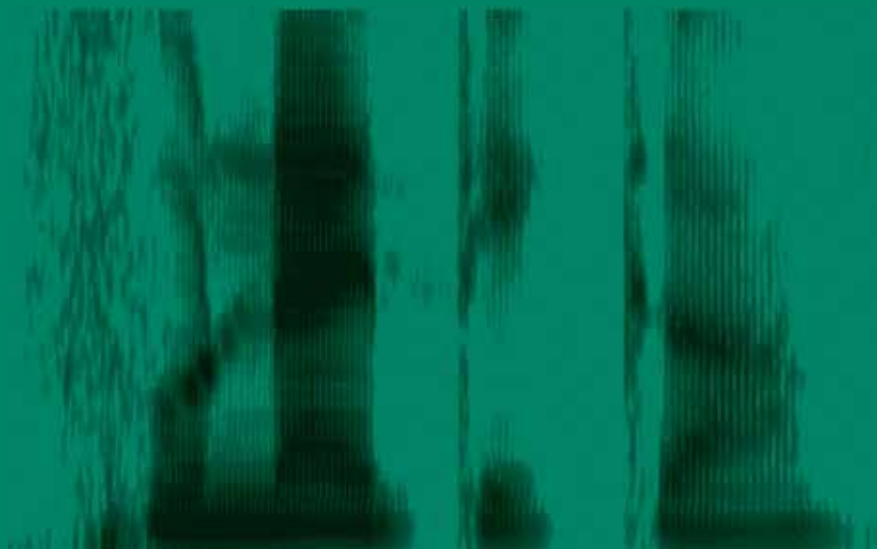


Estudios de Fonética Experimental

XVI



[f u 'n ε t i k ə]

LF
Laboratori de Fonètica



UNIVERSITAT DE BARCELONA



Barcelona, 2007

*Estudios de Fonética
Experimental
XVI*

Publicacions i Edicions



UNIVERSITAT DE BARCELONA



Barcelona, 2007

*Estudios de Fonética
Experimental
XVI*



Laboratori de Fonètica



UNIVERSITAT DE BARCELONA



Barcelona, 2007

Estudios de Fonética Experimental

Director-Editor: EUGENIO MARTÍNEZ CELDRÁN (Universitat de Barcelona)

Coordinadora: ANA MA. FERNÁNDEZ PLANAS (Universitat de Barcelona)

Comité de Redacción: ELSA MORA GALLARDO (Universidad de los Andes-VEN)
DOMINGO ROMÁN MONTES DE OCA (Pontificia Universidad
Católica de Chile-CH)
LOURDES ROMERA BARRIOS (Universitat de Barcelona)
VALERIA SALCIOLI GUIDI (Universitat de Barcelona)

Comité Científico: MICHEL CONTINI (Université Stendhal Grenoble-3 FR)
JOSEFA DORTA LUIS (Universidad de La Laguna-ESP)
ANA ELEJABEITIA ORTUONDO (Deustuko Unibersitatea-ESP)
EDDA FARNETANI (Università di Padova-IT)
MANUEL GONZÁLEZ GONZÁLEZ (Universidade de Santiago
de Compostela-ESP)
JOSÉ IGNACIO HUALDE (University of Illinois en Urbana-
Champaign-EEUU)
VICTORIA MARRERO AGUIAR (Universidad Nacional de
Educación a Distancia-ESP)
ANTONIO PAMIES BERTRÁN (Universidad de Granada-ESP)
DANIEL RECASENS VIVES (Universitat Autònoma de
Barcelona-ESP)
PILAR PRIETO VIVES (Universitat Autònoma de Barcelona-
ESP)
ANTONIO ROMANO (Università di Torino-IT)
MA. JOSEP SOLÉ SABATER (Universitat Autònoma de
Barcelona-ESP)
GUILLERMO TOLEDO (Université Laval-CA)

Dirección de «EFE» *Estudios de Fonética Experimental*
Laboratori de Fonètica
Universitat de Barcelona
Aulari Josep Carner , 5è
Gran Via de les Corts Catalanes, 585
08007 BARCELONA
T. 93-403-56-50
e-mail: labphon@ub.edu
<http://www.ub.es/labfon/princip.htm>

ÍNDICE

Artículos

<i>Cuestiones metodológicas en palatografía dinámica y clasificación electropalatográfica de las vocales y de algunas consonantes linguales del español peninsular</i>	
Ana Ma. Fernández Planas	p. 11
<i>La percepción de acentos tonales en enunciados afirmativos</i>	
Manuel Díaz Campos y Rebecca Ronquest	p. 81
<i>Aproximació a l'entonació del català de València en el marc del projecte AMPER</i>	
Laura Martorell, Doris Hoogeveen i Ana Ma. Fernández Planas	p. 99
<i>La prosodia nell'interferenza tra L1 e L2: il caso delle interrogative polari tra veneti e catalani</i>	
Empar Devís Herraiz	p. 119
<i>Una muestra del español de Barcelona en el marco AMPER</i>	
Lourdes Romera, Ana Ma. Fernández Planas, Valeria Salcioli, Josefina Carrera Sabaté y Domingo Román Montes de Oca	p. 149
<i>The role of intonational cues in the perception of declaratives and absolute interrogatives in Castilian Spanish</i>	
Timothy Face	p. 185
<i>Estudio de la variación estilística de la serie /b-d-g/ en posición intervocálica en el habla de los noticieros de la televisión chilena</i>	
Hernán Emilio Pérez	p. 227

Notas y Reseñas. Reseñas

<i>P. PRIETO, J. MASCARÓ y M.-J. SOLÉ (eds) (2007): Segmental and Prosodic Issues in Romance Phonology, Amsterdam/Philadelphia, John Benjamins Publishing Company.</i>	
Lourdes Aguilar Cuevas	p. 263

D. FONT ROTCHÉS (2007): <i>L'entonació del català</i> , Biblioteca Milà i Fontanals, 53, Barcelona, P. A. M.						
Josefina Carrera Sabaté	.....	.....	.....	.....	.....	p. 274
T. B. ALDERMAN (2005): <i>Forensic Speaker Identification. A Likelihood Ratio-based Approach Using Vowel Formants</i> , Muenchen, Lincom GmbH.						
Néstor Cuartero	.....	.....	.....	.....	.....	p. 279
J. JULIÀ-MUNÉ (2005): <i>Fonètica aplicada catalana</i> , Barcelona, Ariel.						
Dolors Font Rotchés	.....	.....	.....	.....	.....	p. 283
O. S. BOHN and M. J. MUNRO (eds) (2007): <i>Language Experience in Second Language Speech Learning: In Honour of James Emile Flege</i> , Language learning and language teaching monograph series, vol. 17, Amsterdam, J. Benjamins.						
Joan Carles Mora	.....	.....	.....	.....	.....	p. 287

«Estudios de Fonética Experimental» informa:

Procedimiento y normas para la presentación de originales (actualización)	.....	.....	.....	.....	.....	p. 301
Suscripciones	.....	.....	.....	.....	.....	p. 305
Fe de erratas en el volumen XV	.....	.....	.....	.....	.....	p. 306
Anuncios	.....	.....	.....	.....	.....	p. 307

**CUESTIONES METODOLÓGICAS EN PALATOGRAFÍA
DINÁMICA Y CLASIFICACIÓN ELECTROPALATOGRÁFICA
DE LAS VOCALES Y DE ALGUNAS CONSONANTES
LINGUALES DEL ESPAÑOL PENINSULAR¹**

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

¹ Este artículo constituye la adaptación de una parte de la tesis doctoral de su autora finalizada y depositada en diciembre de 2000 y leída en la Universitat de Barcelona en mayo de 2001.

