

Apuntes fonéticos sobre el txistu

ALEXANDER IRIBAR IBABE
LABORATORIO DE FONÉTICA
UNIVERSIDAD DE DEUSTO (2013)

1. Presentación

La Fonética es la disciplina lingüística que se ocupa del estudio de los sonidos del lenguaje. Utiliza habitualmente métodos experimentales y aborda su trabajo desde tres posibles perspectivas: la articulatoria (cómo se producen los sonidos lingüísticos), la acústica (cómo son físicamente) y la perceptiva (cómo se perciben).

Los conocimientos y los métodos de la fonética pueden aplicarse –se aplican, de hecho– a otros muchos ámbitos: la logopedia, el aprendizaje de lenguas, el reconocimiento y la identificación de los locutores (la denominada fonética forense o fonética judicial), el reconocimiento y la síntesis automática de habla (parte fundamental de las conocidas *speech technologies*), etc.

También pueden aplicarse al análisis de los sonidos producidos por medio de una flauta recta, en nuestro caso, el txistu. Y pueden aplicarse al menos desde la perspectiva articulatoria (qué *gestos articulatorios* originan los sonidos) y desde la acústica (qué características físicas poseen los diferentes sonidos emitidos por el instrumento)¹.

La idea básica que posibilita esta aplicación es que el txistu y el habla comparten el fenómeno de la articulación: en un caso, el sonido generado en la glotis se modifica en la cavidad oral mediante los movimientos de los órganos de la articulación (la lengua, especialmente); en el otro, son los movimientos localizados en la cavidad oral los que modifican la columna de aire que va a vibrar en el tubo sonoro (cuyas propiedades, además, se modifican mediante la digitación). Por tanto, a pesar de las grandes diferencias entre los dos hechos, también comparten –aunque en niveles muy diferentes– ciertas características similares², que posibilitan en última instancia lo que pretende esbozar este trabajo: la aplicación de algunos conocimientos y técnicas de la Fonética al estudio del txistu.

Así pues, ¿qué puede decir un fonetista acerca del txistu y de su articulación? No de-

masiado, y probablemente nada demasiado importante, puesto que los parámetros fundamentales para su análisis deben ser, por supuesto, musicales. Pero creo que las observaciones fonéticas acerca del instrumento matizan, explican y enriquecen las indicaciones técnicas que los txistularis utilizan habitualmente, y pueden en última instancia ayudarlos a comprender mejor su instrumento y cómo tocan.

2. El presente trabajo: objetivos y metodología

En este trabajo pretendo mostrar un análisis relativamente completo de la articulación básica del txistu y, por extensión, de cualquier flauta recta: la articulación picada. Trataré de describir el fenómeno con los mismos criterios con los que la Fonética caracteriza los sonidos de la lengua. Examinaré los elementos que intervienen en el proceso, su zona y modo de articulación, las fases de los movimientos y los factores principales de variación de la articulación picada.

Me valdré para ello de algunas de las técnicas experimentales de que dispone el Laboratorio de Fonética de la Universidad de Deusto, así como de varios materiales obtenidos en algunos de los proyectos de investigación desarrollados en el mismo. Más concretamente, utilizaré lo siguiente:

- Imágenes endoscópicas de la articulación del txistu y de ciertas consonantes.
- Imágenes y análisis electropalatográficos de la articulación del txistu.
- Imágenes de resonancia magnética de la articulación de algunos sonidos del euskara y del castellano.
- Análisis acústicos espectrográficos de grabaciones lingüísticas y musicales.

Todos estos elementos se presentan y explican con algún detalle en el Anexo³. Es importante resaltar que todos los materiales, lingüísticos y musicales, que se presentan han sido producidos por mí. Por tanto, en rigor, no se va a analizar la articulación del txistu,

sino *mi* articulación. Creo que los resultados pueden ser representativos de la generalidad de los txistularis, pero también es verdad que, al menos en lo lingüístico, la variación entre los individuos es muy considerable. En definitiva, los resultados pueden admitirse como válidos, pero siempre con la debida cautela.

3. La articulación picada: descripción general

La articulación picada (conocida también como *golpe de lengua*) puede considerarse el tipo básico de articulación del txistu. La columna de aire proveniente de los pulmones debe adquirir impulso en la cavidad oral para que incida con la presión y la dirección adecuadas en la embocadura del instrumento. Esto se produce con un movimiento característico de la lengua, que solemos tradicionalmente asociar a la pronunciación de una [t]⁴.

Recordemos cómo explica José Inazio Ansoarena este proceso en *Txistu Gozoa* (1982: 33):

Se coloca la punta de la lengua tras los dientes del maxilar inferior y el punto en que se dobla se apoya en los alveolos superiores. A modo de explosión, como cuando pronunciamos la consonante T, se retira repentinamente hacia atrás y abajo y se continúa echando aire para prolongar la duración del sonido.

Esta descripción⁵ es, a mi juicio, básicamente certera, pero puede matizarse y explicarse con más detalle desde la perspectiva fonética.

La articulación picada debe reproducir la articulación correspondiente a una consonante *oclusiva*. En la producción de este tipo de consonantes, los órganos de articulación se colocan de manera que forman una barrera completa para el paso de la columna de aire, que queda así frenada durante un determinado lapso de tiempo. Esta oclusión –este cierre– puede producirse en diferentes zonas de la cavidad oral, y se genera consiguientemente por diferentes articuladores; por ejemplo, en euskara se articulan⁶:

- Oclusivas bilabiales, producidas por los dos labios. Ejemplo: [p] en *apala*.

1. Quedan al margen, por supuesto, los fenómenos producidos por la digitación, así como las cuestiones generales de acústica musical. Nos referimos siempre en este caso a lo que sucede o se origina dentro de la boca.

2. Cabría aquí hacer una digresión acerca de lo que une y lo que separa al lenguaje y a la música. Para presentar un panorama medianamente completo de la cuestión, habría que acudir a la Lingüística y a la Musicología, pero también a la Psicología, la Neurología, la Zoología, la Etnología, la Paleobiología... Por ejemplo, ¿es la música, como dice Steven Pinker, un mero postre sensorial de la facultad lingüística, o por el contrario es el lenguaje el que deriva de la facultad musical *del homo sapiens*? O, como sostiene Steven Mithen, ¿derivarán nuestras actuales capacidades lingüísticas y musicales de una facultad común anterior en la carrera evolutiva de nuestra especie? Son unas cuestiones fascinantes, pero, por supuesto, no es éste el momento ni de presentarlas siquiera.

3. Está claro que estos materiales no pueden presentarse adecuadamente en un texto escrito. Por eso, en un futuro podrán examinarse en mi página web personal (<http://paginaspersonales.deusto.es/airibar>).

4. Utilizo los símbolos fonéticos de la Asociación Fonética Internacional (IPA, en sus siglas en inglés), tal y como pueden encontrarse en su página web oficial (<http://www.langsci.ucl.ac.uk/ipa/ipachart.html>). Una explicación básica de los principales conceptos fonéticos puede encontrarse en mis *Apuntes elementales de fonética* (<http://paginaspersonales.deusto.es/airibar/Fonetica/Apuntes/Apuntes.html>). Los caracteres fonéticos que representan la pronunciación real de los hablantes siempre se colocan entre corchetes.

5. Juanxto Vega propone otra técnica de articulación básica en sus artículos “La articulación” (*Txistulari*, n.º 162, 1995, pp. 6-8) y “La articulación-II” (*Txistulari*, n.º 171, 1997, pp. 4-7). Estos trabajos contienen muchas observaciones y sugerencias de gran interés para el instrumentista, aunque resultan a veces confusas para el fonetista, y requerirían un análisis más detallado. En este trabajo, por tanto, partiremos de la descripción más *clásica* de Ansoarena, aunque se harán varias referencias a Vega más adelante.

6. Las descripciones siguientes son muy generales y tienen un carácter meramente introductorio. En las páginas posteriores se irán matizando debidamente.

APUNTES FONETICOS SOBRE EL TXISTU

- Oclusivas dentales, producidas por el ápice de la lengua contra la parte trasera de los incisivos superiores. Ejemplo: [t] en *atala*.
- Oclusivas palatales, producidas por el dorso de la lengua contra el paladar duro. Ejemplo: [c] en *aitta* o *ttipi-ttapa*.
- Oclusivas velares, producidas por el postdorso de la lengua contra el velo del paladar. Ejemplo: [k] en *makarra*.

Sea en el lugar que sea, la columna de aire queda frenada, de modo que durante unos pocos milisegundos no se produce ningún sonido; tras ese pequeño lapso de tiempo, la presión de la columna de aire rompe esa barrera y los articuladores se separan bruscamente; se produce así un brevísimo sonido parecido a un chasquido, que se conoce como la *explosión* de la oclusión⁷. Esta fase de la articulación es la que, en nuestro caso, genera el impulso de aire que produce a su vez la nota.

Si repasamos la descripción de Ansorena (1982: 33) desde una perspectiva fonética, tenemos una articulación oclusiva en la que los alveolos son el articulador pasivo (el que no se mueve), mientras que el articulador activo (el que se mueve) es el punto en el que la lengua se dobla. Esto es impreciso para la Fonética: ¿cuál es ese punto en el que la lengua se dobla? Además, cabe suponer que la lengua adopta una forma arqueada, de modo que, en rigor, no puede haber un solo punto en el que se doble. Por otra parte, se dice que el movimiento de la lengua en la fase de explosión es similar al de una [t]. Esta afirmación puede llevar a engaño, puesto que no se refiere a la fase de oclusión, que se ha descrito como alveolar. Esto exige una explicación algo más detallada.

La [t] del español o del euskara se produce habitualmente contra la parte posterior de los incisivos superiores, aunque el contacto incluye también los alveolos; sin embargo, la [t] de otras lenguas se produce algo más atrás, solamente en los alveolos. Cuando se necesita distinguir estas dos realizaciones, el alfabeto de la IPA emplea, para la primera de ellas, el signo diacrítico correspondiente a la dentalidad. De este modo, podemos distinguir, por ejemplo, la pronunciación española [t̪en] (con [t̪] dental, imperativo de 'tener') de la inglesa [ten] (con [t] alveolar, 'diez')⁸. La articulación que se describe en Ansorena (1982: 33) no podría equivaler a una [t̪] dental, sino, en todo caso, a una [t] alveolar; pero al compararla con la pronunciación de la consonante T, y aunque dicha comparación sólo se refiera a la fase de explosión, se puede llevar a engaño a los lectores, para los que [t] es siempre [t̪].

