



## ESTUDIO ACÚSTICO DE INSTRUMENTOS DE VIENTO DEL FOLKLORE VASCO

PACS: 43.66.Jh

Asier Agos; M<sup>a</sup> Jesús Elejalde; Erica Macho; Marie Nghiem  
Departamento de Física Aplicada 1  
Escuela Superior de Ingeniería  
Universidad del País Vasco  
Alameda de Urquijo s/n.  
48013 Bilbao  
Tel:++ 34 946 014 256  
Fax:++34 946 014 178  
E-Mail: [mariajesus.elejalde@ehu.es](mailto:mariajesus.elejalde@ehu.es)

### ABSTRACT

In various wind instruments of the Basque folklore, this work analyzes the importance of each of the harmonic components that appear when playing every note. For the notes obtained with diverse articulations or fingering, the work studies the FFT spectra and also the value of the pressure. The pressure is measured with a sound level meter that is placed next to the microphone that records the note. 'Analysis of the intervals for the harmonic components in the txistu' keeps in mind the imperfections of the tuning, due to the simplicity of the instrument and also to materials quality.

### RESUMEN

Este trabajo analiza los armónicos que se forman en varios instrumentos de viento del folklore vasco, cuáles son los que aparecen al tocar cada nota y la importancia de cada uno de ellos. Son estudiados los espectros FFT de las notas conseguidas con diversas articulaciones o configuraciones de los dedos y el valor de la presión medido con un sonómetro situado junto al micrófono que capta la nota. El 'análisis de los intervalos para los armónicos en el txistu' tiene en cuenta las imperfecciones de la afinación, debidas a la sencillez del instrumento y también a la calidad del material.

### INTRODUCCION

Como cualquier otra cultura, la cultura vasca ha desarrollado sus propios instrumentos musicales, interpretados sistemáticamente en las áreas rurales en "fiestas" y bailes. Además, muchos compositores vascos han dedicado sus composiciones a ellos. Actualmente, algunos instrumentos han obtenido su propio lugar en la música de cámara. Situamos a continuación el contexto y descripción de algunos de los instrumentos cuyo estudio acústico hemos abordado.

#### Flautas

El txistu es probablemente el primer instrumento musical genuino del folklore vasco. Es parecido a una flauta de pico, únicamente con cuatro agujeros, que es sostenida e interpretada con la mano izquierda. La mano derecha del intérprete sostiene una baqueta de tambor para

golpear el tamboril o tambor que está suspendido del brazo izquierdo. Las investigaciones etnográficas sostienen que los txistus originales eran contruidos de huesos de animales, muy probablemente huesos de bueyes. Posteriormente, fueron realizadas versiones de madera, y más recientemente se han incluido también versiones de metal y nylon. El txistu originalmente se fabricaba de una sola pieza. El cambio a dos partes y posteriormente a tres, otorga la ventaja de poder variar la afinación ligeramente introduciendo anillas de madera en la intersección de los tubos, o cambiar la pieza inferior y convertirlo así en un txistu de otra tonalidad. Una reminiscencia fósil de un txistu ha sido datada con una antigüedad superior a los 27000 años. Tras siglos de perfeccionamiento artesanal, hoy en día es corriente encontrar bandas de txistu de cuatro músicos. El txistu primero, el txistu segundo, el silbote (txistu barítono), acompañados por el atabal o tambor. En el folklore vasco francés es frecuente la txirula, que puede ser considerada como un txistu en miniatura y emite un sonido de tono más alto. Actualmente se imparte la enseñanza del txistu en numerosas Escuelas de Música y en los Conservatorios Superiores junto con instrumentos usuales en la Música Clásica.