RESUMEN

Tras un repaso a la morfología del tracto vocal supralaríngeo y a las técnicas principales de que disponemos para el estudio instrumental y experimental de la fonética articulatoria, el trabajo se centra en la descripción de la electropalatografía (EPG), la mejor y más completa actualmente para el análisis de los contactos linguopalatales a través del tiempo, y en clasificar a las vocales y a la mayoría de consonantes linguales del español a partir de la reducción de sus resultados a los índices CA, CP y CC propuestos por Fontdevila, Pallarès y Recasens (1994). Las vocales mejor identificadas por la técnica son, sin duda las vocales anteriores. La hipótesis de clasificación consonántica consiste en distribuir las diez articulaciones estudiadas en cuatro grupos: dentoalveolar ([t]), alveolar ([n, s, l, r, ʀ]), alveolopalatal ([ɲ, ʎ, tʃ]) y palatal ([j]).

Palabras clave: *EPG, PMC, PI, PF, índice CA, índice CP, índice CC, vocales, dentoalveolar, alveolar, alveolopalatal, palatal.*

ABSTRACT

This article begins by reviewing the main experimental techniques in the instrumental analysis of articulatory phonology, and more specifically the morphology of the supralaryngeal vocal tract, including a descriptive account electropalatography (EPG), to date the most comprehensive method of analysis of linguo-palatal contacts along the time domain. The article then focuses on the use of EPG analysis in the classification of Spanish vowels and most lingual consonants by using the indices CA, CP and CC proposed by Fontdevila, Pallarès y Recasens (1994). Vowel identification through EPG was found to be particularly successful with front vowels. The hypothesis of consonantal classification consists of distributing the ten studied articulations in four groups: dentoalveolar ([t]), alveolar ([n, s, l, r, ʀ]), alveolopalatal ([ɲ, ʎ, tʃ]) and palatal ([j]).

Key words: *EPG, PMC, PI, PF, CA index, CP index, CC index, vowels, dentoalveolar, alveolar, alveolopalatal, palatal.*

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Preliminares

En el tercio superior del cuerpo humano, entre el diafragma (situado bajo los pulmones), por un extremo, y los labios y la nariz, por otro, hallamos un «mecanismo» muy complejo que sirve tanto para respirar y para comer como para emitir sonidos que nos permiten comunicarnos con los demás. Para llevar a cabo esta última función -la comunicativa- el hablante utiliza la fase de espiración², en el proceso de respiración, que se vuelve más larga que en la función exclusivamente respiratoria (Ohala, 1990:23; D'Introno y otros, 1995:80).

Destaca dentro del aparato fonador la importancia de las cavidades supraglóticas puesto que actuando como filtros y cavidades resonadoras modifican el tono laríngeo emitido por las cuerdas vocales en la cavidad glótica aprovechando el aire expulsado por las cavidades infraglóticas para dar lugar a los diferentes sonidos usados con valor lingüístico.

En las cavidades supraglóticas, la cavidad bucal es la que tiene un mayor número de órganos o pequeñas piezas del citado «mecanismo». Algunos de ellos son pasivos, es decir inmóviles, a saber: los dientes, los alveolos, el paladar duro; y otros activos o móviles: la mandíbula (maxilar inferior), los labios, el velo del paladar y, sobre todo, la lengua.

1.2. La zona interna de la cavidad bucal

La cavidad bucal está dividida en una zona externa o vestíbulo (situada entre los labios y las mejillas, por un lado, y las encías y los dientes, por otro) y una zona interna de mayores dimensiones que la anterior que se inicia en la cara interna de los dientes.

² Salvo en sonidos eyectivos, inyectivos -implosivos, según denominación inglesa- o clics, que hallamos en lenguas como las caucásicas (eyectivos), del oeste africano (inyectivos), o lenguas habladas en el sur de África (clics) (Maddieson, 1984; Ladefoged y Maddieson, 1996).

1.2.1. La lengua

En la zona interna hallamos un elemento extremadamente activo: la lengua. La importancia de este órgano por su fisiología³ y sus funciones es manifiesta: *La lengua da forma a la mitad inferior de la cara y es un verdadero motor interno de crecimiento. Su anatomía es extraordinaria [...] Su inervación⁴ es excepcionalmente rica* (Casal, 1994:16). *Su movilidad es directa y voluntaria* (Perelló y Peres, 1977:338).

La lengua, por lo tanto, es un complejo entramado extremadamente móvil y, en el habla, cada posición que muestre implicará una cavidad de resonancia distinta (y consecuentemente un filtro determinado) lo que permitirá producir diferentes sonidos. Sin embargo, no ocurrirá que cualquier pequeño cambio articulatorio ocasione diferencias acústicas tan importantes como para que los oyentes lo perciban como un diferente sonido según han establecido la teoría *cuántica* formulada por Stevens⁵ (1972, 1989) y la de la percepción categorial (Repp, 1984).

³ Fisiológicamente (Gray, 1986:1429-1432), la lengua mediante sus músculos se inserta en el hioides, la mandíbula, las apófisis estiloides, el paladar blando y la pared de la faringe. En posición de reposo su dorso es generalmente convexo en todas direcciones y se divide en una parte anterior que mira hacia arriba y otra parte posterior que mira hacia atrás. Longitudinalmente también podemos distinguir en ella dos mitades, izquierda y derecha, cada una de las cuales posee dos grupos de músculos, extrínsecos e intrínsecos. Los primeros presentan inserciones fuera de la lengua y los segundos, en ella. Los músculos extrínsecos son los siguientes: *geniogloso* (su acción consiste en tirar de la lengua hacia adelante y en dirigir la parte interna de la lengua hacia abajo dando lugar a una concavidad lingual superior de lado a lado); *hiogloso* (su acción consiste en deprimir la lengua); *estilogloso* (sirve para tirar de la lengua hacia arriba y hacia atrás); *condrogloso* (igual que el hiogloso, deprime la lengua); y *palatogloso*, (aunque éste por su situación, función e inervación tiene más relación con el paladar blando). Los músculos intrínsecos son los siguientes: *músculo lingual (longitudinal) superior* (acorta la lengua y vuelve su punta y sus bordes hacia arriba originando una forma cóncava); *músculo lingual (longitudinal) inferior* (también acorta la lengua pero vuelve su ápice hacia abajo ocasionando que el dorso aparezca convexo); *músculo transverso de la lengua* (se ocupa de estrechar y elongar la lengua) y *músculo vertical de la lengua* (aplana y ensancha la lengua). Los músculos extrínsecos se ocupan, pues, de determinar la posición de la lengua y la acción de los músculos intrínsecos consiste principalmente en modificar la forma de la lengua. Todos los músculos, salvo el palatogloso, están inervados por el nervio hipogloso.

⁴ Influjo del sistema nervioso en los demás órganos y sus respectivas funciones.