Los siguientes esquemas teóricos muestran la diferencia entre las dos articulaciones⁹:

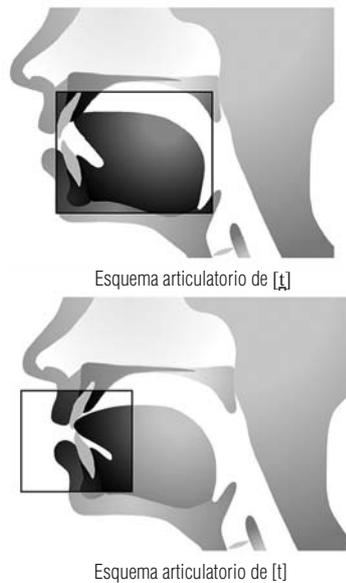


Fig. 1.- Esquemas articulatorios de las tes dental y alveolar

La articulación alveolar que muestra este esquema tampoco es la descrita por Ansorena (1982: 33), puesto que ésta, aunque se realice en la zona alveolar, no está producida —como en el esquema— por el ápice lingual, sino por el dorso. ¿Cómo es, pues, esta articulación? Ansorena propone el siguiente esquema:

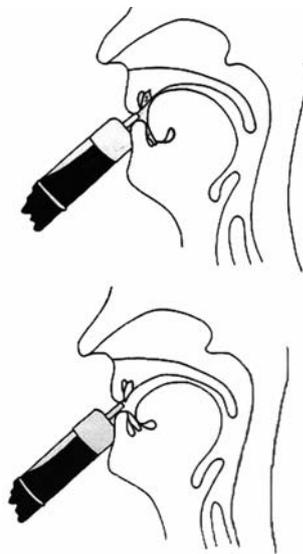


Fig. 2.- Esquema de la articulación picada según Ansorena (1982: 33)

Esta figura doble representa primero (arriba) el momento en el que la lengua produce la oclusión, y seguidamente (abajo) el momento en el que la lengua se separa de los alveolos¹⁰. En cualquier caso, se aprecia con claridad que este esquema está muy alejado de las posiciones articulatorias de [t̪] y de [t]. Además, la lengua adopta una forma excesivamente curvada, con el ápice retorcido hacia abajo, en una posición que prácticamente no aparece en las exploraciones fonéticas (al menos, en las realizadas hasta el momento para el euskara y el castellano). En realidad, pues, hay una cierta inconsistencia entre la descripción realizada y la imagen que pretende ilustrarla¹¹.

Hasta este momento, hemos presentado tres esquemas teóricos, que han resultado ser diferentes. En otras palabras: manejando estos esquemas teóricos, no encontramos un referente fonético claro para la articulación picada del txistu.

Para tratar de esclarecer la cuestión, llega el momento de examinar con detalle las articulaciones reales, lingüísticas y musicales, de un informante concreto cualquiera: yo.

En primer lugar, por medio de imágenes de resonancia magnética (MRI)¹², podemos observar la posición que adopta la lengua —mi lengua— en la articulación de dos consonantes, una dental y otra alveolar. La Figura 3 muestra un momento consonántico central de la producción de los *logatomos* (palabras ficticias pero posibles en una lengua) *atá* (con [t̪] dental) y *asá* (con [s̪] apicoalveolar)¹³:

Como puede verse, la realidad es bastante más compleja que un simple esquema articulatorio. Podrían señalarse un buen número de diferencias entre estas articulaciones reales y los esquemas de la Figura 1. Sin embargo, de modo general puede afirmarse que las dos articulaciones son básicamente similares¹⁴, y que no coinciden con la articulación musical descrita.

¿Hay alguna otra articulación lingüística que podría someterse a comparación con la articulación picada? Ciertamente, dos sonidos del euskara pueden presentarse como candidatos: la [s̪] predorsodental (la escrita habitualmente como "z") y la [c] prepalatal (escrita como "tt"). Los podemos examinar en la Figura 4.

En la consonante de la izquierda ([s̪]), la articulación se produce por el predorso lingual, mientras que el ápice descansa contra los incisivos inferiores¹⁵. Estas características coinciden con la descripción de la articulación picada. El problema es que la articulación es

7. Por eso en Fonética a estos sonidos también se les denomina *explosivos* o *plosivos*.

8. Por supuesto, hay más diferencias entre las dos *tes*, especialmente en lo referente a la tensión articulatoria.

9. Los dos esquemas están tomados de sendas webs creadas por la Universidad de Iowa, que muestran animaciones teóricas de los sonidos del español y del inglés, con explicaciones y ejemplos de audio y vídeo: *Los sonidos del español* (<http://www.uiowa.edu/~acadtech/phonetics/spanish/frameset.html>) y *The sounds of American English* (<http://www.uiowa.edu/~acadtech/phonetics/english/frameset.html>).

10. Hay que valorar el acierto que supone esta doble representación. Toda articulación es un proceso dinámico, y como tal no puede ser expresado en una única imagen. Ansorena presenta los dos momentos fijos más importantes de dicho proceso: el de cierre y el de abertura. (Desde una perspectiva fonética, estos dos momentos se asimilan con facilidad a una fase consonántica y una fase vocálica.) Este apartado de descripción general de la articulación picada se centra por ahora en el momento de la oclusión: dónde se produce y qué parte de la lengua la produce; y, como corolario de esta caracterización, a qué consonante se puede asimilar. La fase de abertura se examinará más adelante.

11. Conviene matizar aún más los esquemas de las figuras anteriores, ya que ambos incurrir en alguna exageración. Por una parte, la lengua de la Figura 2 está exageradamente curvada; por otra, la de la [t̪] de la Figura 1 está excesivamente recta, puesto que corresponde a una articulación casi puramente dental, en la que el ápice de la lengua genera la oclusión exclusivamente en la parte trasera de los dientes. Este tipo de articulación sucede en pocas lenguas en el mundo; lo más habitual —y lo que sucede en euskara y español— es que el contacto abarque también la zona alveolar, de modo que esta [t̪], en un sentido estricto, no es dental sino dentoalveolar. El caso es que para se produzca este tipo de contacto, el órgano activo no es el ápice de la lengua (como en la Figura 1), sino el dorso (sin llegar, por supuesto, a la curvatura antinatural de la Figura 2).

12. La procedencia de estas imágenes, así como la propia técnica, se explican en el Anexo.

13. La apicalidad, es decir, el hecho de que la constricción articulatoria de la *ese* en los alveolos la produzca el ápice de la lengua, y no el dorso o cualquier otra parte, se marca con el diacrítico [s̪].

14. Del mismo modo en que las consonantes dentales suelen ser dentoalveolares, también algunas consonantes alveolares pueden incluir algún contacto dental.

15. Hay que tener en cuenta que en las imágenes de resonancia magnética no pueden verse las partes duras, como los dientes. Sí se aprecia, en cambio, la raíz dental.

APUNTES FONETICOS SOBRE EL TXISTU

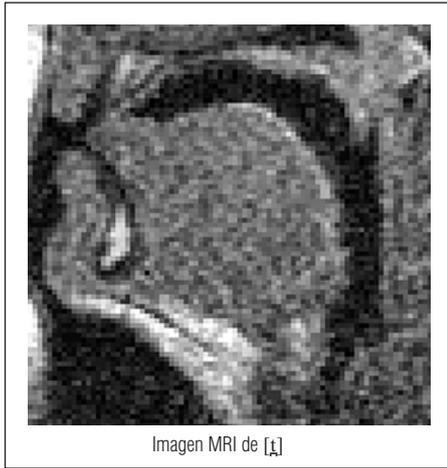


Imagen MRI de [t̪]

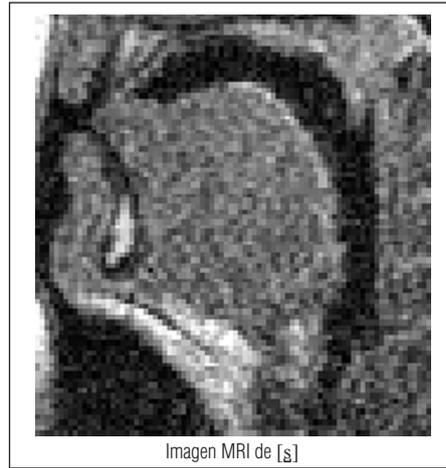


Imagen MRI de [s̪]

Fig. 3.- Imágenes MRI de las articulaciones dental y alveolar



Imagen MRI de [s]

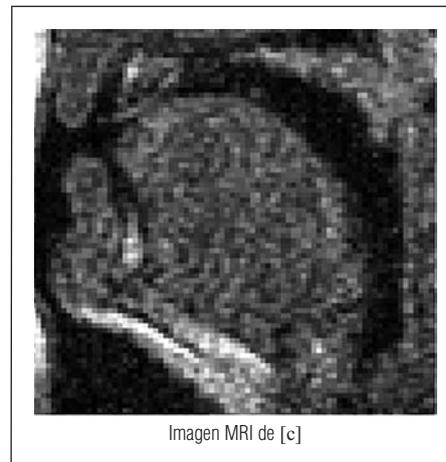


Imagen MRI de [ç]

Fig. 4.- Imágenes MRI de la articulación predorsal y palatal

excesivamente delantera: la lengua toca, ciertamente, los alveolos, pero también los dientes (es, pues, en términos fonéticos, una *ese* predorsodentoalveolar). Además, hay una importante diferencia que no se aprecia en este tipo de imágenes: la *ese* (ésta o cualquier otra) no es una articulación *oclusiva*, sino *fricativa*. Esto quiere decir que los órganos de la articulación no llegan a cerrar por completo el paso del aire, sino que crean un estrecho canal articular por el que la columna de aire, al pasar, genera un sonido característico de *fricción*. Una articulación semejante no genera la *explosión* necesaria para producir correctamente el sonido en el tubo acústico.

En la consonante de la derecha ([ç]), la articulación también se genera por el dorso lingual, y también descansa el ápice lingual contra los incisivos inferiores¹⁶. A diferencia de la anterior, en este caso la lengua no llega hasta la zona dental, sino que se sitúa en la zona posterior de los alveolos y en la zona delantera del paladar. En término fonéticos, es una articulación oclusiva prepalatal. No se transcribiría, en rigor, como [ç], sino como [ç̥], con el diacrítico que señala el adelantamiento articular. Esta consonante es, por tanto, la que más se parece a la descripción de Ansorena (1982: 33).

4. Examen experimental de la articulación picada

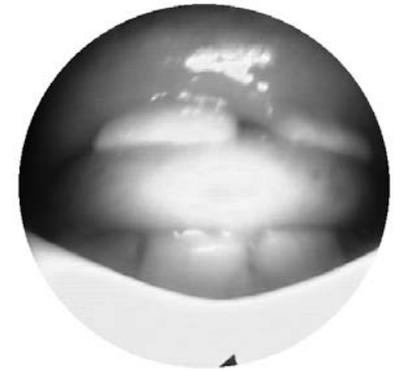
Hasta el momento, hemos examinado las articulaciones lingüísticas consonánticas, hasta dar con la más similar al esquema teórico de la articulación musical. El siguiente paso es observar cómo es esta articulación por medios experimentales. Obviamente, es imposible obtener imágenes de resonancia magnética de un individuo tocando el txistu; por tanto, utilizaremos otras dos técnicas de imagen, ambas disponibles en el Laboratorio de Fonética de la Universidad de Deusto: la endoscopia y la electropalatografía¹⁷.

La Figura 5 corresponde a un fotograma de un vídeo endoscópico de la articulación de la nota *Do* (tercer espacio en clave de Sol). La imagen está tomada desde el ángulo derecho. Puede verse el labio, en la zona superior izquierda, y el extremo de los incisivos superiores, con los contornos muy difuminados. Lo importante es observar que la articulación se produce, efectivamente, por el contacto del dorso lingual con la zona prepalatal, de modo que el área de los alveolos queda a la vista.

