

**LA ELECTROPALATOGRAFÍA (EPG) EN EL ESTUDIO
ARTICULATORIO DEL HABLA.
EL WinEPG DE *ARTICULATE INSTRUMENTS LTD.***

ANA MA. FERNÁNDEZ PLANAS
Universitat de Barcelona
anamariafernandez@ub.edu

RESUMEN

La electropalatografía (EPG) es, hoy en día, una de las herramientas más eficaces en el análisis instrumental articulatorio. Permite registrar los contactos de la lengua con el paladar a partir de la activación de los electrodos situados en la superficie de los paladares artificiales y además también permite hacer su seguimiento en el tiempo, lo cual constituye su logro más destacado respecto a la palatografía estática clásica. Los datos que proporciona, fundamentalmente a partir de sus gráficos característicos (los electropalatomogramas), suelen reducirse a algún tipo de índices susceptibles de ser sometidos a pruebas estadísticas.

Palabras clave: *EPG, electropalatomograma, índices, desarrollo temporal, configuración espacial.*

ABSTRACT

Electropalatography (EPG) is today one of the most effective techniques in the instrumental analysis of articulation. The electropalatograph registers tongue-palate contacts through the activation of electrodes located on the surface of artificial palates. It also registers the development of tongue-palate contacts through time, which represents a fundamental improvement over older static palatographic analyses. It provides data in the form of characteristic graphs called electropalatomograms which are usually reduced to some type of numerical index that can then be submitted to statistical analysis.

Keywords: *EPG, electropalatomogram, index, temporary development, spatial configuration.*

1. OBJETIVOS DE LA TÉCNICA

La técnica electropalatográfica permite registrar los contactos de la lengua con el paladar. De su funcionamiento se derivan dos objetivos: en primer lugar, el estudio de configuraciones espaciales dadas, a partir de la localización de unos electropalatogramas de interés en el desarrollo temporal obtenido; y, en segundo lugar, el propio desarrollo temporal que permite profundizar en el estudio de la coarticulación, uno de los temas clave en fonética articulatoria.

2. UNAS PINCELADAS DE HISTORIA: DE LA PALATOGRAFÍA A LA ELECTROPALATOGRAFÍA

Tradicionalmente, las observaciones sobre la articulación de los sonidos se hacían de forma intuitiva y se basaban en la propia introspección del fonetista o de sus informantes. Sin duda los resultados podían adolecer de inexactitud y sesgo y además no resultaba sencillo describir ciertas configuraciones resultantes de efectos coarticulatorios. Ciertamente, algunos hablantes tienen dificultad en reflexionar y exponer sus impresiones articulatorias; la mayoría nunca ha pensado sobre ello y, cuando lo hace, no siempre las describe con precisión. Actualmente contamos con medios instrumentales para la experimentación, que han mejorado muchísimo la cantidad y la calidad de los trabajos sobre la producción de habla y que han permitido tener de ello un conocimiento preciso, objetivo y exhaustivo.

Ha habido muchos intentos para estudiar la producción de habla, sobre todo en la cavidad supraglótica bucal donde, dadas sus características, es fundamental la importancia de la lengua porque sus posibilidades extraordinarias de movimiento configuran diferentes cavidades con valor fonético específico. Lo deseable es que la técnica empleada sea lo menos invasiva posible e interfiera mínimamente en la articulación natural del informante.

Las técnicas que permiten analizar la actividad en la cavidad bucal se clasifican en dos bloques: las que analizan por la imagen y las que lo hacen a través de electrodos u otros elementos situados en puntos estratégicos del órgano que se desea analizar. Entre estas últimas se encuentra la electropalatografía que resulta ser la versión modernizada, evolucionada y perfeccionada de la palatografía estática indirecta.

La palatografía estática se denominaba indirecta si contaba con un paladar artificial para su uso (el informante lo llevaba en la boca manchado con una sustancia oscura, realizaba una articulación, se lo quitaba de la boca y se observaba dónde la lengua había retirado la sustancia; se deducía que allí se había producido el contacto); o directa si no contaba con él. En este caso, se untaba con la sustancia o bien el paladar o bien la lengua y tras la articulación deseada se observaba mediante un juego de espejos (que podían distorsionar el resultado) dónde se había retirado la sustancia o dónde se había colocado, respectivamente. En este tipo de palatografía clásica una limitación importante era la dificultad para valorar un sonido aislado. Autores que utilizaron en sus trabajos la palatografía estática fueron por ejemplo: Rousselot (1897-1901), Barnils (1933), Ladefoged (1957) y Straka (1965).