En les llengües humanes existeixen uns sons més propicis que els altres perquè són produïts per unes regions naturals [quanta]; la causa és que no existeix una relació lineal entre els paràmetres articuladoris i els acústics, ja que petites diferències articulatòries poden produir grans canvis acústics i viceversa (Martínez Celdrán, 1994:112) y por eso, ante una serie de estímulos continuos con pequeñas diferencias frecuenciales entre ellos, *només es percebien diferents els estímuls que coincidien amb els fonemes de la llengua* (Martínez Celdrán, 1994:110).

Dada esta gran versatilidad para adoptar diferentes posiciones y formas es conveniente efectuar en la lengua ciertas distinciones: el *ápice* o *punta*, el *dorso* que, a su vez, consta de *predorso*, *mediodorso* y *posdorso*, y la *raíz*. Adaptamos esta clasificación puesto que está más en consonancia con la tradición hispánica desde Navarro Tomás (1918) y ha sido seguida por importantes autores como Gili Gaya (1950), Martínez Celdrán (1984) y Quilis (1993) aunque difiere de la utilizada por la tradición inglesa que distingue una pequeña región lingual más, la *lámينا* (*blade*), situada tras el ápice, en la primera parte del predorso. Esta clasificación de origen anglosajón⁶ es utilizada, sin embargo, por fonetistas latinos de prestigio como, por ejemplo, Recasens. Aproximadamente, donde la tradición hispánica sitúa el predorso, la tradición inglesa distingue entre *lámينا* y predorso (o *blade* y *front*).

Esquemáticamente podemos representar ambas divisiones de la lengua en regiones linguales del modo que aparece en la figura 1:

⁵ Las ideas principales de esta teoría aparecen anteriormente en los trabajos de Ungeheuer (1962) y Vieregge (1970).

⁶ Autores como Catford (1977) hablan de *dorsum*; sin embargo, muchos autores de habla inglesa distinguen en la lengua las siguientes partes: *tip*, *blade*, *front*, *back* y *root* o *radix*. El mismo Catford (1977:143-144) señala: *The rest of the upper surface of the tongue, back to the tip of the epiglottis is the dorsum [...]. If necessary, however, one can roughly divide the dorsum behind the blade into two equal parts –front (antero-) and back (postero), the last third of the back part being the root or radix, which continues on down in front of the epiglottis.*

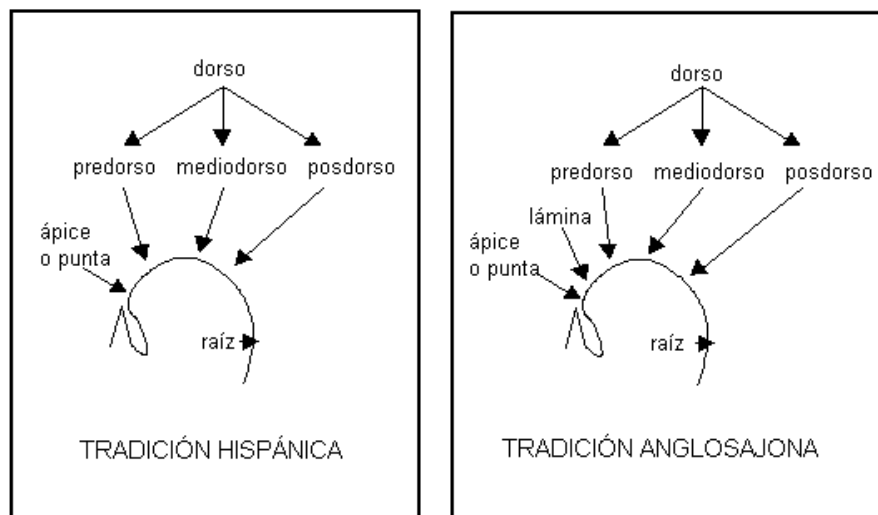


Figura 1. *Regiones linguales.*

Autores como Sievers (1976) hablan de *corona* para referirse a la parte más anterior de la lengua que incluiría el ápice y la parte más anterior del predorso, en la tradición hispánica, o la lámina, en la tradición inglesa.

El movimiento lingual en el habla implica especialmente a los dientes y al paladar puesto que en su trayectoria se acercará a ellos o los presionará dando lugar a distintos sonidos con valor lingüístico.

1.2.2. Los dientes

En los dientes distinguimos externamente dos partes (Gray, 1986: 1405 y ss.) que se unen en el margen cervical: la *corona*, cubierta por un material muy resistente llamado esmalte; y la *raíz*, formada por un tejido parecido al hueso denominado cemento. Longitudinalmente su sección también presenta distintos componentes como la dentina y la cavidad pulpar.

Es importante la clasificación que se hace de los dientes basada en su aspecto, función y posición. Distinguimos: *incisivos* (dos en cada cuadrante maxilar, uno

central y otro lateral), *caninos* (uno al lado de cada incisivo lateral), *premolares* (dos al lado de cada canino) y *molares* (tres detrás de cada segundo premolar, su tamaño va disminuyendo progresivamente en dirección posterior)⁷.

1.2.3. El paladar

El paladar es el techo de la boca y consta de dos partes muy diferenciadas entre sí (Gray, 1986: 1393-1395): el *paladar duro* y el *paladar blando* o *velo del paladar*. El paladar duro está limitado anterior y lateralmente por los arcos alveolares y por las encías, y por detrás por el paladar blando. Está cubierto por un tejido denso, constituido por el periostio y la mucosa, con el que aparece íntimamente conectado. La superficie más alta del paladar duro forma parte de la zona inferior de las fosas nasales. El paladar blando o velo del paladar es un pliegue móvil suspendido del borde posterior del paladar duro que se extiende hacia atrás y hacia abajo entre la rinofaringe y la orofaringe. Lo constituye un pliegue de mucosa en cuyo interior hay una aponeurosis⁸, fibras musculares, vasos, nervios, tejido linfático y glándulas mucosas. De la zona media de su borde posterior pende un pequeño tubérculo cónico, la *úvula*. En su posición habitual -relajado y pendular-, a la hora de producir sonidos nasales presenta una superficie anterior cóncava y una superficie posterior convexa. Los sonidos orales para ser producidos necesitan que la parte posterior del velo se adhiera a la pared faríngea cerrando el paso del aire hacia la cavidad nasal).

En el paladar duro, tras los alveolos, solemos distinguir en el estudio articulatorio de los sonidos una zona prepalatal (o postalveolar), otra mediopalatal y una tercera pospalatal como podemos comprobar en el esquema de la figura 2:

⁷ Los incisivos, caninos y premolares permanentes de los adultos sustituyen a dos incisivos, un canino y dos molares caducos en la dentición infantil, de piezas más pequeñas y más blancas, en cada cuadrante maxilar.

⁸ La aponeurosis palatina es una delgada y consistente laminilla de tejido fibroso que actúa como soporte de los músculos y le da consistencia al paladar blando (Gray, 1986: 1393).

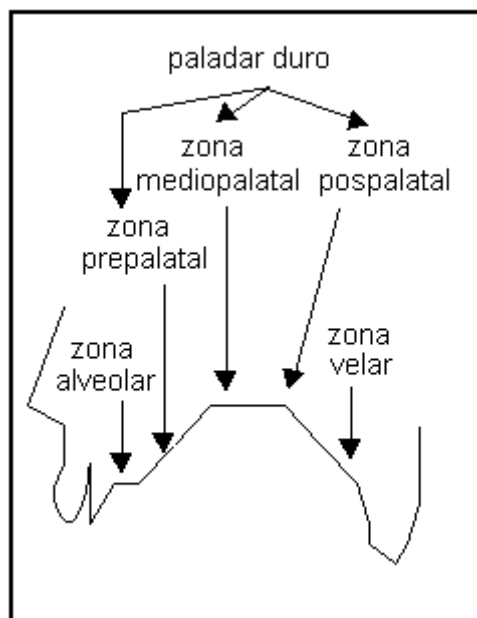


Figura 2. Zonas del paladar.