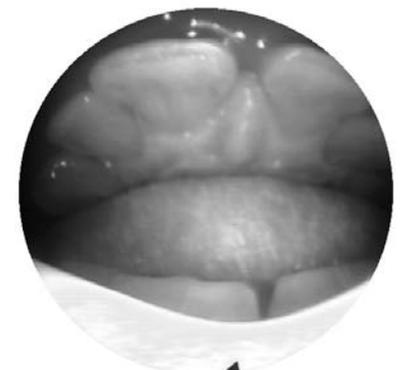
Podemos contrastar esta imagen con la correspondiente a la articulación lingüística del mismo individuo (o sea: yo). La Figura 6 muestra –desde una perspectiva frontal– el contacto dental de [t̪] y el contacto prepalatal [ç]:



Fig. 5.- Imagen endoscópica de la articulación picada (nota Do)



Articulación de [t̪]



Articulación de [ç]

Fig. 6.- Imágenes endoscópicas de dos articulaciones lingüísticas

Como puede verse, estas imágenes corroboran lo indicado en el apartado anterior. Las dos imágenes endoscópicas –la del *Do* del txistu y la de [ç]– son prácticamente idénticas (aunque están tomadas desde ángulos distintos), y coinciden a su vez con la imagen sagital de MRI (Figura 4).

16. En realidad, el ápice lingual prácticamente desaparece, debido a la extraordinaria maleabilidad que posee la lengua. En general, la forma más o menos redondeada de la lengua es una característica de todas las articulaciones *palatales*, es decir, las producidas en algún punto del paladar.

17. Las dos técnicas se presentan en el Anexo.

APUNTES FONETICOS SOBRE EL TXISTU

Procedemos ahora a mostrar los resultados del análisis realizado mediante la electropalatografía (EPG). Los datos obtenidos son más finos que los endoscópicos, especialmente en el eje temporal, y permitirán ratificar y matizar lo expuesto hasta el momento. La Figura 7 muestra los contactos linguopalatales producidos durante la fase que podríamos denominar *consonántica* de la articulación picada, es decir, la correspondiente al tiempo en el que no se emite sonido. Los números de cada electrodo indican el porcentaje de tiempo en el que ha existido el contacto¹⁸. Las notas mostradas son Re-Mi-Fa graves y agudas (marcadas como Re2-Mi2-Fa2); han sido extraídas de una escala diatónica (de Re a Sol2), tocada a una velocidad moderada:

En primer lugar, destaca el hecho de que esta fase que hemos llamado consonántica, y que hemos ligado a la articulación de una consonante oclusiva, nunca es completamente oclusiva, puesto que no hay ninguna fila que mantenga el contacto durante el 100% de la duración¹⁹. Este dato da idea de la extrema

rapidez con la que se mueve la lengua en la articulación picada. Pero hay que aclarar que esta rapidez no es de ninguna manera exclusiva de la articulación musical: la articulación lingüística opera con similar agilidad.

En segundo lugar, llama la atención el considerable contacto lateral²⁰, que se aprecia además en los dos extremos del paladar. En el extremo anterior, se produce un contacto casi completo en el primer electrodo (C1-izda. y drcha.) de la primera fila (F1), es decir, en la zona dental. En varios casos se produce también contacto en C1-F2 del lado derecho²¹. En la zona posterior, el contacto lateral es muy acusado; ocupa casi al completo las dos primeras columnas de la última fila (la postpalatal), y se expande hacia el centro en las dos siguientes filas (correspondientes a la zona mediopalatal). Todos estos contactos laterales sugieren que la lengua, vista desde una perspectiva frontal, adopta una forma ligeramente curvada hacia el centro, con los extremos más levantados, especialmente en la parte posterior.

En tercer lugar, queda claro que la articulación propiamente dicha²², es decir, el mo-

mento en el que la lengua cierra el paso de la columna de aire, se produce básicamente en la quinta fila, esto es, en la zona prepalatal. De esta manera, el análisis EPG concuerda con todo lo señalado anteriormente, y confirma a [ç] como la consonante –en euskara– más parecida a la articulación picada del txistu. También se observa que el contacto linguopalatal no se limita a esa fila, sino que continúa también en F4 e incluso en F3, pero mucho más debilitado y curiosamente lateralizado²³. Por último, los contactos delanteros registrados en la articulación de Mi deben considerarse, sencillamente, como el producto de una articulación defectuosa²⁴.

5. Fases de la articulación picada

En sentido estricto, en el apartado anterior no se ha examinado la articulación picada, sino sólo la fase que hemos denominado consonántica de dicha articulación. Como ya se ha señalado, y el propio Ansorena (1982) trataba de aclarar con su esquema doble (Figura 2), la articulación picada, como toda articulación, no es una posición

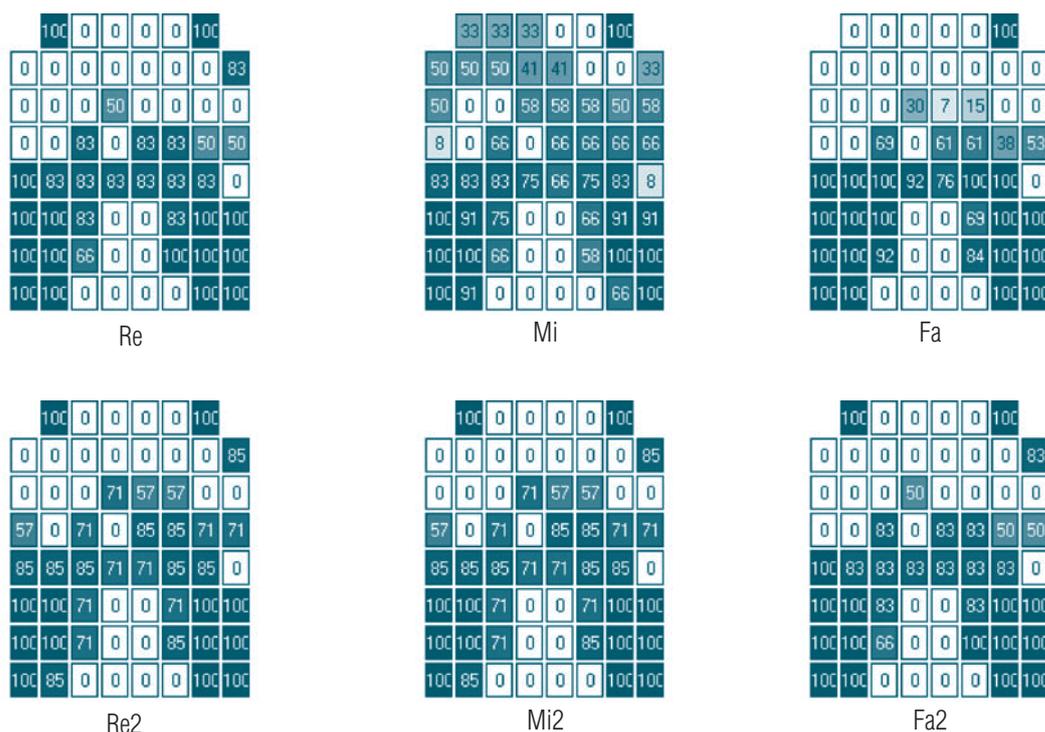


Fig. 7.- Imágenes EPG de la articulación picada

18. En el Anexo se proporcionan la información necesaria para el cabal entendimiento de los gráficos.

19. En este punto, hay que aclarar que los electrodos F4-C4-izda. y F5-C1-drcha. no se han activado correctamente durante la prueba. Con un funcionamiento adecuado, es de suponer que sus datos habrían sido similares a los de los electrodos adyacentes. Por otra parte, es evidente que, a medida que se restringiera el marco temporal del electropalatograma (que en la imagen muestra toda la duración de la oclusión), los contactos más constantes aumentarían sus porcentajes. En cualquier caso, debe quedar claro que los números de los electrodos son porcentajes; en otras palabras: que no haya un contacto del 100% durante toda la articulación no quiere decir que no haya algún momento en el que sí se produzca la oclusión completa. Esto sucede habitualmente –al menos en el habla– en la zona central de la articulación, que suele denominarse *punto de máximo contacto*.

20. Vega (1995, 1997) también insiste en la idea de los contactos laterales en su propuesta articularia.

21. La articulación, como casi cualquier otra cosa del cuerpo humano, nunca es perfectamente simétrica.

22. En cierto modo, los contactos laterales mencionados son residuales, parecen corresponder a una determinada disposición de la lengua a la hora de tocar, pero sin relación directa con los movimientos articularios que efectúa la parte anterior de la lengua para cada una de las notas emitidas.

23. *Ibidem* 21.

24. He preferido mantenerla, en lugar de escoger otra nota mejor conseguida, para mostrar la gran variabilidad de cualquier articulación, en este caso la mía, y la frecuencia con la que se producen articulaciones *defectuosa*s o al menos *no canónicas*. También es el momento de recordar que no resulta nada fácil tocar el txistu con un paladar artificial.

sino una transición, un proceso, es decir, una serie de movimientos.

En el apartado anterior se ha repetido que en la articulación picada pueden distinguirse dos fases principales:

1. La fase consonántica, es decir, de cierre: se produce una oclusión para que, con su explosión, la columna de aire genere la nota. La utilización de los términos oclusión y explosión indica ya que esta fase puede a su vez subdividirse.
2. La fase vocálica, o de abertura: los órganos de la articulación se separan para dejar libre el paso de la columna de aire, que sostiene la nota.

En este apartado examinaremos con algún detalle los distintos momentos que pueden distinguirse en la articulación picada.

5.1. La oclusión

Partimos de la posición de oclusión que ya hemos examinado. Cabe preguntarse desde qué posición se inicia el movimiento de cierre, pero dejaremos en suspenso esta cuestión hasta el final del análisis.

5.2. La explosión

La explosión de la oclusión es el brusco alejamiento de los órganos articulatorios (en este caso, el dorso lingual del prepaladar), favorecido por la presión ejercida por la columna de

aire. El movimiento es tan rápido que, en la mayor parte de los casos, un electropalatograma registra los contactos propios de la oclusión y en el siguiente no se aprecia ya dicha oclusión²⁵. Por tanto, la electropalatografía no es la mejor técnica para un primer examen de la explosión de la articulación picada; resulta más apropiado recurrir al análisis acústico, más concretamente espectrográfico²⁶.

En términos generales, la explosión de cualquier oclusión guarda una relación directa con la tensión articular empleada: a mayor tensión, la explosión es más larga, más intensa y, en definitiva, más perceptible. El concepto de tensión articular se entiende fácilmente de manera subjetiva, pero es muy difícil de precisar en términos físicos²⁷. De todas maneras, está claro que se relaciona al menos con dos fenómenos: la fuerza muscular empleada en establecer la oclusión²⁸ y el volumen y la presión de la columna de aire.

La Figura 8 muestra el espectrograma del momento de la explosión (marcado con un rectángulo de color en la zona central del espectro) de la palabra [a'ça] pronunciada con tres grados diferentes de tensión articular. Se observa con claridad que, a medida que aumenta la tensión articular (de izquierda a derecha), se produce al menos lo siguiente:

- La denominada barra de explosión, es

decir, la mancha negra que recorre verticalmente el espectrograma (correspondiente a la especie de chasquido que es el resultado acústico de la explosión), es cada vez más nítida, más intensa, y consecuentemente más perceptible.