Sin embargo, desde el pasado era evidente la necesidad de disponer de una palatografía capaz de seguir la sucesión en el tiempo de los contactos de la lengua con el paladar para no tener que pronunciar un sonido aislado, porque normalmente es difícil y suele resultar poco fiable. Los dispositivos neumáticos de Rousselot (1901) unidos a un quimógrafo iniciaban el camino de la superación de la palatografía estática. La palatografía dinámica o electropalatografía siempre es indirecta porque utiliza paladares artificiales y, como se deduce, representa un avance cualitativo importantísimo respecto a la estática. Entre los autores más destacados que la utilizan podemos señalar a Hardcastle, Gibbon, Nicolaidis, Marchal o Recasens.

3. COMPONENTES

Nuestro electropalatógrafo, el WinEPG de *Articulate Instruments Ltd*, consta de diferentes componentes. Uno de ellos es el paladar artificial (de 1 mm de grosor), único para cada informante en nuestros estudios ya que no usamos paladares universales, realizado con material acrílico sobre un molde construido a medida para cada informante por un odontólogo. En sentido longitudinal va desde el límite de los incisivos superiores con las encías hasta el límite entre el paladar duro y el velo; en sentido transversal limita con los dientes y las muelas y se sujeta a través de éstas. Debe interferir lo menos posible en la articulación, pero a la vez debe tener la consistencia suficiente para soportar muchas sesiones de trabajo sin deformarse. Contiene sesenta y dos electrodos, finos discos metálicos de 1,4 mm. de diámetro, distribuidos por su superficie y conectados a alambres de cobre esmaltados. Su distribución es equidistante y sigue esquemas predeterminados

basados en marcas anatómicas, con lo cual se asegura la comparación entre realizaciones de diferentes informantes. Cada paladar artificial tiene los cortes redondeados para evitar una molestia cortante dentro de la boca.

Las líneas de referencia que se toman a la hora de distribuir los electrodos en la superficie del paladar artificial son las siguientes:

1. Una línea transversal en la línea de unión entre el paladar artificial y los incisivos superiores.
2. Una línea transversal en la línea de unión entre el paladar duro y el blando.
3. Una línea longitudinal en el centro del paladar que lo divide en dos mitades.

Los electrodos se disponen en ocho filas horizontales contando cada una de ellas con ocho electrodos, salvo la primera que únicamente tiene seis. Las filas 1 y 8 (la más anterior y la más posterior) se corresponden con las líneas de referencia *a* y *b*, respectivamente. Las otras filas se disponen de manera que entre las cuatro primeras filas exista la mitad del espacio que hallamos entre las cuatro posteriores. En cada fila los electrodos se distribuyen de modo equidistante sabiendo que los laterales quedan al lado de los dientes o las muelas.

La información de los electrodos cuando la lengua toma contacto con ellos la recogen los alambres de cobre esmaltados que salen recogidos por detrás de las muelas del juicio y, a continuación, por las comisuras de los labios protegidos por un tubo que reduce su calor.

Después de cada sesión de grabación conviene mantener un estricto control de limpieza para el mantenimiento en perfecto estado de los paladares artificiales. Entre las sesiones de grabación cada paladar se guarda en su contramolde de yeso para evitar que se pueda deformar.

Otro de los componentes del equipo es un multiplexor que se cuelga del cuello del informante y que recibe la información del paladar y del electrodo de mano que también va conectado a él. Un tercer elemento lo constituye la unidad escáner que recibe todos los datos establecidos hasta ahora más los que llegan de un micrófono que lleva acoplado y ofrece la posibilidad de conectar simultáneamente dos multiplexores para usos logopédicos. Sobre este elemento se sitúa la unidad

interface conectada a la unidad escáner, por un lado, y al PC, por otro. Esta unidad permite conectar simultáneamente un laringógrafo y controlar los volúmenes del micrófono y del laringógrafo asociados al equipo.

La figura 1 ilustra estos componentes: a la izquierda se observa un paladar artificial y a la derecha el conjunto de elementos que constituyen el equipo.



Figura 1. Componentes del EPG WinEPG de Articulate Instruments Ltd. en el Laboratori de Fonètica de la UB.