En el paladar blando hallamos diferentes músculos con acciones diversas: *peristafilino interno* (encargado de elevar el paladar blando), *peristafilino externo*⁹ (responsable de empujar el paladar blando hacia un lado o hacia ambos tensándolo), *palatostafilino* (músculo que levanta y contrae la úvula), *palatogloso* (músculo que se ocupa de levantar la raíz de la lengua y aproxima el pilar anterior del velo hacia un plano medio. Cuando ambas funciones se dan a la vez sirve para separar la cavidad bucal de la orofaringe) y *palatofaríngeo* (encargado de tensar las paredes de la faringe reduciendo su tamaño durante la deglución, también tira los pilares posteriores del velo hacia delante).

⁹ El peristafilino externo está inervado por el nervio mandibular y los demás por fibras nerviosas que salen de la médula en la porción craneal del nervio espinal y que llegan al plexo faríngeo a través del nervio vago.

En el aspecto articulatorio del habla humana, todas las acciones de los articuladores deben ser tenidas en cuenta y analizadas con métodos experimentales pero es especialmente importante atender a la acción de la lengua con el paladar, los alveolos y los dientes incisivos porque de la relación que mantengan estos elementos (en qué punto y cómo se produzca la constricción) resultarán buena parte de los sonidos de las lenguas del mundo.

1.3. Técnicas instrumentales para el estudio de la producción de habla. La palatografía

Medir el tracto vocal y sus articuladores es difícil porque difieren en rapidez de movimiento, estructura, dimensiones, grado de complejidad y disposición. La mayor complejidad se halla en el análisis de las interacciones entre articuladores. Está claro, además, que los medios instrumentales para el estudio de la articulación cambian y evolucionan y que un solo instrumento no proporciona información acerca de todo el tracto vocal, por lo cual a veces se combinan distintas técnicas en un estudio: por ejemplo, la electropalatografía y las imágenes ultrasónicas (Stone y otros, 1992).

Ha habido muchas tentativas para estudiar la producción del habla, sobre todo en las cavidades supragóticas y especialmente en la cavidad bucal donde, como ya hemos dicho, es capital la acción lingual, aunque dadas sus características su estudio no es fácil. *The tongue is primarily important for determining the vocal tract shape in the oral cavity, but measuring tongue movements has been a major problem* (Kaburagi y Honda, 1994:1356); *the tongue is the most important organ in the vocal tract configuration and its movements are complex* (Shirai, 1992:52).

Lo deseable siempre es que sea cual sea la técnica empleada sea lo menos invasiva posible e interfiera lo mínimo en la articulación natural. Decker (1996), Hardcastle (1981), Marchal (1988); Marchal, Courville y Belanger, (1980), Painter (1979), Saito (1992), Stone (1997), Ziegler (1993) o Fernández Planas (2001), por ejemplo, ofrecen una breve exposición general de estas técnicas.

Las técnicas que permiten analizar la cavidad bucal se clasifican en dos grupos: aquellas que analizan por la imagen (como los rayos X¹⁰ y sus variantes) y aquellas que lo hacen a través de electrodos u otros elementos situados en puntos estratégicos de la estructura que se desea estudiar. Entre estas últimas destacan la *articulometría midsagital electromagnética*, EMMA o EMA¹¹, la *electromiografía* (EMG)¹² y la *palatografía* que es la técnica más utilizada y reconocida para observar los contactos de la lengua con el paladar.

Esta última técnica permite observar la variabilidad articulatoria y con ella podemos apreciar claramente que para la articulación de un sonido no hay una sola posición posible de los órganos. Se trata, en realidad, de una designación que engloba muchos y diversos procedimientos que han recorrido un largo camino

¹⁰ Los rayos X, una forma de radiación electromagnética, a cuya exposición puede resultar perjudicial exponerse (siempre debe ser durante un tiempo limitado), permiten también obtener una visión lateral de los labios y de la mandíbula pero no informan acerca de los contactos que establece la lengua. Variantes de esta técnica son la *xerorradiografía*, que es más clara en los límites de las estructuras (incluso de las blandas) pero es muy lenta y emite mucha radiación; también la *cinerradiografía* y la *videorradiografía* que permiten captar algunos aspectos dinámicos del habla mediante la sucesión rápida de radiografías o la *cinelfluorografía*, donde las imágenes de rayos X son fotografiadas tras ser proyectadas en una pantalla fluorescente. Las dificultades constantes en las técnicas que trabajan con rayos X son el identificar claramente áreas blandas y la emisión de radiaciones. Estas dificultades pueden ser superadas, en parte, con el uso de la *tomografía* que ofrece cuatro planos en sus series de escáners -longitudinal, coronal, oblicuo y transversal-; con las *resonancias magnéticas* que usan campos magnéticos y ondas radio más que rayos X pero que provocan claustrofobia en muchos de sus usuarios; y con las imágenes ultrasónicas, cuya limitación consiste en no dar cuenta del movimiento del ápice de la lengua. Todas ellas son técnicas de exploración y análisis por la imagen, sin contacto directo con las estructuras internas.

¹¹ Permite obtener información espacio-temporal de las trayectorias de movimiento de los órganos articulatorios a través de electrodos situados en puntos de interés. A diferencia de los rayos X no presenta riesgos para la salud del informante sometido a estudio, aunque es una técnica molesta para el informante.

¹² Se ha utilizado para estudiar diferentes grupos de músculos implicados en el habla aunque con problemas para el estudio de la lengua dada su particular anatomía que contiene músculos intrínsecos y extrínsecos cuyas acciones y funciones son diferentes. Por esta razón una fuente de discusión en esta técnica es la colocación de los electrodos. Proporciona información acerca de mecanismos de control en el nivel neuromuscular.

hasta llegar a la electropalatografía actual empezando con Darwin, verdadero precursor de esta técnica según Marchal (1988).

La actividad del órgano lingual dada su versatilidad para adoptar diferentes posiciones a gran velocidad es de interés para muchos profesionales como los logopedas o los médicos, además de los fonetistas. Se considera el subsistema más versátil del habla y a la vez se trata de un órgano extremadamente difícil de observar. Por ello se explica que haya habido diferentes métodos dentro del campo de la palatografía hasta llegar a la actual palatografía dinámica.

1.3.1. La palatografía estática

La palatografía estática se denomina así porque se ocupa de estudiar una articulación aislada y se divide en dos tipos, en función de si utiliza o no un paladar artificial: indirecta (el estudio se realiza mediante un paladar artificial); y directa (el estudio se realiza sin paladar artificial). Trabajos como los de Straka (1965), Ladefoged (1957) y Witting (1953) siguen este método estático.

Indica Marchal (1988) que la palatografía estática directa, que puede realizarse tiznando los incisivos superiores y el paladar con una sustancia oscura o, menos satisfactoriamente, extendiendo sobre la lengua dicha sustancia¹³.