- El tiempo que media entre el inicio de la explosión y el de la vocal siguiente es cada vez más largo.

¿Cómo es la explosión de la oclusión de la articulación picada? En la figura 9, que trata de corresponderse con la anterior, pueden verse los resultados acústicos de la explosión de tres notas Do, producidas cada vez con mayor tensión articular:

Estas tres notas (de distinta duración, por otra parte) muestran bastantes diferencias entre sí²⁹. Lo que interesa ahora es observar una *mancha* inicial entre el segundo y el tercer armónico, que es en este caso el correlato acústico más evidente de la explosión de la fase anterior de oclusión. Este fenómeno es inapreciable en la primera nota, resulta perceptible en la segunda y se destaca con claridad en la tercera. Así pues, a medida que aumenta la tensión articular, el efecto acústico es más evidente, de modo que el instrumentista debe adecuar la tensión de cada una de sus notas para que conseguir que el sonido comience sin ninguna vacilación, pero sin ningún ruido extraño asociado a una explosión excesivamente perceptible³⁰.

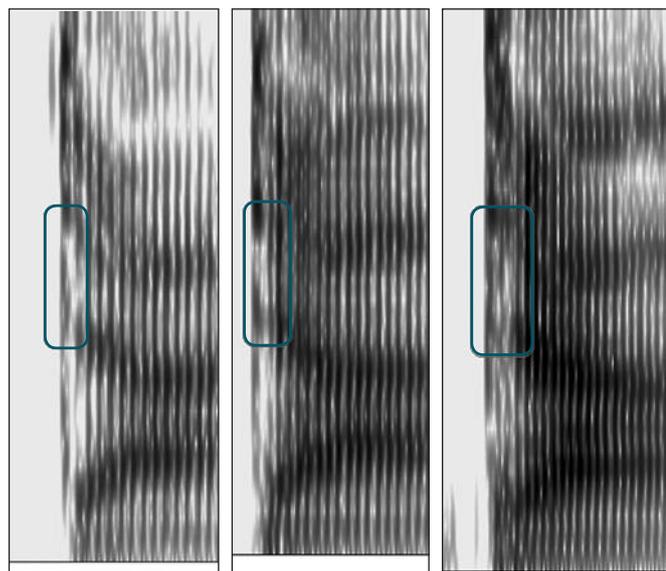


Fig. 8. - Tres explosiones de [ç]

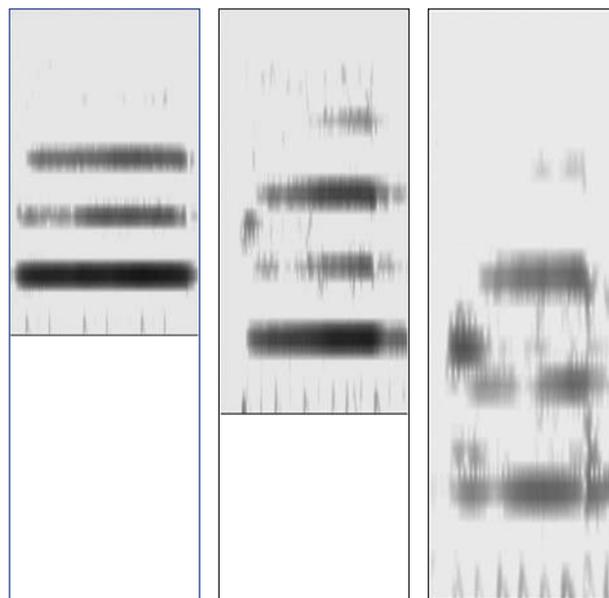


Fig. 9. - Tres explosiones de Do

25. En el análisis lingüístico, la electropalatografía es especialmente indicada para examinar las transiciones que se producen entre los segmentos contiguos del habla. La idea básica es que dichas transiciones (fases brevísimas de unos pocos milisegundos que corresponden a los movimientos articulatorios entre la posición articulatoria del segmento A y la del segmento B) son diferentes en función de las características de cada uno de dichos segmentos. Por ejemplo, las transiciones que se producen en la secuencia [aça] (es decir, la que va de [a] a [ç] y la que va de [ç] a [a]) son distintas de las de [eçe], de las de [ata], etc. Tal vez podría llegar a realizarse un análisis similar para las transiciones entre las diferentes notas y las diferentes articulaciones, pero no sería sensato afrontar un objetivo semejante en este momento.

26. La espectrografía se explica en el Anexo 27.

27. Y es aún más difícil de medir experimentalmente. El rendimiento muscular (más bien la respuesta eléctrica asociada a dicho esfuerzo) puede medirse con técnicas basadas en la electromiografía. También existen aparatos capaces de medir el volumen y la presión de la columna de aire expelida por la boca.

28. A mayor tensión articular, la oclusión tiende a ser más larga, y la zona de contacto de los articuladores, más amplia. Ya se ha dicho que la tensión guarda una relación directamente proporcional con la perceptibilidad de la explosión; hay también otro factor asociado a la explosión: el punto en el que se produce la oclusión. Cuanto más trasera es la oclusión, su explosión tiende a ser más larga; así por ejemplo, la explosión de la velar [k] es mayor y habitualmente más perceptible que la de la bilabial [p]. La relación entre el punto de articulación y la intensidad de la explosión en la articulación musical queda pendiente de un estudio específico.

29. El análisis espectrográfico de cualquier realización repetida, ya sea lingüística o musical, muestra siempre una gran cantidad de diferencias entre cada una de las repeticiones. La variación es además mucho mayor si se manejan informantes diferentes. Por tanto, una parte fundamental del trabajo de análisis consiste, precisamente, en encontrar la *invarianza* en todo ese material heterogéneo.

30. Se trata, en definitiva, de lo que los txistularis comúnmente hemos llamado el ruido de lengua, el *lengüetazo*, etc. Por supuesto, podría ser que en determinadas condiciones resulte un recurso expresivo interesante el que *se nos oiga la lengua*.

5.3. La fase de apertura

En la fase anterior, que hemos llamado de explosión, ya ha comenzado a sonar la nota. Se trata ahora de averiguar cuál es el movimiento que efectúa la lengua cuando se separa rapidísimamente del prepaladar, y qué posición adopta durante la duración de dicha nota. Esta fase, desde un punto de vista fonético, se asimila a un segmento vocálico.

Desde el punto articulatorio, una vocal se caracteriza –entre otras cosas– por no presentar contactos en la zona central de un palatograma. Son, pues, sonidos producidos con la máxima apertura articulatoria. Eso no impide que la palatografía pueda registrar algunos contactos en los extremos exteriores del paladar artificial. Así por ejemplo, la figura 10 muestra las impresiones electropalatográficas correspondientes al momento de máxima estabilidad de mi propia articulación de las cinco vocales comunes al español y al euskara³¹:

¿Cómo son los palatogramas de la fase abierta de la articulación picada? ¿Qué contactos laterales muestran? La figura 11 corresponde a un electropalatograma representativo de mi articulación de la nota Do. Como puede verse, se trata de una articulación muy abierta, asimilable a la de las vocales [a – o]. Sin embargo, presenta una curiosa activación de dos electrodos en las filas quinta y sexta de la primera columna del lado izquierdo, que no resultan fáciles de explicar³², pero que no invalidan la descripción general.

Gracias a la electropalatografía, tenemos una información bastante precisa acerca de la configuración que la lengua adopta desde una perspectiva frontal: casi completamente abierta, y residualmente adherida al paladar en determinados puntos laterales. Sin embargo, hay al menos otras dos preguntas que no sabemos aún contestar: el grado de apertura (o sea, la distancia a la que se sitúa la lengua con respecto al paladar) y la forma que adopta el dorso lingual. Para contestar esta doble pregunta es necesario poder ver la articulación desde una perspectiva sagital³³.

Desde esta perspectiva, la lengua adopta para cada vocal una forma característica, aunque muy variable según los hablantes. Para describir esta forma, la Fonética se ha fijado tradicionalmente en el punto más alto de la curva lingual, y ha ubicado ese punto en un eje de coordenadas, de acuerdo a dos ejes: el de apertura (vocales más abiertas y más cerradas) y el de localización (vocales más anteriores y más posteriores). En la Figura 12 pueden observarse imágenes de resonancia magnética de mi propia articulación de las cinco vocales; en la sexta imagen (que corresponde a la [a]) se sitúan, unidos entre sí, los cinco puntos más altos de las cinco vocales³⁴.

Lamentablemente, no es posible disponer de imágenes sagitales (ni de resonancia magnética ni de ningún otro tipo) de la articulación del txistu, de modo que no podemos saber con certeza la forma que adopta la lengua.

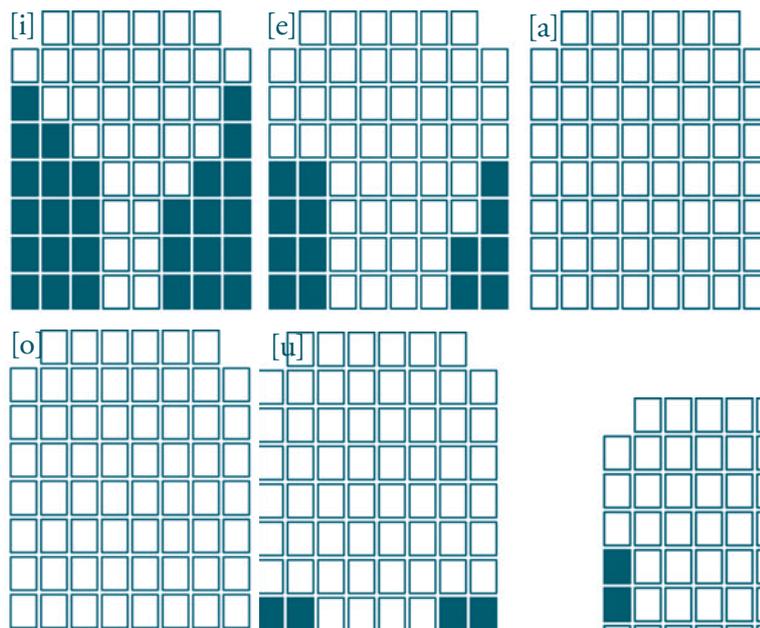


Fig. 10. - Palatogramas de las vocales [i-e-a-o-u]