El sistema de *Articulate Instruments Ltd.* permite también incorporar para usos logopédicos un transformador.

4. CLASIFICACIÓN DE LOS ELECTRODOS DEL PALADAR ARTIFICIAL

Existen diversas clasificaciones de estos electrodos. En la versión del EPG3 de Reading, las tres primera filas (*row*) corresponderían a la región alveolar, las filas cuarta y quinta a la región intermedia o palatal y las tres últimas a la llamada zona velar. Varios trabajos de Hardcastle en los años 90 del siglo XX realizados con este modelo siguen esta clasificación (véase en la figura 2). El modelo WinEPG de *Articulate Instruments Ltd.*, que permite adaptar la unidad escáner del antiguo EPG3 de Reading, considera como zona alveolar la comprendida por f1-f2, como zona palatal la que se extiende desde f3 a f5 y como zona velar, f6-f8. Sin embargo, esta versión del instrumento, a diferencia de las anteriores, permite variar la clasificación que proporciona el instrumento por defecto.

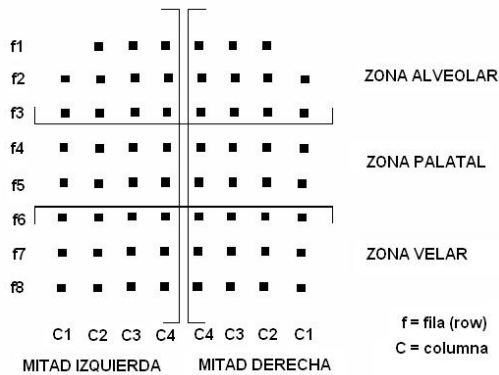


Figura 2. Clasificación de los electrodos del modelo EPG3 de Reading.

La clasificación que utilizamos nosotros aparece en la figura 3 y nos satisface más que otras porque nos parece que permite dar cuenta más coherentemente de las articulaciones dentoalveolares, alveolares, alveolopalatales y palatales. No se considera una zona velar propiamente dicha puesto que el velo no está cubierto por el paladar artificial (Fernández Planas, 2000, 2007, Martínez Celdrán y Fernández Planas, 2007).

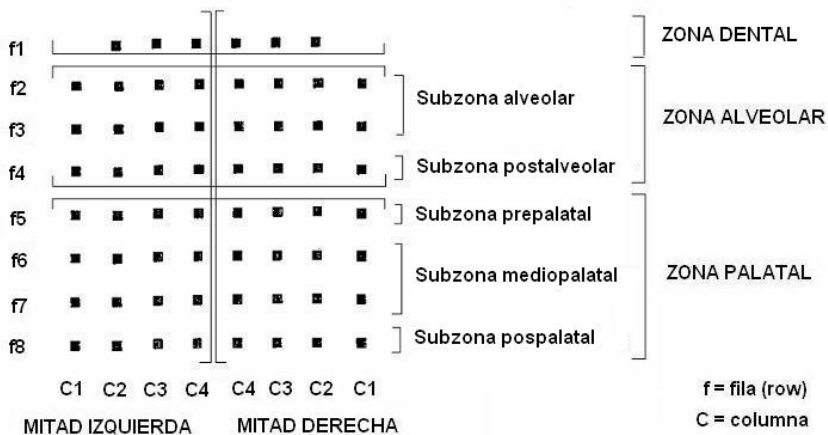


Figura 3. Clasificación de los electrodos de Fernández Planas (2000).

5. PRINCIPALES PANTALLAS QUE PROPORCIONA EL SOFTWARE PARA LA INVESTIGACIÓN ARTICULATORIA

5.1. La pantalla de grabación

El WinEPG de *Articulate Instruments Ltd.* proporciona una pantalla de grabación en la que aparece un oscilograma y la sucesión de electropalatogramas, una vez grabada una secuencia dada, como se observa en la figura 4. A la hora del análisis, el investigador puede moverse por esta pantalla para ampliar secciones seleccionadas de la señal acústica y ampliar de este modo la visión de los electropalatogramas deseados, también para escuchar de nuevo la selección y para obtener un electropalatograma esquemático en el que aparece el porcentaje de activación de cada electrodo en una selección establecida. Además, en esta pantalla se puede ver en la parte inferior izquierda el listado de corpus y repeticiones disponibles y, en la zona superior, el ítem escogido (opcionalmente con dibujos) inmediatamente debajo del menú que permite navegar por la aplicación.