### Lengüetas batientes

- La alboka, es el clarinete doble tradicional vasco. La inmensa mayoría del tiempo el intérprete de alboka es acompañado por un intérprete de pandereta/cantante. La alboka ofrece la posibilidad de interpretar una música polifónica a dos voces. Produce un sonido de tono elevado y su interpretación exige que se utilice correctamente la técnica de la “insuflación continua de aire”, que permite al intérprete obtener un sonido continuo como una gaita. Hace unos años la alboka estaba en período de extinción, y en la actualidad ha sido recuperada, especialmente en Vizcaya. El nombre hace referencia al par de tubos sonoros que están unidos o “a costado” y descansan sobre el soporte de madera (yugo). Sus partes principales son la boquilla, el pabellón y el yugo. Consta de dos tubos de caña, el de la izquierda con cinco agujeros y el de la derecha con tres. Un extremo desemboca en un pequeño cuerno (normalmente de buey) en el cual se encuentra una pieza de madera que recibe la lengüeta. El otro extremo tiene un cuerno más grande que sirve de pabellón acústico. Todas las piezas son fijadas sobre un soporte de madera decorado. El yugo sirve de soporte a los tubos y de asidero al tañedor, al ejecutarse las melodías. La mano izquierda tiene que tomar la alboka por su yugo con los dedos pulgar anular y meñique, dejando los dos dedos restantes para cubrir los orificios cuarto y quinto del lado de la boquilla. La mano derecha coge al yugo con el dedo pulgar al tiempo que el meñique es utilizado para sostener el pabellón que queda suelto, siendo los tres dedos restantes los encargados de cubrir los orificios pares.
- Los “oboes” vascos, instrumentos de lengüeta batiente doble, entre los que encontramos los siguientes. El supriñu, un aerófono simple y único, es uno de los instrumentos más antiguos. Está hecho de corteza de avellano retirada del tronco en forma de banda, que es plegada a una extremidad para formar la lengüeta y luego enrollada para constituir un tubo cónico y largo. Una aguja de espino blanco permite mantener la corteza enrollada. Sobre el tubo son perforados agujeros, con el fin de hacerlo un instrumento a tres tonos. La gaita es en esta familia el más conocido y difundido en el folklore vasco. De origen probablemente árabe (encontramos el equivalente en el Magreb del nombre de aljaïta) el instrumento conoció su desarrollo particularmente en Navarra. Es un instrumento poderoso hecho para la calle y las plazas, que ha sido utilizado sistemáticamente en todas las fiestas, los conciertos y los bailes populares. La formación tradicional de gaiteros está constituida por dos intérpretes de gaita y un tamborilero. Su factura se mejoró considerablemente permitiéndole integrarse en la orquesta clásica. La txanbela, muy próxima a la gaita pero de las dimensiones más reducidas se encuentra en el folklore vasco francés. La dultzaina es el mismo instrumento que la gaita en una forma más rural y rústica. Es un instrumento difícil de interpretar y a diferencia del txistu, es interpretado con ambas manos. Parece que hoy estuviera casi completamente suplantada por su “hermana” la gaita navarra. Aunque a estado a punto de extinción, diversos esfuerzos la han preservado y promovido su revitalización.

En la Figura 1 se muestran varios músicos interpretando instrumentos de viento del folklore vasco



Figura 1: A la izquierda un intérprete de txistu. En el centro un intérprete de alboka. A la derecha un intérprete de dultzaina.

En la Figura 2 se muestran varios instrumentos de viento del folklore vasco

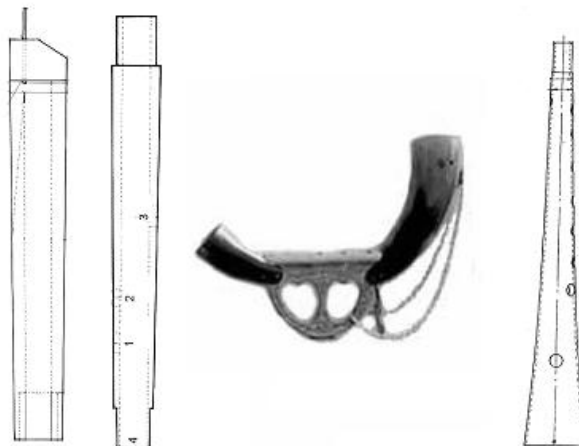


Figura 2. A la izquierda vista lateral del txistu, en dos piezas (los agujeros están numerados como 1 2 3 y el 4 es el agujero principal del tubo). En el centro vista de la alboka. A la derecha vista de la dultzaina

## SISTEMA EXPERIMENTAL

Para tomar estas medidas, hemos utilizado un micrófono modelo de Brüel & Kjaer 4189-A colocado a medio metro de distancia enfrente del instrumento, un convertor analógico digital modelo 3560-L y el programa Pulse 10 de Brüel & Kjaer para analizar los datos obtenidos.

## ESPECTROS FFT

En la Figura 3 se muestran los espectros FFT de varios instrumentos de viento del folklore vasco. En ellos se puede apreciar la amplitud decreciente de los parciales del txistu al aumentar la frecuencia, en contraste al elevado número de parciales cuya amplitud es alta en el caso de la dultzaina. En la alboka los espectros FFT ponen de manifiesto la posibilidad de este instrumento para la interpretación de una música polifónica a dos voces.