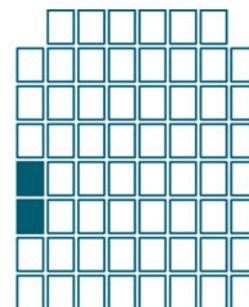


Fig. 11. - Electropalatograma de la fase vocálica de Do

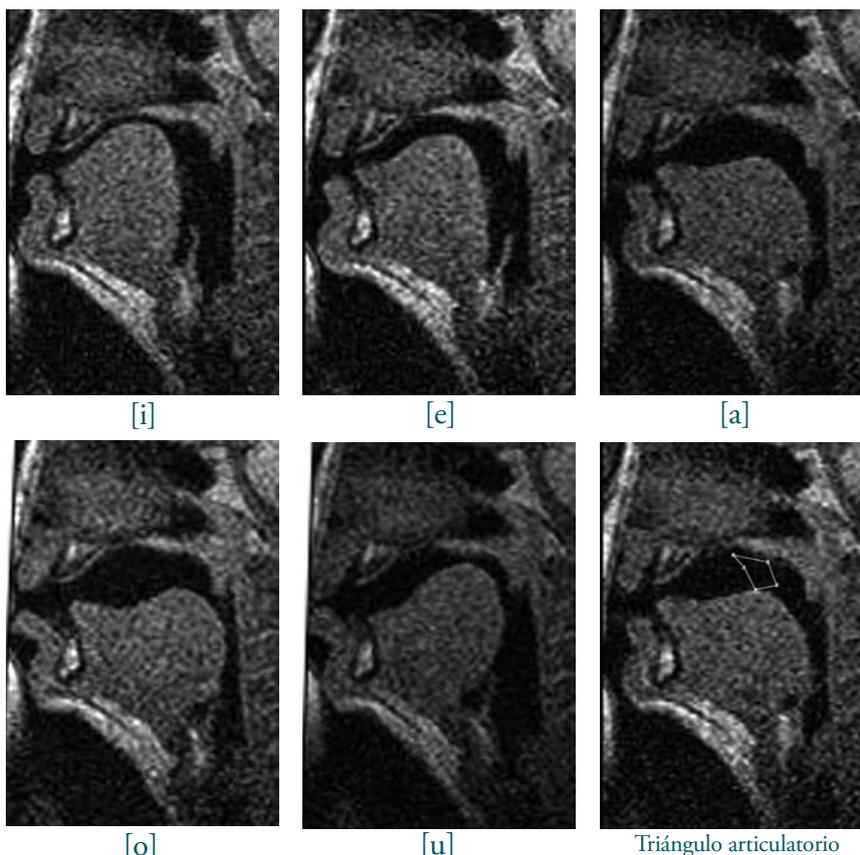


Fig. 12. - Imágenes MRI de la articulación vocálica

31. Es sobradamente conocido que los vocalismos del euskara y del castellano son muy similares. No obstante, pueden señalarse ciertas diferencias, tanto articulatorias como acústicas, que no hacen al caso. En mi articulación, llaman la atención los numerosos contactos de [e] y sobre todo de [i], que resultan en mi caso dos vocales mucho más cerradas que los ejemplos de [e – i] que suelen presentarse como habituales para el español (no hay ninguna descripción electropalatográfica del vocalismo del euskara).

32. Se trata de que el extremo izquierdo de la lengua no acaba de *despegarse* del paladar. En principio, debe considerarse como un pequeño apoyo sin importancia, fruto de la economía gestual.

33. Para estas cuestiones, la Fonética utiliza también un aparato altamente especializado, denominado EMA (*Electromagnetic Articulography*), que registra la trayectoria de los movimientos realizados por los articuladores sometidos a estudio.

34. A esta figura se la conoce como el *triángulo articulatorio del vocalismo* (en este caso, de mi vocalismo), aunque en rigor se trate –en este caso, al menos– de un pentágono.

Personalmente, tengo la sensación –y nada más que una sensación– de que, en mi articulación, la lengua adopta un grado de abertura cercano al de [a], pero la raíz lingual se retrae un tanto, de manera similar a como lo hace en una [u], aunque sin experimentar la fuerte elevación del postdorso que puede verse en su imagen MRI. Esta descripción se ajusta a la articulación de [o] más que a ninguna otra de mis cinco vocales, a pesar de que de ningún modo tengo la conciencia de estar articulando nada semejante a *TO*, o, siendo más precisos fonéticamente, [çə].

En muchas ocasiones, se ha indicado que la articulación picada se asemeja a la sílaba *TU*. Tal vez la razón sea la retracción de la raíz lingual a la que se ha aludido. Vega (1995: 8) señala al respecto: *Algunos métodos emplean la sílaba «ti» para explicar el picado, otros «ta», otros «tu»; yo he optado por «te»... No son exactamente iguales. En el instrumento «ta» o «tu» suenan ligeramente más bajos de tono que «ti»*. En cualquier caso, creo que en este trabajo queda claro que este tipo de expresiones o comparaciones debe manejarse con cuidado, porque la comprensión que un hablante posee sobre sus movimientos y posiciones articulatorias es limitada y confusa, de modo que es fácil que se produzcan desafortunados malentendidos entre el profesor y el alumno.

Esta cuestión de la abertura es ciertamente importante, por un doble motivo: por una parte, el proceso articulatorio debe ser cinéticamente eficiente, lo que exige que la lengua no efectúe desplazamientos superfluos hacia una excesiva abertura (como tal vez sucede en mi articulación, a juzgar por el electropalatograma de ejemplo³⁵); por otra parte, los diferentes grados de abertura conllevan, al menos en teoría, efectos en el sonido resultante, que puede obtener *coloraturas* diferentes (es decir, sutiles variaciones en su estructura armónica) e incluso ligeras alteraciones tonales³⁶.

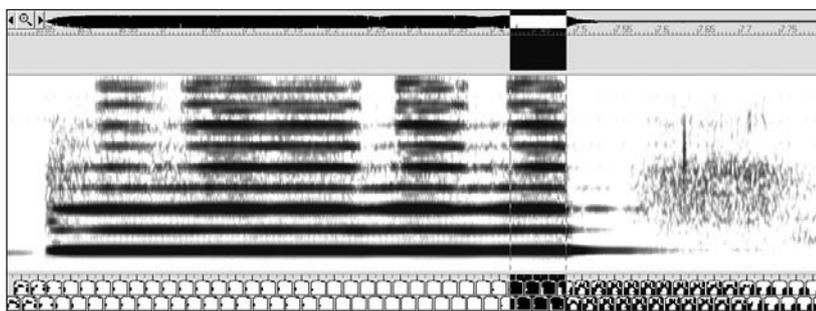


Fig. 13. - Análisis EPG del final de la articulación picada

5.4. El final de la articulación

La última fase de la articulación picada es la responsable del final de la nota. En principio, caben dos posibilidades para hacer que una nota deje de sonar: dejar de soplar o interrumpir el paso de la columna de aire con un nuevo movimiento de cierre de la lengua contra el prepaladar (asumiendo que se vuelva a repetir el punto de articulación que dio origen a la nota). En realidad, cabe una tercera posibilidad, en la que las dos acciones –el cese de la columna de aire y el cierre articulatorio– se producen a la vez³⁷.

Para examinar esta cuestión, nos valemos de un análisis EPG del final de una nota producida al final de una frase musical³⁸. La Figura 13 muestra los componentes del análisis:

- En la parte superior, aparece el oscilograma de la nota en cuestión (concretamente, un *La*). Su parte final está seleccionada (por eso se ve con los colores invertidos). La selección se traslada a los demás componentes.
- Debajo, en la zona central, se muestra el espectrograma. Las oscilaciones de intensidad reflejan el vibrato. La mancha de la derecha es el ruido de la respiración durante el silencio (puesto que la música grabada continúa).
- En la parte inferior se muestra, miniaturizada, la sucesión de los electropalatogramas de la articulación (que se leen de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha). Para facilitar la “lectura”, los electropalatogramas se señalan con una rayita vertical, más larga para la fila superior.

Puede verse que la nota no termina abruptamente, como si estuviera *cortada a cuchillo*, sino que presenta una especie de *diminuyendo* final, que se aprecia claramente en el oscilograma tras la sección seleccionada. Esta especie de eco final no afecta por igual a todos los armónicos del sonido, sino sólo a los iniciales, como puede verse en el espectrograma³⁹. Ésta es la manera en la que finalizan normalmen-

te todos los sonidos naturales, incluidos los del habla y los del txistu⁴⁰. Lo importante es destacar que la nota no termina con una explosión similar a la que se ha descrito anteriormente para su inicio.

¿Cómo se comporta la lengua en esta fase final? La Figura 14 presenta cuatro electropalatogramas. El primero refleja el porcentaje de activación de los electrodos a lo largo del tiempo seleccionado en la figura anterior. El segundo corresponde al momento exactamente anterior al final de la nota⁴¹. El tercero refleja los contactos linguopalatales en el preciso momento del final de la nota (el cursor derecho). El cuarto corresponde al momento inmediatamente posterior, es decir, al comienzo del eco final.

Como puede verse en las secuencia de imágenes EPG, el cierre articulatorio es rapidísimo: apenas unos milisegundos después del final de la nota, la oclusión ya se ha producido (aunque el espectrograma aún refleja restos de sonoridad). No obstante, parece que –en este caso al menos– el cese de la columna de aire es ligeramente posterior al comienzo del proceso de cierre articulatorio⁴². De todas formas, este cierre, producido además ante pausa (seguidamente se produce la respiración, aprovechando el silencio musical), indica que la posición neutra o *posición de reposo*, es, en la articulación picada del txistu, la oclusión⁴³. De este modo, el final de una nota se funde con la oclusión que inicia la siguiente, dando lugar al equivalente musical de la *cadena hablada*.

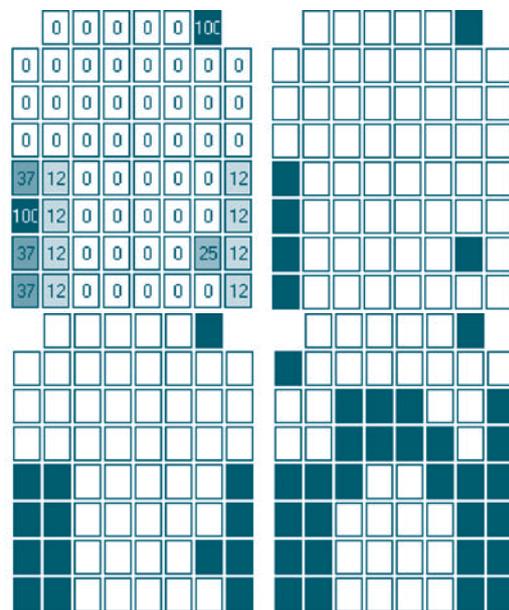


Fig. 14. - imágenes EPG del final de la articulación picada

35. Aunque también puede argüirse que la *hiperarticulación* inherente a la captura de la señal electropalatográfica puede hacer que los movimientos tiendan a la exageración.
 36. Vega (1995) explica que la razón para estos cambios es que el tamaño del canal de aire incide en su velocidad (a mayor tamaño, menor velocidad), de modo que un canal amplio producirá un sonido más redondo, pero algo más grave. El problema está en que la cavidad oral de cualquier articulación vocálica es extremadamente irregular, como puede apreciarse a simple vista en las imágenes bidimensionales de la Figura 11, de modo que –siempre en teoría– no sólo importa el grado de elevación de la lengua, sino también su localización antero-posterior. Además, el punto más alto de la lengua genera la mayor constricción articulatoria únicamente en las vocales [i – e]; en la vocal [a], la mayor constricción se sitúa habitualmente en la faringe; en la vocal [u], en el velo del paladar; en la [o], en una zona intermedia entre las dos anteriores. En definitiva, es ésta una cuestión muy compleja, que debería someterse a un cuidadoso examen experimental, que, para empezar, determine las relaciones entre las configuraciones orales y las estructuras acústicas resultantes.
 37. Y aún quedaría otro procedimiento teórico para conseguir el final de una nota: un cierre glótico completo, en el que las cuerdas vocales impiden el paso del aire proveniente de los pulmones. Esta posibilidad, no obstante, no se estudia en este trabajo.
 38. Se trata de la última nota de la primera frase de la célebre *Tourndion*.
 39. Por regla general, todos los componentes sonoros se hacen más débiles a medida que aumenta la frecuencia. Este fenómeno, por tanto, se comporta también de acuerdo a esta regla.
 40. Por supuesto, es de suponer que una articulación de mayor calidad que la mía podría ser capaz de controlar con mayor precisión este eco final.
 41. El final de la nota coincide con el cursor derecho que delimita la zona seleccionada.
 42. Tal vez la explicación a ese pequeño desajuste sea, sencillamente, que la articulación de la nota no ha sido perfecta. También parece probable que en una interpretación real sea difícil encontrar articulaciones perfectas.
 43. En el habla, la posición de reposo suele corresponder a una posición abierta, asimilable a una vocal neutra o central denominada *schwa* (transcrita como [ə]). El lector puede hacerse al respecto una sencilla pregunta: *cuando estoy completamente relajado, ¿dónde tengo la lengua, pegada al paladar o separada?* La respuesta suele variar de una persona a otra.