Figura 4. Pantalla de grabación en el WinEPG de Articulate Instruments Ltd.

5.2. La pantalla de análisis

La pantalla de análisis (véase la figura 5) permite de nuevo disponer de la onda oscilográfica en la que marcar el zoom que interese, de la sucesión de electropalatogramas, del gráfico de activación porcentual de cada electrodo (con tres tipos de visualización en diferentes tipos de sombreado y/o con indicación numérica del porcentaje, como se ve en la figura 6, y con indicación debajo del índice de variabilidad del gesto articulatorio calculado de dos maneras distintas) y, además, de un sonograma lo cual representa una novedad importante de este modelo de electropalatógrafo respecto, por ejemplo, al EPG3 de Reading. El espectrograma puede aparecer en banda ancha o estrecha y en diferentes colores.

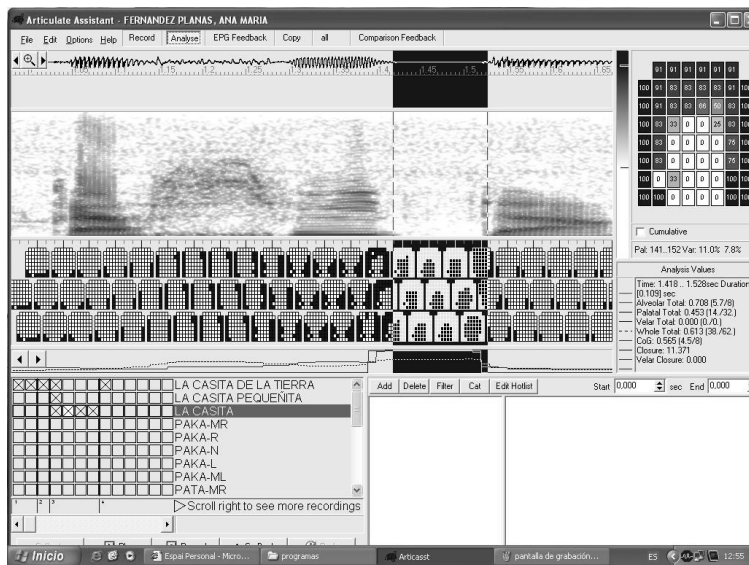


Figura 5. Pantalla de análisis en el EPG3 de Articulate Instruments Ltd.

Esta pantalla incorpora también el corpus con las repeticiones grabadas (abajo a la izquierda), un editor para realizar anotaciones (abajo a la derecha) y un apartado de análisis según las zonas establecidas en las filas de electrodos en forma gráfica y numérica. Entre estos datos numéricos incorpora el cálculo del índice llamado Centro de Gravedad (CoG).

Igual que la pantalla de grabación, permite también reproducir auditivamente la señal mientras se ve cómo se mueve el cursor sobre el oscilograma y cómo va cambiando la configuración linguopalatal.

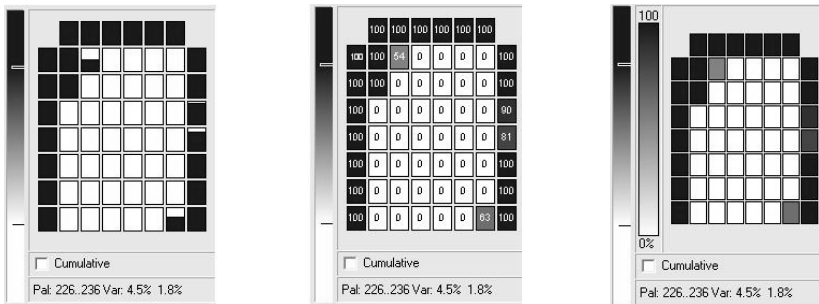


Figura 6. Tipos de visualización porcentual de activación de cada electrodo en una selección de electropalatogramas de una secuencia dada.

Posteriormente podemos también recuperar la secuencia de electropalatogramas en formato gráfico, en pdf o en formato de vídeo con sonido y con el sonograma correspondiente (en este caso, al ir pasando el cursor por el oscilograma y el sonograma mientras se oye la secuencia se va viendo también cómo cambian los contactos linguopalatales) para ser reproducido a la velocidad real o más lenta para poder apreciar mejor el detalle de la articulación. También se pueden exportar los datos en formato txt.