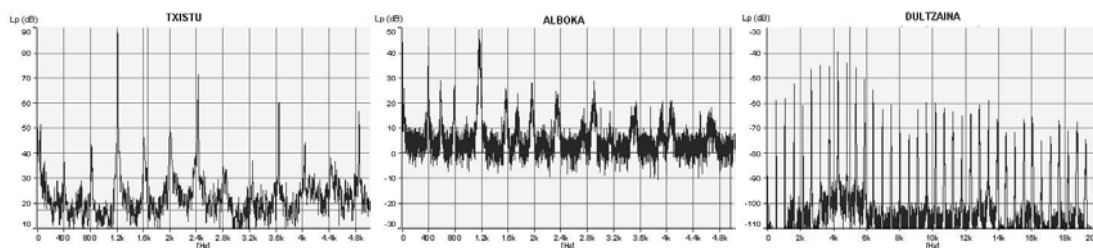


Figura 3. A la izquierda espectro FFT de un sonido del txistu. En el centro espectro FFT de un sonido de la alboka. A la derecha espectro FFT de un sonido de la dultzaina

### CENTROIDE ESPECTRAL Y TIMBRE

La Figura 4 representa los centroides espectrales para diversos sonidos obtenidos en 6 dultzainas de diferentes materiales y número de agujeros. Las dultzainas de madera son todas de 6 agujeros. Se ha tomado el valor medio de cuatro medidas para cada nota.

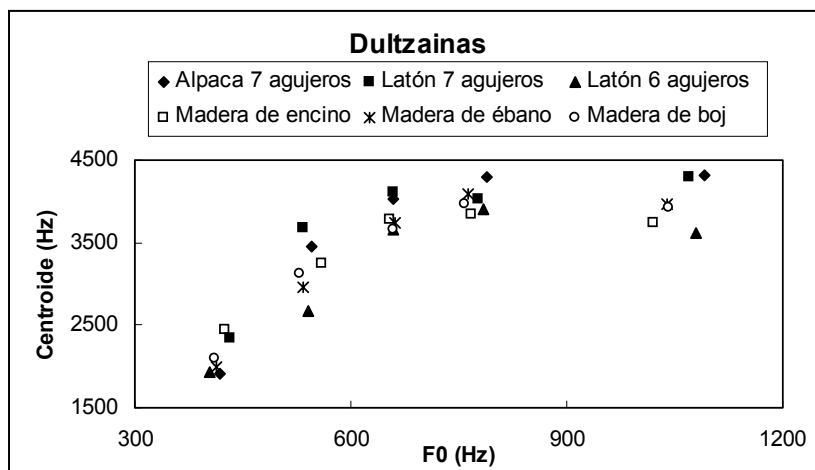


Figura 4. Centroides espectrales para diversos sonidos obtenidos en 6 dultzainas diferentes.

En el estado estacionario de un sonido el timbre depende de la distribución de potencia sonora en función de la frecuencia. Para un espectro de potencias con componentes  $P_i(f_i)$ , el centroide espectral  $f_c$ , es una frecuencia que se define como  $\sum f_i P_i / \sum P_i$ . La definición guarda analogía con la del centro de masas. Muchos investigadores sostienen que la calidad tímbrica o brillantez está correlacionada con el incremento de potencia de las altas frecuencias. La hipótesis es la de que la brillantez de dos tonos está simplemente correlacionada con  $f_c$ .

La observación de los datos obtenidos parece indicar que las dultzainas con 7 agujeros, ambas metálicas, son las que presentan un centroide más alto y por tanto un timbre más brillante en las notas medias y altas. En contraste, las dultzainas de madera y en particular la de encino presentan una calidad tímbrica más homogénea en toda su tesitura.

### ANÁLISIS DE LOS INTERVALOS PARA LOS ARMÓNICOS EN EL TXISTU

Hemos realizado nuestro análisis con un txistu de la marca Keler, fabricado en ébano. Una boquilla metálica conduce el flujo de aire hasta una lengüeta de metal. Se ha tomado el valor medio de veinte medidas para cada nota, considerando la posición I con los agujeros 1 2 y 3

cerrados, la posición II con los agujeros 2 y 3 cerrados, la posición III con el agujero 3 cerrado, la posición IV con todos los agujeros abiertos y la posición V con el agujero 1 cerrado.

Las diferencias de frecuencia entre los parciales de cada nota están teóricamente a una distancia concreta, según la norma de la afinación justa. Comparamos estos valores teóricos con los valores obtenidos en la práctica, a partir de los espectros FFT. De esta manera, conseguimos la Figura 5, que se muestra a continuación e indica la desviación de los intervalos de 4ª Justa, 5ª Justa y octava para los parciales de una nota. Como vemos en la figura, las mayores desviaciones se dan en las notas más graves y no son mayores de un 0.06%.