6. Factores de variación de la articulación picada

Todos los elementos involucrados en la articulación pueden variar en algún momento del proceso articulatorio. Tanto en la articulación lingüística como en la musical, lo único seguro es que nada se repite de la misma exacta manera.

A la hora de analizar la variación, caben dos grandes puntos de partida: el hecho que varía y el factor que desencadena la variación. En este apartado vamos a adoptar la segunda posibilidad, y examinaremos, casi a modo de ejemplo, uno solo de esos factores de variación: la tesitura⁴⁴. Antes, conviene efectuar un rápido repaso a los principales elementos susceptibles de variación en la articulación picada:

- El punto en el que se localiza el cierre. Lo hemos definido como prepalatal (asimilable a [ç]), pero puede adelantarse (hacia [t]) o atrasarse (hacia [c]) ligeramente.
- El punto exacto de la lengua que realiza la oclusión. Hemos localizado ese punto en el predorso, pero también puede adelantarse o atrasarse. Lo habitual es que el articulador activo y el pasivo vayan parejos, de modo que si se adelanta o atrasa el uno también lo haga el otro.

Desde una perspectiva frontal, parece que la lengua adopta una forma ligeramente curvada, con los extremos más elevados que el centro. Esta disposición puede variar, bien acentuando la concavidad o bien adoptando una forma más plana.

- La tensión articulatoria puede variar, haciendo que la superficie de contacto aumente o disminuya, y que la explosión sea más o menos perceptible.
 - La fase de abertura puede tener grados, de modo que la lengua puede variar en los dos ejes de abertura y localización: puede separarse más o menos del prepaladar, y puede retrasarse más o menos.
 - El final de la articulación puede ser más o menos brusco.
- Veamos cómo afecta la tesitura a estos elementos.

6.1. Influencia de la tesitura en fase de oclusión de la articulación picada

¿Cómo afecta la tesitura de la nota a la oclusión que la genera? Puesto que cuanto más aguda es una nota, la columna de aire debe poseer mayor caudal y presión, parece lógico suponer que las notas agudas puedan tender al adelantamiento articulatorio, puesto que un impulso más lejano

necesitaría ser de mayor magnitud que uno más cercano.

Para validar esta hipótesis desde una perspectiva experimental, examinamos los electropalatogramas porcentuales de los periodos de oclusión de una escala (de Re a Sol2). Como las imágenes son siempre difíciles de comparar, utilizaremos además los coeficientes que calcula el *software de Articulate Assistant*: en concreto, un doble coeficiente de anterioridad-posterioridad, que describe numéricamente cuánto de anterior tienen los contactos linguopalatales, y también cuánto de posterior. La Figura 15 muestra los electropalatogramas y, debajo de cada uno de ellos, el doble coeficiente que le corresponde.

La sucesión de palatogramas muestra con claridad una tendencia al adelantamiento del punto en el que se localiza el cierre articulatorio que genera la nota a medida que ésta asciende en la escala. La comparación de los pares Re-Re2, Mi-Mi2, etc. no deja lugar a dudas⁴⁵. Para examinar la cuestión con algo más de detalle, podemos colocar los coeficientes obtenidos en un gráfico (Fig. 16).

El coeficiente de anterioridad se comporta, en líneas generales, de manera directamente proporcional a la altura de la nota. Puede marcarse una frontera bastante clara al respecto entre las cuatro notas generadas por el primer impulso de aire (Re-Mi-Fa-Sol) y el resto. El dato correspondiente a la primera nota (Re) debe interpretarse como una clara excepción: su alto valor se debe al contacto anómalo registrado en la primera fila, que sin duda no se corresponde con la realidad articulatoria.

El coeficiente de posterioridad posee un rango de variación más reducido, pero —nuevamente con la excepción de la primera nota— muestra también una tendencia inversamente proporcional a la altura tonal.

El coeficiente de posterioridad posee un rango de variación más reducido, pero —nuevamente con la excepción de la primera nota— muestra también una tendencia inversamente proporcional a la altura tonal.

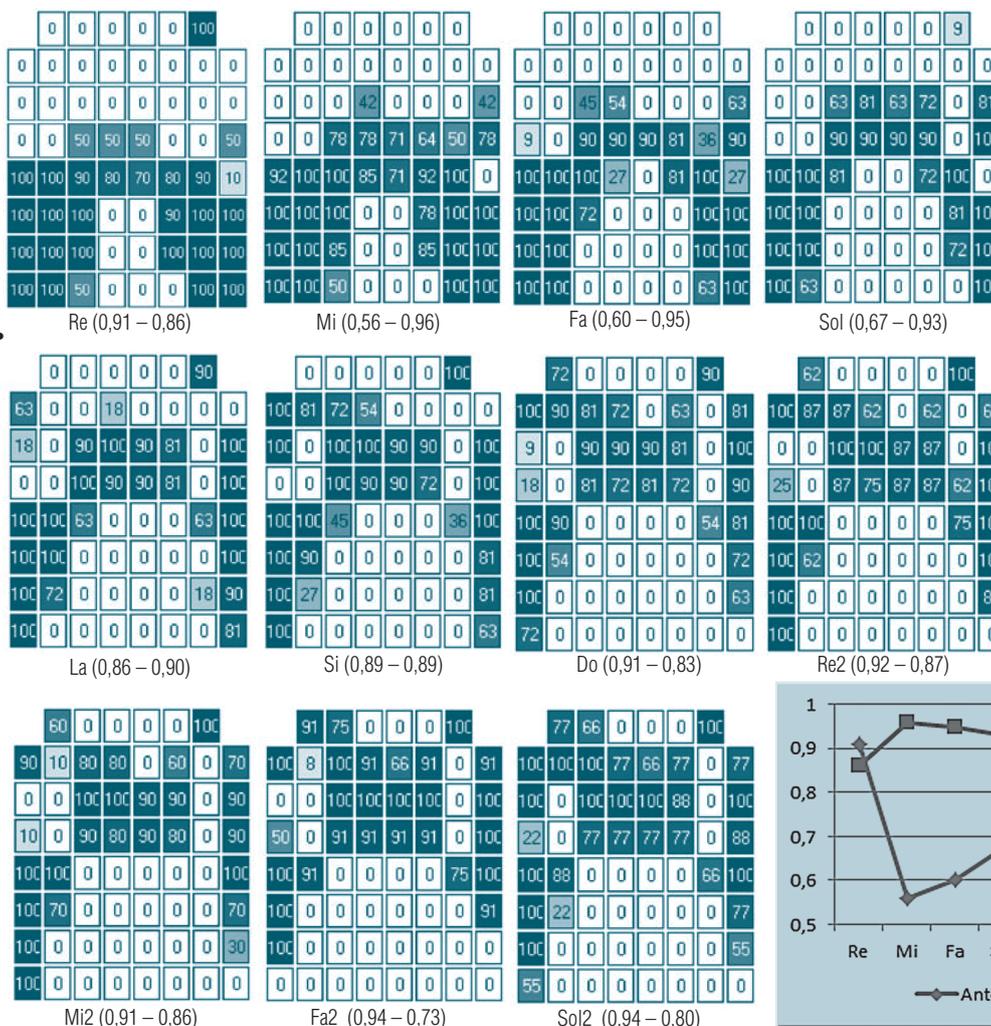


Fig. 15.- Imágenes EPG de las diferencias de oclusión según la tesitura

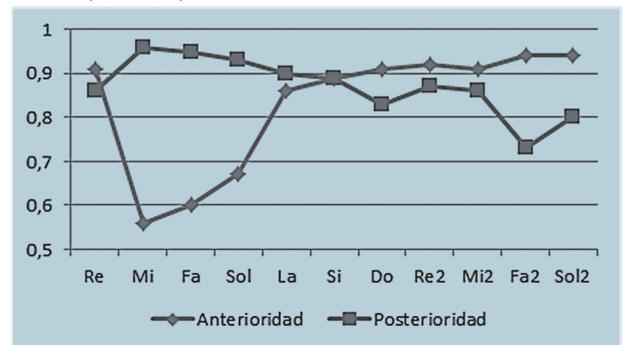


Fig. 16.- Influencia de la tesitura en los coeficientes articulatorios

44. La Fonética (la Lingüística, en general) distingue al menos entre dos tipos de factores de variación: los estrictamente lingüísticos (los sonidos adyacentes, el acento, etc.) y los no lingüísticos (el contexto comunicativo, la intencionalidad expresiva, etc.). En nuestro caso, entiendo que factores como la tesitura o la velocidad deben asimilarse al primer grupo.

45. También se advierte que varios electrodos no parecen haber funcionado correctamente a lo largo de la prueba, puesto que se ven puntos con cero contactos rodeados de otros con contactos cercanos al 100%. Esto es teóricamente posible, pero habitualmente se debe a pequeñas disfunciones del paladar artificial. Con todo, la corrección manual de estos electrodos sospechosos no haría sino acentuar la tendencia observada.

APUNTES FONETICOS SOBRE EL TXISTU

En definitiva, los datos prueban que la altura tonal de la nota es un factor que incide en su punto de articulación, puesto que éste tiende a adelantarse a medida que la nota se hace más aguda⁴⁶.

6.2. Influencia de la tesitura en fase abierta de la articulación picada

Examinaremos a continuación si la influencia de la tesitura en la fase oclusiva, certificada en el apartado anterior, se extiende también durante el tiempo en el que la nota suena. La Figura 17 muestra los contactos linguopalatales de las mismas notas ya analizadas; y en este caso no interesa la localización antero-posterior, sino el grado de contacto, se utiliza otro coeficiente más sencillo: el de oclusión general.