5.3. Otras pantallas. La pantalla de *feedback* y la de comparación de *feedback*

Otra pantalla interesante, la pantalla de *feedback*, permite tener en pantalla dos electropalatogramas grandes. Sirve básicamente para usos clínico-logopédicos porque el logopeda puede recuperar una articulación en la pantalla como modelo y el paciente, normalmente un niño, debe intentar emular esa articulación ayudándose visualmente.

La pantalla de comparación de *feedback* es similar a la anterior pero añade un tercer electropalatograma que se puede usar para colocar otro modelo. Una barra vertical azul a la derecha aumenta hasta el máximo si la producción del paciente coincide plenamente con el modelo propuesto. Además, el electropalatograma de

referencia puede superponerse al del paciente y un juego de colores indica cuándo los contactos coinciden o no entre ambas producciones.

6. DATOS MÁS RELEVANTES QUE PROPORCIONA EL SOFTWARE

El gran logro de la electropalatografía respecto a la palatografía estática, que la convierte en un instrumento fundamental en el estudio de la coarticulación, es poder ver cómo evolucionan los contactos en el tiempo en el paso de una articulación a otra.

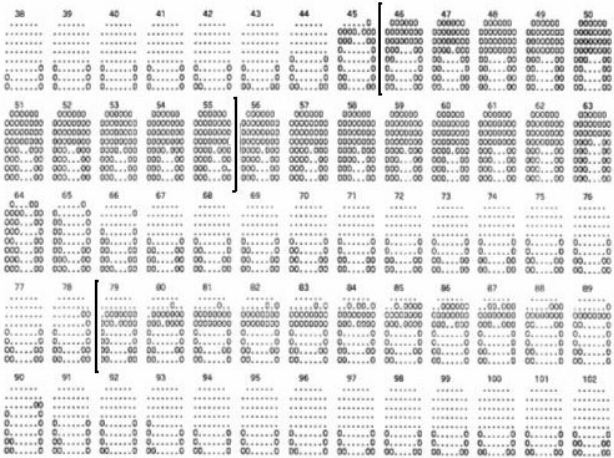


Figura 7. Sucesión de electropalatogramas de la secuencia «antena».

La figura 7, como ejemplo, corresponde a la palabra «antena». Presenta un electropalatograma cada diez ms. En la sucesión podemos observar un claro ejemplo de efecto coarticulatorio si comparamos las dos nasales de la palabra que aparecen destacadas entre corchetes. Mientras la segunda aparece entre vocales y se muestra típicamente alveolar, la primera muestra además amplio contacto en la fila 1 que corresponde a la zona dental, lo cual sucede por influencia de la oclusiva dentoalveolar siguiente.

A veces los gráficos que se utilizan no consisten en la sucesión temporal de electropalatogramas sino que corresponden a un solo gráfico que refleja cómo es esa articulación en un momento escogido de su desarrollo temporal. Suele ser su estado estacionario, es decir, cuando la articulación alcanza una configuración que le es propia y se aleja de las transiciones hacia los segmentos vecinos. Este momento suele corresponder al punto de máximo contacto (PMC), es decir, el electropalatograma central de los que presentan mayor activación de electrodos en su desarrollo temporal. El gráfico destacado a menudo presenta una gradación en escala de grises para indicar el porcentaje de activación de cada electrodo resultante de la media en el mismo punto entre varias emisiones. La figura 8 muestra a la izquierda un PMC de la articulación [n] resultante de la media entre diez repeticiones del mismo informante en el PMC de la secuencia [ana] y, a la derecha, la selección del PMC de [t] en el desarrollo temporal de la secuencia [ati].

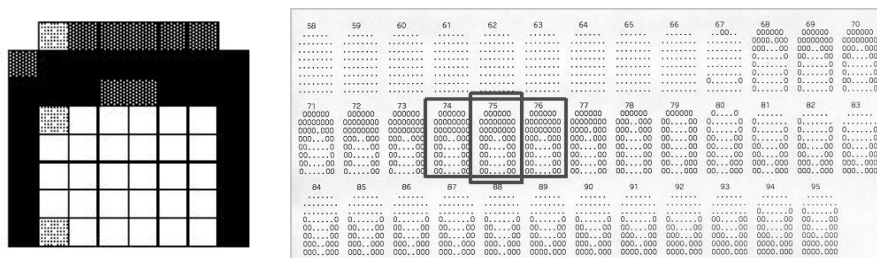


Figura 8. PMC de [n] en la secuencia [ana] y selección del PMC de [t] en una repetición de la secuencia [ati].