Esta técnica tuvo su origen en los trabajos de un dentista inglés, J. O. Coles (1872) y en su preocupación por ayudar a sus pacientes con patologías palatinas. Pero Coles no era fonetista y sus trabajos adolecen de este hecho al mostrar incoherencias como la que representa hablar de la pronunciación de las letras. Unos años más tarde, señala Marchal (1988), Grützner (1879) usó un procedimiento similar al utilizado previamente por Coles que consistía en secar la saliva de la lengua del informante, extenderle por encima una sustancia de color, hacerle pronunciar un sonido aislado y posteriormente observar por medio de un juego de espejos el rastro dejado por la lengua en el paladar; a diferencia de Coles que lo que hacía era embadurnar los incisivos superiores y el paladar. Muchos años más tarde, la fotopalatografía de Anthony (1954) vuelve a utilizar la palatografía directa, observa los resultados a través de juegos de espejos y fotografía los

¹³ Esta sustancia puede consistir en una mezcla de cacao y carbón vegetal o harina y goma arábica. Se aplicaría tras extender sobre la superficie pertinente aceite de oliva.

resultados. Sin embargo, el uso de espejos inclinados puede distorsionar la visión de la cavidad palatina por lo que su uso es arriesgado.

La palatografía indirecta pronto vio la necesidad de contar con paladares artificiales. Al principio, este paladar se recubría con la sustancia de color, el informante se lo colocaba en la boca, pronunciaba un sonido aislado y después, al retirar el paladar artificial, se podía observar con facilidad dónde la lengua había arrastrado tras su contacto la mencionada sustancia. Este método se impuso rápidamente entre los fonetistas experimentales de fines del siglo XIX que construían paladares artificiales con diversos materiales. También lo utilizaron autores como Rousselot (1897-1901), considerado el padre de la fonética experimental como disciplina, y Barnils (1933).

Sin embargo, desde el pasado se sentía la necesidad de disponer de una palatografía más dinámica capaz de seguir la sucesión en el tiempo de los contactos de regiones de la lengua con el paladar y de superar el hecho de tener que pronunciar un sonido aislado que normalmente es difícil y además, en muchos casos, poco fiable. Los dispositivos neumáticos de Rousselot (1901) unidos a un quimógrafo iniciaban el camino de la superación de la palatografía estática.

1.3.2. La palatografía dinámica o electropalatografía

El objeto de estudio en este tipo de palatografía es, además de las articulaciones en un momento puntual, la evolución temporal de los contactos linguopalatales en el paso de un sonido a otro en la cadena fónica. Este hecho constituye su mayor logro y representa un enorme avance respecto a las técnicas incluidas en el campo de la palatografía estática. La electropalatografía supone, pues, un cambio cualitativo muy importante respecto a las técnicas anteriores dentro del ámbito experimental de la fonética articulatoria, aunque también es una técnica usada por médicos y logopedas. Existen en la literatura electropalatográfica diversos estudios centrados en perturbaciones del habla (Gibbon (1990); Gibbon y Hardcastle (1989); Gibbon, Hardcastle y Moore (1990); Hardcastle, Jones, Knight, Trudgeon y Calder (1989); Magno Caldognetto (1992); Magno Caldognetto, Ferrero y Bronte (1991); Gibbon, Ellis y Crampin, (2004) entre otros).

Con la electropalatografía se hace más evidente que no hay una única posición posible de los órganos para la articulación de un sonido. En palabras de Gibbon (1990: 331), *The technique of electropalatography (EPG) is ideally suited to*

observe whether such phonetically relevant articulatory differences are being made by subjects.

Esta denominación engloba diferentes sistemas (Marchal, 1988). El utilizado en este trabajo es el de Reading, diseñado bajo el impulso del profesor Hardcastle que perfecciona el anterior de Edimburgo que él mismo había puesto a punto.

Las características propias de la palatografía dinámica -que permite la observación de diferentes configuraciones linguopalatales a través del tiempo- la convierten en una técnica cuyo estudio conjuga los parámetros temporal y espacial. Diversos trabajos hacen hincapié en ambas dimensiones, por ejemplo Farnetani (1990), Gibbon, Hardcastle y Nicolaidis (1993) o Martínez Celdrán y Fernández Planas (2007).

Aunque la electropalatografía ha supuesto un cambio cualitativo muy importante respecto a la palatografía estática tiene limitaciones en el estudio articulatorio como son: no dar información acerca del comportamiento de los labios, la mandíbula, el velo del paladar, el flujo de aire nasal o las regiones linguales implicadas en los contactos; sin embargo, es una técnica muy completa (especialmente desde que incorpora información acústica) en el estudio de la actividad linguopalatal que, por otra parte, constituye un aspecto fundamental de la articulación de los diferentes sonidos. De hecho, es la única técnica actualmente que refleja la configuración de los contactos linguopalatales y sus cambios en el tiempo.

Hablar con un cuerpo extraño en la boca, como el paladar artificial, siempre supone inicialmente una molestia y puede provocar, además de una abundante salivación, la realización de «compensaciones», fenómeno muy frecuente en casos de patologías y reeducación de habla. Hay estudios específicos como los de Lieberman y Blumstein (1988) que muestran que los hablantes tenemos una representación mental de la configuración del tracto vocal supralaríngeo que usamos normalmente para producir sonidos y cuando se introduce alguna anomalía en dicho tracto tendemos a compensarlo, por ejemplo con movimientos linguales y labiales en caso de rigidez mandibular. A pesar de ello, las dificultades iniciales que provoca el paladar artificial se superan y es posible estudiar producciones fiables.

Otro inconveniente que surge con el uso de paladares artificiales en la palatografía indirecta, tanto estática como dinámica, es el reducido número de informantes con

que cuentan los trabajos, generalmente. En este estudio cada uno de ellos ha contado con su propio paladar artificial¹⁴. De ello se deduce que la electropalatografía es apta para estudios de la llamada *habla de laboratorio* pero difícil en trabajos de campo¹⁵ o en conversación espontánea.

La interpretación de los datos obtenidos mediante un electropalatógrafo es caracterizada por Recasens (1990a:17) como *flexible*. Con esta denominación se pretende indicar que no existe un solo tipo de reducción de los datos obtenidos ni de interpretación única utilizada por todos los estudiosos que trabajan con ella. Pueden utilizarse electropalatogramas que representen toda la superficie del paladar y muestren los electrodos activados o líneas de contacto por zonas establecidas en el paladar artificial, por ejemplo.

Algunos autores de reconocido prestigio que utilizan la electropalatografía en buena parte de sus trabajos son, por ejemplo, Recasens, Hardcastle, Marchal, Fujimura, Shibata, o Farnetani, entre otros.

Un objetivo clásico y recurrente en los estudios de fonética realizados a partir de esta técnica consiste en profundizar en el estudio de la coarticulación cuyas reglas se hacen imprescindibles en otro campo de aplicación de la fonética: la síntesis de habla (Heike, Greisbach y Kroger (1991)). Dice Martínez Celdrán a propósito (1991:110): *La palatografía permite el estudio de los contactos linguopalatales durante la emisión de una secuencia fónica, por eso la palatografía y, sobre todo, la palatografía dinámica se ha convertido en una de las técnicas más interesantes para estudiar los procesos de coarticulación*. Puede profundizarse en aspectos teóricos de coarticulación en Farnetani (1990), Hardcastle y Newlett (eds) (1999), Fernández Planas (2001) y en Recasens y Pallarès (2001).