Los paladares muestran claramente que

existe una relación entre la altura tonal y el grado abertura de la fase vocálica de la articulación. Cuanto más aguda es la nota, la lengua tiende a separarse más del paladar, probablemente para facilitar la salida de una columna de aire cada vez más potente. El examen del coeficiente de oclusión general (mostrado en la figura 18) matiza esta afirmación, puesto que especifica que la variación principal se produce sobre todo –como en el apartado anterior– en las notas graves, pertenecientes al primer impulso de aire.

6.3. Influencia de la tesitura en explosión y en el final de la articulación picada

Por último, examinaremos la influencia de la altura tonal en el comienzo y en el final de la propia nota. Para ello, nos valemos del análisis espectrográfico. La Figura 19 muestra, para

cada nota, el comienzo de su sonido y, a su izquierda, el final de la nota anterior⁴⁷.

Las imágenes sugieren que la explosión de la nota tiende a ser más perceptible a medida que aumenta su altura tonal, especialmente a partir de Re2. No obstante, esta influencia no es constante, de modo que pueden encontrarse notas graves con una explosión bastante clara (Mi, por ejemplo) y notas agudas con poca explosión (Fa2, por ejemplo)⁴⁸. En realidad, pues, estas figuras no hacen sino reflejar lo que todo instrumentista conoce: que ésa es, efectivamente, la tendencia *natural*, pero que su articulación concreta en cada nota puede alterarla, para bien o para mal.

En cuanto al eco o resonancia final de las notas, las imágenes muestran una influencia clara de la tesitura: a medida que aumenta la altura tonal, dicho final es más largo, más intenso y, en definitiva, más perceptible⁴⁹.

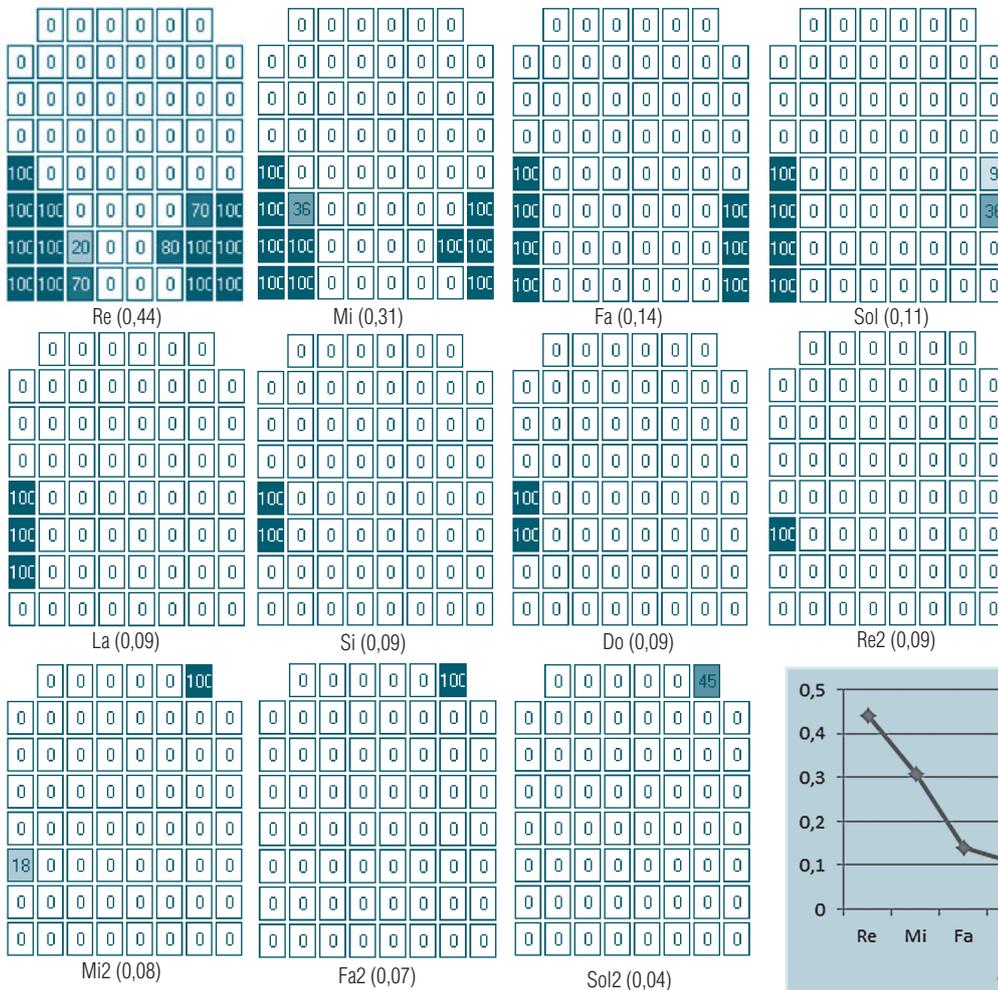


Fig. 17.-Diferencias de contacto EPG según la tesitura (fase vocálica)

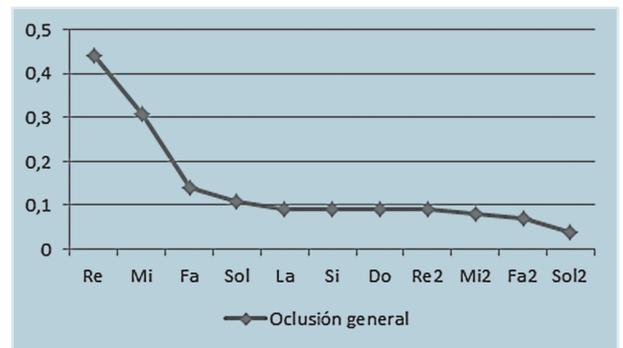


Fig. 18.- Influencia de la tesitura en los coeficientes articulatorios

46. En este punto cabe presentar la siguiente objeción: la Figura 7 presentaba los momentos oclusivos de tres pares de octavas (Re-Re2, Mi-Mi2 y Fa-Fa2), y en esa ocasión no se encontraban diferencias. La aparente contradicción se explica porque, en la grabación que da origen a la Figura 7, mi articulación había sido controlada para que no se distanciara de la que –al menos en mi caso– puede considerarse estándar; en cambio, para la grabación que analizamos en este punto he dejado que mi articulación se moviera libremente, siguiendo su tendencia natural, sin procurar la más mínima uniformidad. Debe quedar, por tanto, claro que la tesitura es un factor de variación del punto de articulación, pero no implica necesariamente dicha variación, que puede ser controlada por el instrumentista si ése es su deseo.

47. El primer Re se repitió dos veces, para que pudiera realizarse el mismo esquema de análisis también con la primera nota.

48. Se echa en falta la utilización de algún índice numérico relacionado con la intensidad de la explosión, como se hacía con el análisis electropalatográfico.

49. Se trata, en realidad, de un fenómeno acústico general, que tiene que ver con la mayor intensidad sonora de las notas altas. La información que se añade con este análisis es que este fenómeno deja un correlato acústico bastante evidente, y que la articulación –al menos si no se controla específicamente– no corrige este fenómeno.

APUNTES FONETICOS SOBRE EL TXISTU

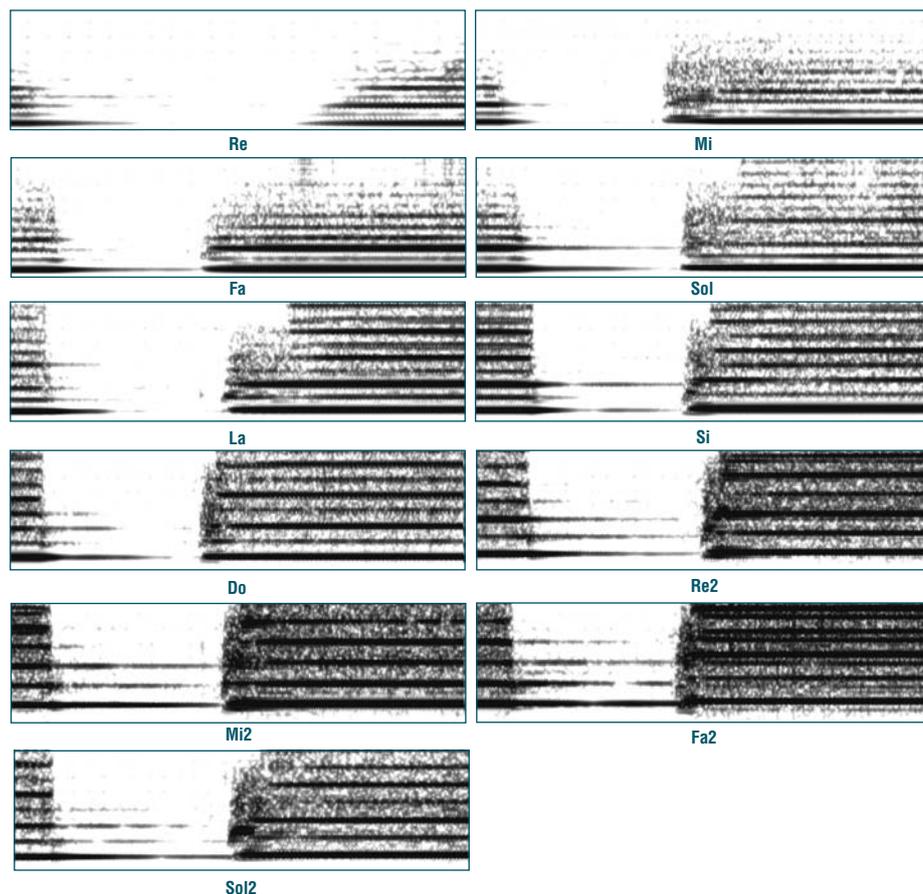


Fig. 19.- Comienzo y final de la nota según la tesitura

7. Conclusiones y futuros trabajos

En estas páginas se ha pretendido llevar a cabo una descripción en términos fonéticos de la articulación picada del txistu. El resultado final del trabajo no ha de modificar sustancialmente la idea que todo buen instrumentista posee, de manera subjetiva, sobre su propia articulación. Además, lo importante de un músico es que toque bien, aunque no sepa explicar cómo, y los parámetros fundamentales de su quehacer no son fonéticos ni acústicos, sino estrictamente musicales. Sin embargo, confío en que este análisis pueda resultar útil para tomar una mejor conciencia de los procesos articulatorios del txistu, y pueda también servir de apoyo en la docencia del instrumento, al menos para los propios profesores.

Quedan muchas tareas por realizar. Para empezar, la réplica, con diferentes instrumentistas, de todos los análisis mostrados, puesto que no debe olvidarse que, en rigor, lo que se ha estudiado ha sido exclusivamente *mi* articulación.

Son muchas las cuestiones que la Fonética puede plantear y examinar acerca del txistu. Desde las más generales a las más específicas, un estudio exhaustivo podría o debería abarcar al menos lo siguiente:

1. Cada lengua exige de sus hablantes determinados ajustes básicos en todos los componentes del aparato fonador y articulador. Estos ajustes, muy sutiles y difíciles de aislar y medir, son también conocidos como la *base articulatoria del lenguaje*, y están en la base de lo que comúnmente se llama *el acento* (el acento inglés, el acento español, etc.). ¿Cuáles son esos ajustes en el caso del txistu? ¿Cuál es el *acento* del txistulari o, en general, del flautista? ¿Guarda alguna relación con la lengua materna del instrumentista? ¿Qué correlatos acústicos se derivan de las diferentes posibilidades de ajuste básico?