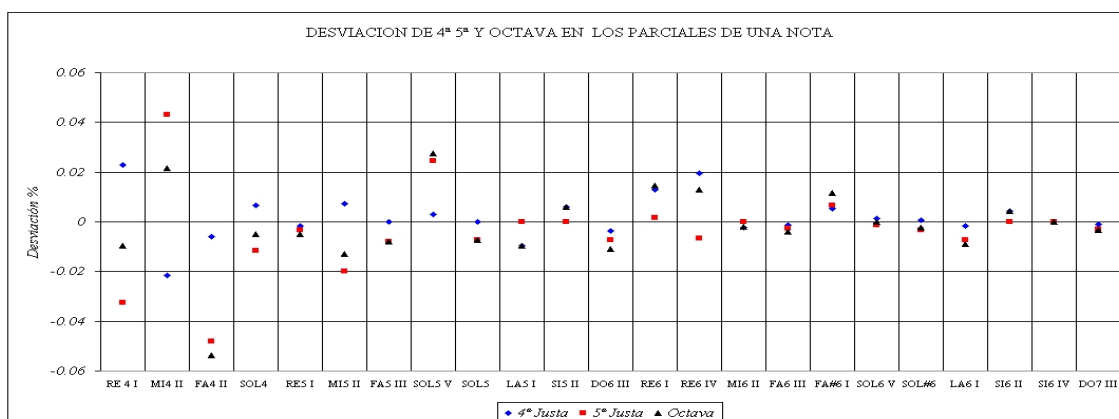


Figura 5. Desviación de los parciales que forman intervalos de 4ª Justa, 5ª Justa y octava.

Comparando las frecuencias fundamentales de una nota y otra nota a una cuarta justa, quinta justa u octava, podemos concluir cuánto se desvía ésta sobre el ideal. La Figura 6 muestra estas desviaciones.

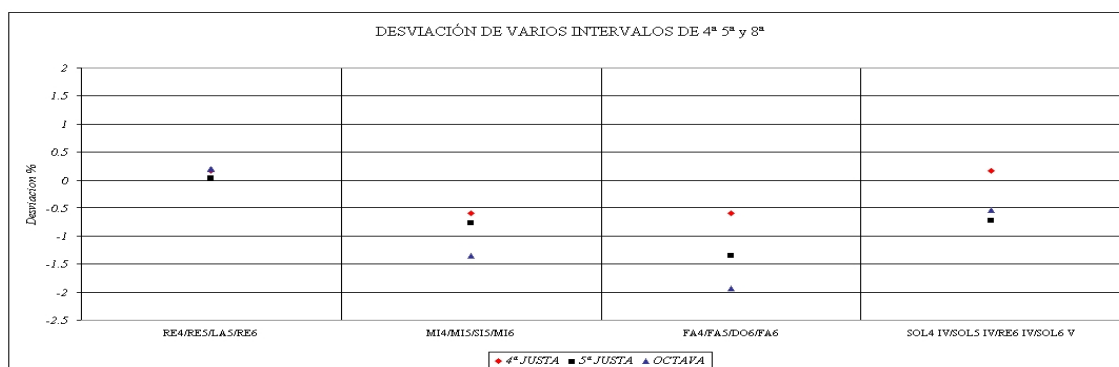


Figura 6. Desviación de la frecuencia fundamental para diferentes intervalos.

En la Figura 6, vemos cómo las notas que conseguimos con la posición I son las que presentan una mejor afinación. Para las otras posiciones las desviaciones llegan hasta el 2%. Esta desafinación es la causa por la que los intérpretes utilizan digitaciones alternativas o correcciones en esta y otras notas con comportamientos similares.

## CONCLUSIONES

Los espectros FFT de sonidos emitidos por txistus, albokas y dultzainas presentan características diferenciadas, siendo la dultzaina en la que aparecen un mayor número de parciales de amplitud alta, y poniendo de manifiesto la posibilidad que tiene la alboka para la interpretación de música polifónica.

Los datos parecen indicar que las dos dultzainas metálicas con 7 agujeros presentan en las notas medias y altas un valor mayor para el centroide y por tanto un timbre más brillante, mientras que las de madera presentan una calidad tímbrica más homogénea en toda su tesitura.

El análisis de los intervalos para los armónicos en el txistu muestra que la posición con todos los agujeros cerrados en la que el tubo es más regular presenta una mejor afinación.

## **AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el proyecto 1/UPV 00057.345-E-15903/2004 de la Universidad del País Vasco/ Euskal Herriko Unibertsitatea. Agradecemos a intérpretes, profesores y constructores de instrumentos la colaboración y ayuda prestada, particularmente a Jesús Alonso, Aitor Amilibia y Alberto Artal.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. Luis Ángel Payno, "Construcción de instrumentos tradicionales", <http://www.es-aqui.com/payno/pral.htm>
2. José Mariano Barrenetxea, "Apuntes de txistu", ISBN 84-398-2920-5
3. José Mariano Barrenechea, "Alboka", Ed. Archivo Padre Donostia. ISBN. 84-400-9528-7
4. Manu Gojenola Onaindia, "La alboka y los albokaris", <http://www.euskonews.com/0298zbnk/gaia29803es.html>
5. N. H. Fletcher y T. D. Rossing, "The Physics of Musical Instruments", Springer 2000.
6. M. Campbell y C. Greated, "The Musician Guide to Acoustics", Oxford University Press 2001.