El objetivo general de este trabajo consiste en clasificar electropalatográficamente las vocales y algunas consonantes linguales del castellano. Por consiguiente, concretamente del artículo se centra, por un lado, en estudiar la configuración linguopalatal de las vocales castellanas y, por otro, en estudiar la configuración

¹⁴ Es cierto que existen paladares flexibles o universales aptos para múltiples hablantes, sin embargo presentan con facilidad fallos de adaptabilidad, además de posibles problemas de higiene.

¹⁵ La palatografía más apta para ser utilizada en trabajos de campo es la directa. Esta fue la utilizada por Ladefoged (1964).

linguopalatal de aquellas consonantes castellanas cuyo punto de articulación se sitúa entre los dientes y el inicio del paladar blando y que son susceptibles de aparecer en posición intervocálica. En este sentido, la hipótesis sostenida en este trabajo indica que las, tradicionalmente, llamadas dentales no son dentales puras sino realmente dentoalveolares pues comparten con las alveolares parte de su zona de contacto; y, por otro lado, que algunas de las llamadas palatales en la tradición fonética española son, en realidad, alveolopalatales o palatoalveolares ya que también presentan algunas coincidencias con las alveolares en cuanto a una zona de activación de electrodos durante su producción.

2. METODOLOGÍA

2.1. El corpus

En función del objetivo establecido, el corpus que compone este trabajo está constituido, en el apartado de clasificación de las vocales, por sesenta estímulos que resultan del estudio de tres estímulos por vocal e informante en posición tónica en el contexto [pVpV]. El interés de escoger esta consonante reside justamente en que no se trata de una articulación lingual, de este modo interfiere mínimamente en la articulación de las vocales estudiadas.

En el apartado de resultados dedicado a la clasificación consonántica el contexto elegido es el intervocálico entre vocales bajas centrales. Se ha escogido el contexto simétrico [aCa] puesto que esta vocal presenta muy pocas activaciones de electrodos en el paladar artificial, frecuentemente ninguna; pero, cuando las hay, siempre son muy atrasadas y lateralizadas dada su condición de vocal central y baja o abierta. Es decir, que para su producción la lengua está lo más alejada posible del paladar¹⁶ con lo cual pensamos que la configuración linguopalatal de la articulación consonántica intermedia objeto de estudio encuentra a su lado el mejor contexto para ser analizada con pocas influencias linguopalatales puesto que, sea cual sea la consonante estudiada, comparte con esta vocal pocas semejanzas por lo que respecta al objetivo de la lengua durante su producción. Es decir, la lengua se desplaza a partir de una posición *neutra* y vuelve a ella. Ladefoged y Maddieson

¹⁶ Navarro Tomás (1990:54) indica que la *ɶ* media requiere una abertura de los labios mayor que la que representan las demás vocales; abertura de las mandíbulas, unos 10 mm. entre los incisivos; la lengua, suavemente extendida en el hueco de la mandíbula inferior -a diferencia de [i, u] unos 4 mm. y [e, o] entre 6 y 8 mm.

(1996:11) indican: *The starting point of the movement for a consonant depends on the position of the vocal tract in the previous sound. The most convenient approach [...] is to consider the movement of an active articulator from its position in a neutral state of the vocal tract towards some articulatory target on the upper or rear surface of the vocal tract in the midline.* Los estímulos consonánticos utilizados, por tanto, son ciento veinte y resultan de trabajar tres repeticiones de cada estímulo por consonante e informante, siendo diez las articulaciones consonánticas consideradas¹⁷. Las consonantes tratadas son las siguientes: [t, l, s, n, r, ʀ, ʎ, ɲ, ʃ, ʒ]. Los electropalatogramas que aparecen en los gráficos resultan de una media obtenida entre las tres repeticiones de los logatomos correspondientes a una misma secuencia por informante.

Contamos con un tipo de corpus denominado *ad hoc* lo que implica que las realizaciones sonoras que lo conforman no procederán de emisiones espontáneas sino de secuencias que serán leídas *por informantes seleccionados en condiciones precisas y bien controladas* (Llisterri 1991: 68). Cada una de las emisiones resultantes constituía en las grabaciones un archivo independiente con lo que se lograba evitar el *efecto de serie* (Llisterri 1991: 73) aunque no se alterara el orden de la grabación. Estas emisiones fueron leídas tres veces por los informantes con acento llano, pronunciación cuidada pero no enfática y manteniendo siempre una velocidad de habla estable ni rápida ni lenta, aspecto importantísimo para evitar tanto los fenómenos de *hipoarticulación* (elisiones y reducciones articulatorias debidas a una elocución rápida) como los de *hiperarticulación* (derivados de una pronunciación deliberadamente lenta).

2.2. Los informantes

Para la realización de este trabajo hemos contado con la ayuda de cuatro¹⁸ informantes, dos hombres (X. L. G. y E. M. C.) y dos mujeres (L. R. B. y A. F. P.),

¹⁷ El corpus total en la tesis (para el estudio de la coarticulación vocálica) de la que se extrae este artículo está formado por setecientos cincuenta logatomos para cada informante que resultan de situar las diez consonantes estudiadas en todas las combinaciones vocálicas castellanas posibles y de tener de cada secuencia tres emisiones. Dado que el número de informantes, como se verá en el subapartado siguiente, es cuatro, el corpus global está constituido por tres mil logatomos de estructura VCV en cada uno de los cuales se estudiaron los seis índices de los que se hablará más adelante.

¹⁸ En casos puntuales contamos además con otra informante que responde a las iniciales J. D. L. Es natural de Tenerife, reside en la misma isla y comparte con los cuatro informantes

sin trastornos auditivos ni articulatorios. Todos ellos constituyen un grupo homogéneo respecto a las variables edad, nivel cultural, nivel social, profesión, lugar de residencia desde hace muchos años y modalidad de castellano que hablan en un registro formal: se trata de informantes adultos, con estudios superiores y nivel social medio, acostumbrados a la investigación fonética en particular y al estudio de la lingüística en general, que viven en el área de influencia de Barcelona y que hablan un castellano estándar correcto en un registro formal. Las grabaciones se efectuaron en el *Laboratori de Fonètica* de la *Universitat de Barcelona*.

Todos los trabajos de este tipo realizados hasta ahora suelen contar con un número relativamente pequeño de informantes¹⁹. En Fernández Planas (2001:57-58) se puede encontrar un listado de trabajos realizados mediante esta técnica, clasificados en función del número de informantes que utilizan. Además, suele ser muy habitual que el propio investigador sea uno de los informantes utilizados, a veces incluso el único (pueden encontrarse referencias en Fernández Planas, 2001: 57). Hay que añadir que no se ha tenido en cuenta la variable género. Los informantes han sido hombres y mujeres indistintamente. Fisiológicamente hay diferencias en el aparato fonador entre ellos -básicamente las dimensiones de la laringe, lo cual adquiere una especial significación en estudios acústicos y en estudios articulatorios de laringe- sin embargo, no hay constancia en la literatura especializada de diferencias en los contactos linguopalatales por esta causa y en nuestro trabajo tampoco han aparecido. Muchos estudios utilizan hombres y mujeres indistintamente sin hacer mención a este punto (pueden encontrarse referencias bibliográficas en Fernández Planas, 2001:59).