2. La *fonación* –es decir, la producción en la laringe del sonido que posteriormente se articula para producir los diferentes sonidos de la lengua– es un proceso muy complejo, por el que se originan sonidos muy diferentes⁵⁰. En el caso del txistu, cabe plantearse varias preguntas:

2.1 ¿Cuál es la fonación normal del txistu? ¿Qué hacen normalmente las cuerdas vocales?

2.2 ¿Pueden realizarse diferentes tipos de fonación?

2.3 De ser así, ¿cuál es el correlato acústico de esas diferentes posibilidades?

2.4 Un caso particular de esta relación es el vibrato. ¿Cómo influye la acción de la laringe? Y, antes de llegar a ella, en la propia espiración, ¿cómo se consigue modificar el flujo de la columna de aire? ¿Cómo pueden cuantificarse esas modificaciones temporales? ¿Puede localizarse y medirse –con electromiografía, por ejemplo– la actividad muscular que las genera?

3. La articulación es el ámbito de estudio más específico de la Fonética. En el caso de la articulación musical, pueden analizarse al menos los siguientes fenómenos:

3.1 La articulación picada. Este trabajo es un ensayo para este estudio.

3.2 La articulación ligada.

3.3 La articulación de garganta.

3.4 El *frulatto*.

3.5 El vibrato (relacionado, además, con el punto 2.4).

3.6 Los acentos.

3.7 La influencia de la articulación en la afinación y su relación con el timbre.

En este trabajo sólo se ha realizado un primer análisis correspondiente al punto 3.1. Queda, pues, mucho por hacer. Como siempre. En cierto modo, somos afortunados, porque nos sobran las tareas.

50 Entre otros tipos, existe la fonación normal (las cuerdas vocales vibran en toda su extensión), el habla susurrada, el habla rasgada, el falsete, etc. Cada lengua utiliza todas estas posibilidades de manera diferente, aunque los hablantes no sean conscientes de ello.

Anexo

Se presentan brevemente las técnicas experimentales utilizadas en este trabajo.

La endoscopia

El endoscopio es un aparato comúnmente utilizado por los otorrinolaringólogos –y por otros especialistas médicos– en sus exploraciones. Hay dos tipos principales: los rígidos, que se introducen por la boca, y los flexibles, que se introducen por la nariz, por lo que suelen denominarse fibroscopios o rinoscopios. El objetivo habitual de estas exploraciones, en ambos casos, es el examen de las cuerdas vocales.

El modelo disponible en el Laboratorio de Fonética es un endoscopio óptico de varilla rígida de la marca Atmos, con una fuente de luz no estroboscópica y una óptica de Olympus. El ángulo de visión de la lente no permite examinar las cuerdas vocales (el objetivo médico habitual), sino los movimientos de la lengua dentro de la boca.

Para examinar la articulación (lingüística o musical), el endoscopio es una técnica invasiva, puesto que la introducción de un elemento extraño dentro de la boca dificulta cualquier proceso articulatorio. En mi caso, yo mismo me introducía el endoscopio por el lado derecho de la boca, por lo que toda mi articulación resulta ligeramente lateralizada (en este caso hacia la izquierda).

En la Figura 20 puede verse el modelo utilizado (a la izquierda), y una muestra de cómo conseguía las grabaciones⁵¹.



Fig. 20.- Detalle de la varilla del endoscopio rígido, y proceso de grabación

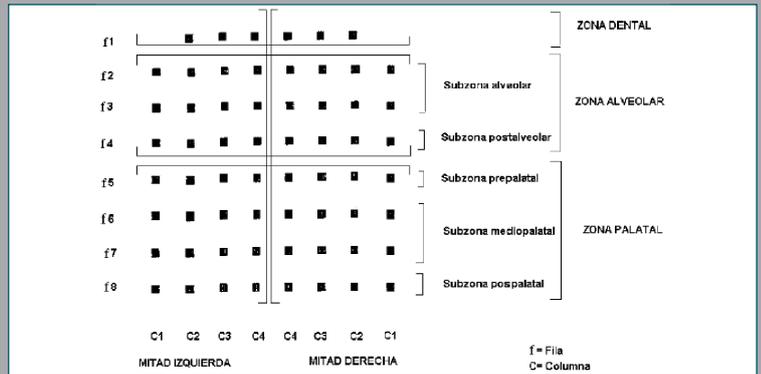


Fig. 21.- Clasificación de los electrodos del paladar artificial

La electropalatografía

La electropalatografía (EPG), o palatografía dinámica, es una técnica utilizada por médicos, logopedas y fonetistas que permite conocer los puntos de contacto de la lengua con el paladar, y su evolución temporal a lo largo de la articulación. De este modo, el análisis electropalatográfico conjuga los parámetros espacial y temporal.

El aparato consiste básicamente en un paladar artificial (elaborado a medida para cada informante, aunque existen también paladares *universales*) con un determinado número de electrodos. Durante la articulación, la lengua toca esos electrodos, y un *software* específico graba dicho proceso y permite realizar diferentes análisis con ese material. Los trabajos de Fonética articulatoria suelen establecer distintos coeficientes articulatorios a partir de las colecciones de electropalatogramas, que resultan índices válidos de los parámetros articulatorios que se pretenden estudiar. Para nuestro análisis de la articulación musical, utilizamos tres de esos coeficientes: oclusión total, anterioridad y posterioridad.

El equipo del Laboratorio de Fonética de la UD es un modelo de *Articulate Assistant*, cuyo paladar artificial posee 62 electrodos. La Figura 21 muestra la correspondencia de cada fila de electrodos con las diferentes zonas articulatorias que cubre⁵²; así como la nomenclatura para referirse a cada uno de ellos por su orden de fila (f) y de columna (c).

La fotografías de la Figura 22 muestran el modelo de EPG, con el paladar artificial, y la manera en la que se obtuvieron las grabaciones. Una vez colocado en la boca el paladar artificial, se conecta a un pequeño controlador que el informante-paciente se cuelga del cuello; este controlador tiene una toma de tierra y un cable plano que se conecta al *hardware* del aparato, que va a su vez conectado a un ordenador. Un micrófono recoge el audio de la grabación.



Fig. 22.- Diferentes imágenes del equipo de EPG y del proceso de grabación

51. Todas las fotografías han sido realizadas por Ainara Iturbe Gojenola, investigadora del Laboratorio de Fonética.

52. Sigo la clasificación de Ana María Fernández Planas (*Estudio electropalatográfico de la coarticulación vocálica en estructuras CVC en castellano*, 2000), a quien pertenece la Figura reproducida. Aprovecho para agradecer a la autora sus valiosas correcciones al texto original de este trabajo.

La resonancia magnética

Las imágenes de resonancia magnética (MRI) se obtienen a través de un potente imán y utilizando ondas de radiofrecuencia. Se trata de una técnica diagnóstica ampliamente extendida en la medicina moderna, aunque también se aplica en otras diferentes disciplinas. Por ejemplo, en 1986 se publicó ya el primer estudio de fonética que utilizaba esta técnica.

Las imágenes MRI utilizadas en este trabajo fueron obtenidas en el Hospital de Galdakao por el proyecto de investigación DAREMOSE (*Descripción articulatoria experimental y modelizada de los sonidos del euskara*), desarrollado en el Laboratorio de Fonética de la UD durante el periodo 2005-2007, y financiado por el Gobierno Vasco (Referencia PI2004-1). El equipo utilizado es un *Magnetom Symphony Quantum Maestro Class* (Siemens), de 1'5 Tesla, instalado en 2002, con actualizaciones posteriores; fue manejado, obviamente, por el personal médico del hospital.

En las imágenes de la Figura 23⁵³ puede apreciarse el modelo empleado, visto desde el puesto de control del especialista, así como un detalle del aparato de fijación que lleva el informante-paciente en la cabeza.



Fig. 23.- Dos imágenes del equipo de MRI

La espectrografía

La espectrografía es probablemente la técnica de análisis acústico más utilizada en la Fonética, porque permite una excelente visión de las trayectorias de los formantes acústicos. Un espectrograma –el resultado gráfico del análisis– es una figura dinámica que muestra tres dimensiones acústicas:

- En el eje horizontal se refleja el tiempo. Es, pues, una técnica de análisis dinámica. Permite ajustar con gran precisión los niveles de *zoom* deseados para cada caso.
- En el eje vertical se refleja la frecuencia. Es posible ajustar con exactitud el rango deseado del análisis. Por ejemplo, para examinar las curvas de entonación del habla puede utilizarse un rango de 500 ó 1.000 Hz.; en cambio, para examinar los formantes acústicos responsables del timbre vocálico se suele utilizar un rango de 4 o de 8 KHz. En nuestro caso, el rango ha sido de 8 KHz.

- En el eje axial, representado por una escala de grises (o por diferentes combinaciones de colores) se refleja la intensidad: cuanto más intenso es un componente acústico, más negro aparece en el espectrograma.

A modo de ejemplo, en la figura 24 aparece el espectrograma de una pronunciación de la palabra *txistulari*, en el que se han identificado y transcrito los diferentes segmentos que la componen:

En comparación con el habla humana, un espectrograma del sonido del txistu es mucho más simple: aparecen una serie de trazos horizontales, correspondientes a la frecuencia fundamental y a los armónicos de la nota en cuestión.

En cuanto a los aparatos que realizan este análisis acústico, no hace demasiado tiempo era necesario adquirir costosos equipos especializados, pero hoy en día, gracias a los avances tecnológicos de los últimos años, hay varios programas –algunos incluso gratuitos– que, instalados en un simple ordenador personal, son capaces de realizar análisis muy sofisticados. Yo he utilizado el programa profesional *Multi Speech*, de la *Kay Elemetrics Corp*. Las grabaciones se han realizado directamente con este equipo y un micrófono Sony EMC-717, en el propio Laboratorio de Fonética.

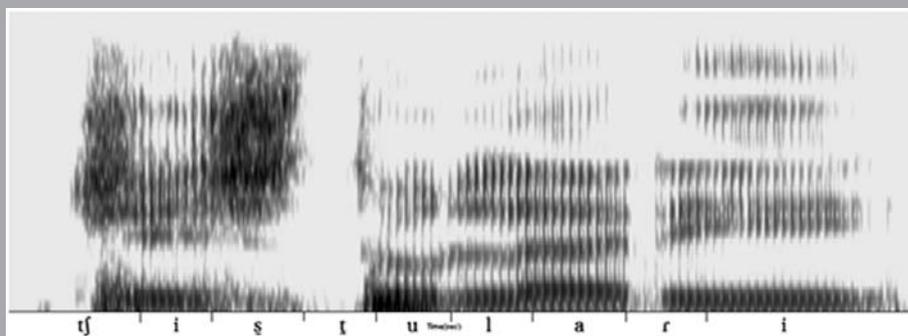


Fig. 24- Espectrograma de la palabra *txistulari*

53. Tomadas de la página web de Osatek (<http://www.osakidetza.euskadi.net/r85-ghosat00/es/>), el ente público responsable de este servicio médico en el Hospital de Galdakao.