosos sonidos tempranos, pueden estudiarse en forma similar a los de la flautita huichol y con técnicas complementarias.

Utilizando técnicas de ingeniería inversa con modelos matemáticos de flautas de pico y con experimentación, es posible recrear una flautita que genere sonidos similares a los grabados y analizados y muchos otros, si se desea, aunque la original se perdió. Es posible diseñar una flautita experimental que genere las notas musicales básicas B6-A6-G6 o 1975.5, 1760 y 1568 Hz.

Aplicando la ecuación de Daniel Bernoulli⁴⁰, usada en el [Análisis Virtual de la Flautita Mexica 130](#) la longitud estimada de un tubo de 1 cm de diámetro, desde el bisel, es de 10 cm, con dos obturadores tonales a 9 cm y 8 cm de distancia, pero los sonidos que genera esa flautita de carrizo de en medio de la Fig. 8, tienen una F0 alrededor de 1256, 1335 y 1420 Hz, con los dos obturadores más alejados. La probable causa de ese resultado es que el modelo matemático utilizado no considera factores que pueden afectar la altura de los sonidos, como son los parámetros de morfología y dimensiones del sistema sonoro (aeroducto, boca sonora, bisel y obturadores). El factor de corrección usado puede ser muy superior.

Existen estudios hasta de [tesis para diseñar flautas](#)⁴¹, pero son complicados para aplicarse.

Un método de diseño experimental efectivo consiste en utilizar un modelo que permita operarlo acústicamente variando gradualmente la longitud de su tubo resonador, para medir la F0 generada con los cambios. Los modelos experimentales usados para probar las [Flautas con ranura de Leonardo da Vinci y del México Antiguo](#)⁴² son excelentes para producir sonidos *glissando* que pueden variar la altura sonora en forma continua, para obtener una F0 deseada.

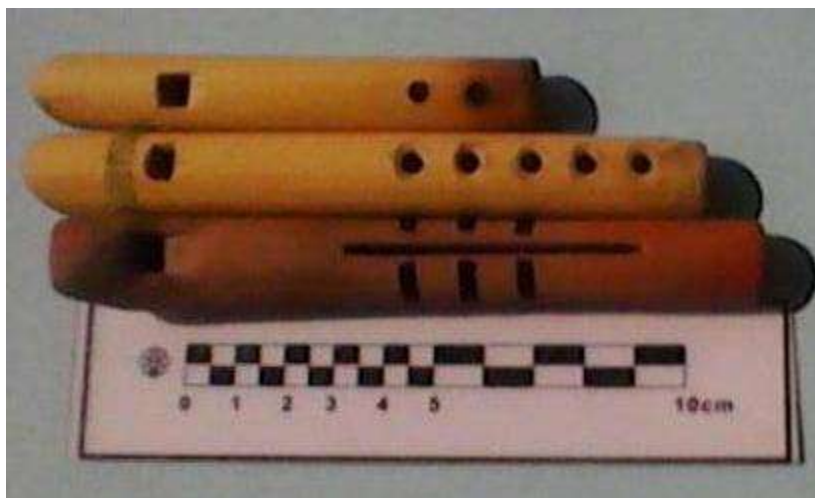


Fig. 8. Flautitas experimentales de arcilla y de carrizo. 1 cm de diámetro interior.

⁴⁰ $N = 170 / (l + 0.6 * D)$, donde: N = Frecuencia, en ciclos/segundo (F0); l = Longitud, en m (desde la salida del aeroducto hasta el obturador); D = Diámetro interno del tubo, en m; 0.6= es un factor de corrección (considerando los resultados puede ser cercano a 3.7) y; 170 = 340 (velocidad del sonido) / 2. En nuestro modelo D = 0.01 m y la longitud despejada queda como $l = (170 / N) - 0.006$

⁴¹ <http://newt.phys.unsw.edu.au/~pdickens/PaulDickensThesisPrintVersion.pdf>

⁴² <http://tlapitzalli.com/isigma04/leonardo/glissando.html>

En el inferior de la Fig. 8 se muestra una flauta experimental con ranura de arcilla, que tiene tres cintas negras pegadas a las distancias que puede generar las notas musicales B6-A6-G6, aunque la altura de los sonidos puede variarse con la intensidad de la insuflación, como sucede con todas las flautas y, aún más, con las pequeñas. Ese modelo puede generar muchas micronotas o microtonos, en el rango de la ranura. Las distancias obtenidas son cerca de 3.7 cm menores a las calculadas.