Para poder llevar a cabo las grabaciones pertinentes cada una de las personas que actúan como informantes debe poseer su propio paladar artificial por un claro motivo higiénico pero, sobre todo por un motivo anatómico ya que cada paladar

habituales las demás variables que se especificarán a continuación. El objetivo en el caso de la lateral alveolar, por ejemplo, fue comprobar si las realizaciones del grupo principal de informantes estaban influidas por la [l] del catalán, típicamente velarizada. En los demás casos en los que se contó con J. D. L. la finalidad también consistió en comprobar la posible influencia del catalán en los cuatro informantes habituales.

¹⁹ Recasens (1990b:14) lo expresa así: *el paladar artificial ha de registrar les mateixes dimensions que el paladar del parlant. Per aquest motiu, els estudis de palatografia indirecta reporten dades relatives a un nombre petit d'informants*. Obviamente, no contempla la posibilidad de trabajar con un paladar artificial universal. Aunque seguidamente apunta una excepción: *una excepció notable és el treball de Kaiser (1939-1942)*.

artificial está confeccionado por un odontólogo tomando como molde el paladar real humano de la persona en cuestión²⁰, con lo que se consigue que no haya problemas de ajuste y, consiguientemente, mayor fiabilidad de los datos obtenidos. Antes de llevar a cabo las grabaciones, varias sesiones para cada informante, cada uno de ellos realizó independientemente *prácticas* hasta vencer la abundante salivación que su uso provoca al principio y hasta acostumbrarse a hablar con un cuerpo extraño en la boca para lograr que interfiriera lo menos posible en sus emisiones. Trabajos como los de McFarland, Baum y Chabot (1996) y Baum y McFarland (1997) muestran que el habla del informante que lleva un paladar artificial mejora gradualmente con un período de aclimatación.

2.3. El electropalatógrafo utilizado: EPG3, sistema de Reading

2.3.1. El instrumento

El EPG3 es un instrumento muy útil en el campo de la fonética articulatoria que se inscribe dentro de los usados en la electropalatografía o palatografía dinámica puesto que permite la captación de los contactos linguopalatales en el tiempo, cada diez ms, en cualquier emisión. Concretamente este instrumento ha sido creado y desarrollado en los años 1984-1985 en el *Speech Research Laboratory* de la Universidad de Reading (Inglaterra) bajo el impulso del profesor Hardcastle y resulta ser un modelo perfeccionado del sistema que él mismo había llevado a cabo en Edimburgo (Marchal, 1988: 70). Este sistema aprovecha las prestaciones y posibilidades ofrecidas por los ordenadores. Consta de diferentes componentes, como exponen entre otros: Hardcastle, Gibbon y Jones (1991); Hardcastle, Jones, Knight, Trudgeon y Calder (1989); Speech Research Laboratory, Reading University (1999), Fernández Planas (2001).

2.3.1.1. El paladar artificial

Uno de dichos componentes es el paladar artificial, único para cada informante en este trabajo, realizado con resina acrílica sobre un molde construido por un

²⁰ Existen paladares artificiales flexibles o universales que sirven para varias personas. En nuestro caso hemos rechazado trabajar con ellos por razones higiénicas, por un lado, y, por otro y especialmente, para que cada paladar artificial se ajuste al máximo a la cavidad bucal de su dueño y podamos conseguir datos articulatorios lo más fiables posible.

odontólogo que recoge todas las características y marcas palatinas de cada persona que actúa como informante. Su grosor es de 1 mm. Cubre la zona entre los dientes y el paladar blando y se sujeta a través de las muelas. Requiere ser lo suficientemente blando como para interferir lo menos posible en la articulación, pero a la vez lo suficientemente consistente como para ajustarse bien a su propietario y soportar muchas sesiones de trabajo sin deformarse. Es importante que tenga los cortes rematados y no sean afilados, especialmente en el límite entre el paladar duro y el velo, para evitar una molestia cortante en dicha región tan sensitiva.

El paladar artificial contiene sesenta y dos electrodos, finos discos de plata de 1,4 mm. de diámetro, distribuidos por su superficie y conectados a alambres de cobre esmaltados de 46 cm. de longitud. Su distribución es equidistante siguiendo predeterminados esquemas basados en marcas anatómicas, lo que asegura la comparación entre realizaciones de diferentes informantes que, evidentemente, poseerán diferentes cavidades bucales en cuanto a dimensiones y formas. Tres son las líneas de referencia que se toman a la hora de distribuir los electrodos en la superficie del paladar artificial: una línea horizontal en la parte más anterior del paladar, justamente en la línea de unión entre el paladar artificial y los incisivos superiores; una línea horizontal en la parte más posterior del paladar, justamente en la línea de unión entre el paladar duro y el paladar blando; y una línea vertical en el centro del paladar.

Los sesenta y dos electrodos se disponen en ocho filas horizontales contando cada una de ellas con ocho electrodos, salvo la primera o más anterior que únicamente tiene seis. Las filas 1 y 8 (la más anterior y la más posterior) se corresponden con las dos primeras líneas de referencia descritas en el párrafo anterior. Los electrodos de cada fila se distribuyen por ella de modo equidistante de tal modo que los laterales queden al lado de los dientes. Las restantes filas se disponen en el paladar de manera que entre las cuatro primeras filas exista la mitad del espacio que hallamos entre las cuatro posteriores. Los electrodos de estas filas son colocados de modo análogo al visto para las filas que actúan como líneas de referencia. La figura 3 ilustra la posición de los electrodos distribuidos por la superficie del paladar artificial en relación con la situación anatómica en la boca del informante. En el contramolde de yeso del paladar podemos observar la distribución de los electrodos en relación con la anatomía particular del informante.

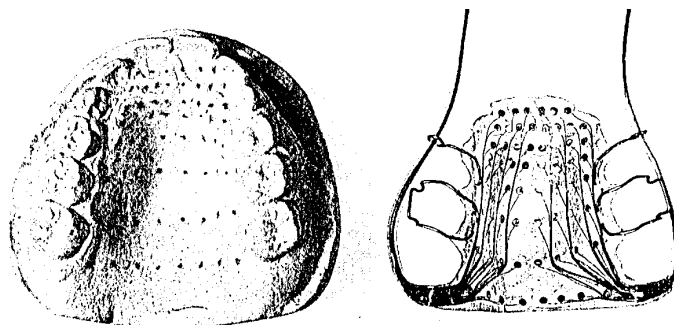


Figura 3. *Paladar artificial. Adaptada de Hardcastle, Gibbon y Jones (1991).*

La información de los electrodos la recogen los alambres de cobre esmaltados y el manojo que forma su conjunto es llevado a los bordes posteriores del paladar, detrás de las muelas del juicio y, desde ahí, salen por las comisuras de los labios protegidos por un tubo que reduce su calor.