7. IMPORTANCIA DE LOS ÍNDICES

Una vez localizados los electropalatogramas de interés en la sucesión temporal, se hace necesario el poder reducirlos de algún modo a un índice numérico que cumpla dos características: ser un índice representativo del electropalatograma en cuestión y ser susceptible de someterse a un estudio estadístico.

Diferentes autores han pretendido dar respuesta a esta necesidad surgida de los estudios realizados mediante palatografía dinámica y han propuesto diferentes índices. Podemos encontrar descripciones de cómo funcionan los principales (índice de variabilidad, índice de asimetría, centro de gravedad, índice de

coarticulación, CA-CP-CC...) en Hardcastle, Gibbon y Nicolaidis (1991), Fontdevila, Pallarès y Recasens (1994) o Fernández Planas (2000).

8. LIMITACIONES DE LA TÉCNICA

La electropalatografía es una de las mejores y más completas técnicas instrumentales para el estudio articulatorio del habla pero, a pesar de ello, no está exenta de ciertas limitaciones.

Por una parte, los trabajos realizados mediante electropalatografía suelen adolecer de contar con relativamente pocos informantes, lo que a veces puede ser delicado para establecer generalizaciones. Ciertamente, es más complicado encontrar informantes en estudios experimentales articulatorios como los realizados con EPG que en estudios acústicos. Los informantes deben estar dispuestos a serlo muy a menudo, sobre todo cuando los paladares artificiales usados son personales y no universales, y a vencer las molestias que puede ocasionar al principio el hecho de hablar con un cuerpo extraño en la boca, como el control de la abundante salivación que provoca. Por otra parte, hay que tener presente que las propias circunstancias de la técnica hacen que sea difícil utilizarla en conversación espontánea y en trabajos de campo.

Respecto a los datos que proporciona, las limitaciones de la electropalatografía residen por una parte en no proporcionar información exacta de las articulaciones velares puesto que el paladar artificial no cubre el velo ya que le privaría de movilidad; en no proporcionar información acerca de articulaciones anteriores a las dentoalveolares ni posteriores a las velares y en no registrar la sonoridad. El uso simultáneo de EPG y EGG (electroglotógrafo) puede subsanar esta última deficiencia, aunque la incorporación del material acústico, el oscilograma y el espectrograma, ya ayuda considerablemente. Por otra parte, la región lingual que lleva a cabo el contacto o la aproximación sólo se puede deducir pero la técnica en sí no informa tampoco acerca de este aspecto.

9. APLICACIÓN FUNDAMENTAL DE LA TÉCNICA

Al margen de la investigación fonética para profundizar en el conocimiento de la mayoría de articulaciones linguales y del fenómeno de la coarticulación, la técnica

electropalatográfica podría usarse con fines didácticos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de L2-L3, por ejemplo, aunque convendría valorar la relación coste-rendimiento. Donde se utiliza ampliamente de forma aplicada en la vida en sociedad actual es en el ámbito clínico-logopédico. Incluso, como hemos dicho, el WinEPG de *Articulate Instruments Ltd* dispone de parte del hardware específico para este uso. La abundancia de artículos surgidos en este campo de aplicación fonética es abrumador (Gibbon, 2006).

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARTICULATE INSTRUMENTS LTD. (2003-2005): *WinEPG users manual*.
<http://www.articulateinstruments.com>.

FERNÁNDEZ PLANAS, A. M. (2000): *Estudio electropalatográfico de la coarticulación vocálica en estructuras VCV en castellano*, tesis doctoral inédita, Universitat de Barcelona.

FERNÁNDEZ PLANAS, A. M (2007): «Cuestiones metodológicas en palatografía dinámica y clasificación electrolapatográfica de las vocales y de algunas consonantes linguales del español peninsular», *Estudios de Fonética Experimental*, XVI, pp. 11-80.

GIBBON, F. (2006): *Bibliography of electropalatographic (EPG) studies in English (1957-2006)*.
http://www.qmu.ac.uk/ssrc/pubs/EPG_biblio_2006_june.pdf.