El modelo experimental definitivo debe hacerse igual y cortarse en la distancia de la cinta negra más alejada del bisel para que genere la nota más baja y en las otras cintas negras, deben hacerse las perforaciones ajustadas para producir las otras dos notas superiores, como las ya realizadas en las flautitas de carrizo de la Fig. 8.

En la construcción de los modelos experimentales debe cuidarse que todos los factores de la flauta permanezcan iguales, como su morfología y dimensiones del sistema sonoro, para que no cambien los sonidos generados.

En los modelos experimentales hechos con arcilla húmeda, es necesario considerar su porcentaje de reducción al secarse y hornearse o cortarla y perforarla al final.

Ya se comentó que por su tamaño reducido de esas flautitas, pueden vaciarse copias hasta en metales preciosos, para recrear extraordinarias y singulares joyas sonoras.

En los modelos de carrizo, el canal del aeroducto puede formarse de varias maneras, como con un tapón de madera o hasta hecho de cera aplanados y con una tira de carrizo en el interior del tubo o amarrada en la parte superior de la embocadura.

Con un modelo reconstruido, ajustado, probado y analizado⁴³, ya puede usarse para hacer otras copias, ejecuciones, reinterpretaciones, experimentos y mediciones con metrología sonora o acústica.

La presión sonora de estos modelos experimentales no es alta (80 dB, medida con un sonómetro a 1 m y 0 grados), ni su potencia acústica radiada equivalente estimada (0.0025 Watts)⁴⁴, pero sus sonidos pueden escucharse a una distancia considerable, hasta más de 200 m, como los de cantos de pájaros en primavera, por su alta tesitura en el rango de mayor sensibilidad auditiva humana, aunque para la ejecución de esas flautitas no se requiere de mucha presión de insuflación.

La única limitante para la recreación sonora, es la capacidad e imaginación de su flautista ejecutor. Hace tiempo, cuando pregunté a unos Voladores de Papantla, cuántos sonidos y melodías podían producir con su flautita similar, me comentaron que con ella tocaban más de

⁴³ En la realidad, hasta el diámetro de los obturadores afecta los sonidos producidos, ya que se incrementa, la altura de la F0 también se aumenta. Los modelos de flautitas con tubo abierto en el extremo distal, generan varias frecuencias armónicas.

⁴⁴ La potencia acústica radiada se estimó con las ecuaciones (en formato Excel):

$I = (10^{-12}) * 10^{(dB/10)}$ y $W = 4 * \pi * l * I$, donde, dB = Presión del sonido medida con un sonómetro, I = Intensidad sonora (Watts/m²), W = Potencia acústica radiada (Watts) y $\pi = 3.1416$.

50 sonecitos. Los huicholes actuales, podrían construir y ejecutar modelos de su flautita de hace más de un siglo, para ver lo que ahora pueden tocar con ella.

Ya se vio que si se operan dos o más modelos de flautitas similares con las mismas digitaciones, pero no iguales en sus dimensiones, se generan batimentos sónicos e infrasónicos con efectos audibles interesantes y especiales, como sucede con otros resonadores de aliento mexicanos pequeños. No se tiene información de que la flautita huichol original se haya tocado al mismo tiempo con otras similares, aunque con sus modelos ya se hizo.

Lo más importante mostrado es que hasta una pista sonora temprana puede servir para analizar y mostrar, no solo los sonidos registrados y reinterpretados, pero hasta para recrear, revivir, caracterizar y estudiar virtualmente la flautita que los produjo y todos los sonidos que pueda producir, aunque se haya perdido la huichol y no se tenga ninguna información de ella, ni de su uso original.