Existen diversas clasificaciones de estos electrodos. Ya que el paladar artificial se extiende por su parte posterior hasta el velo pero no lo cubre (para no interferir en sus movimientos) no es un instrumento idóneo para estudiar constricciones típicamente velares tales como [k], [g], [ɣ] o [x] puesto que, por ejemplo, en la primera de ellas, no apreciamos en su configuración una oclusión completa salvo cuando esta articulación se da entre vocales anteriores (en cuyo caso nos hallamos ante una oclusiva velar adelantada [k̟]); en los demás casos, normalmente, no podemos apreciar cómo los órganos obstaculizan el paso del aire. De este hecho se deduce un argumento que no favorece las clasificaciones que consideran velares a las últimas filas puesto que si no es un instrumento especialmente apto para estudiar este tipo de articulaciones parece incongruente establecer en él una zona llamada justamente velar. Otro argumento en este sentido es el siguiente: si las tres últimas filas son consideradas velares, una articulación como la aproximante palatal que presenta contactos (como veremos) básicamente centrados en las filas posteriores resultaría un elemento a caballo entre el punto de articulación palatal y el velar, lo cual no parece satisfactorio. Por otra parte, en este sistema, la electropalatografía constituye un buen método para el estudio de articulaciones dentales por lo cual la clasificación de electrodos utilizada debe reflejar esta circunstancia. La clasificación que utilizamos en este trabajo es la propuesta por

Fernández Planas (2001) que aparece en la figura 4 (pueden encontrarse otras clasificaciones en Fernández Planas, 2001).

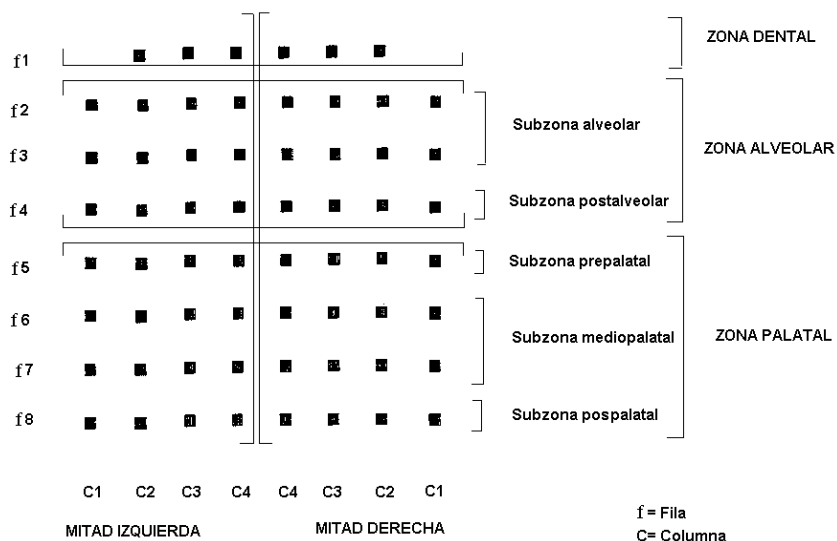


Figura 4. *Distribución de electrodos utilizada.*

Estas zonas se corresponden mejor con los datos que se pretende explicar y se relacionan bien con las partes que podemos distinguir en la lengua a las que aludiremos en este trabajo y que ya hemos comentado en el apartado 1.2.1. Podemos ver el esquema de la relación entre las regiones linguales y las zonas palatinas en la figura 5.

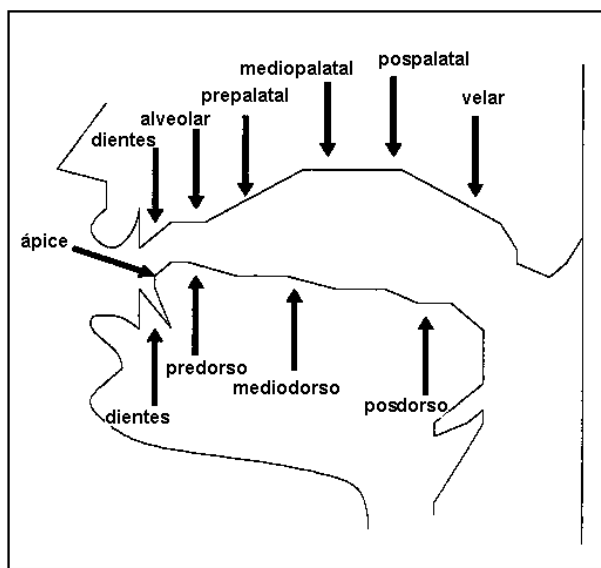


Figura 5. *Regiones linguales y zonas palatinas.*

Catford (1977) relaciona las zonas del paladar con las regiones linguales²¹ y dice que el ápice se emplea en las articulaciones apicales en las zonas dental o alveolar; que la lámina es para las articulaciones típicamente laminales en la zona alveolar; que el predorso de la lengua se emplea en articulaciones realizadas en la zona prepalatal; que el mediodorso lingual efectúa contacto en la zona mediopalatal; y que el posdorso lingual toma contacto con la zona pospalatal. Es decir, se da por sentado que la región de la lengua envuelta en el contacto o la aproximación con las zonas palatinas y/o con la zona alveolar es la que queda directamente debajo del punto de articulación, salvo en las articulaciones retroflejas.

²¹ En nuestro trabajo léase *predorso* donde habla de *tongue blade*, de acuerdo con la clasificación de regiones linguales que hemos adoptado.

2.3.1.2. *Hardware* del electropalatógrafo

El EPG3 ha sido diseñado y creado para ser utilizado asociado a un ordenador personal. Así, el ordenador controla la adquisición de los contactos linguopalatales, los une a la señal acústica procedente de un micrófono y convierte todos esos datos en capaces de aparecer en diversas opciones del *software* y capaces de ser sometidos a impresión. Los componentes del EPG3 que constituyen su *hardware* son: multiplexor, unidad principal EPG3, tarjeta interface, micrófono y altavoces.

El multiplexor se cuelga del cuello del informante y recibe, por un lado, la información del paladar artificial y, por otro, la del electrodo de mano que también va conectado a él y que emite una débil señal sinusoidal. Los electrodos son escaneados por circuitos electrónicos y el contacto linguopalatal es identificado por presentar esta señal en un electrodo dado. Esta información es transmitida con la señal amplificada a la unidad EPG y posteriormente al disco duro del ordenador para su almacenamiento y posterior análisis. Las características de la señal que emite el electrodo de mano que actúa como toma de tierra son las siguientes: una magnitud de 300 mV RMS, una frecuencia de 15 kHz y una corriente eléctrica de salida de 50 μA ²². Por el hecho de constituir un elemento independiente, el multiplexor permite que los alambres que salen del paladar artificial sean más cortos con lo cual se reduce el riesgo de efectos de retorno y se consigue que la señal salga de él con una baja impedancia.

La unidad EPG3 recibe todos los datos establecidos hasta ahora más los que llegan de un micrófono que lleva acoplado y que es el que recoge la información acústica que se reflejará en un oscilograma. El circuito que controla el micrófono está aislado de los de la unidad EPG y se conecta directamente a la tarjeta interface de donde le llega la energía a través de un convertidor. La velocidad de muestreo de la señal acústica será de 10.000 muestras por segundo lo que permitirá un rango de exposición a la hora de analizar los datos de 4.000 Hz. De dicha unidad principal partirá la señal hacia un altavoz, por un lado, y hacia la tarjeta interface que la conecta al terminal PC, por otro.

²² Este valor está por debajo del que generalmente se considera que representa un riesgo de *shock* a esta frecuencia. El objetivo es la seguridad del informante y, por eso, además todas las conexiones están preparadas convenientemente para que no llegue corriente directa del equipo al informante.

2.3.1.3. *Software* del electropalatógrafo

Una vez ya tenemos los archivos grabados y almacenados podemos visualizarlos en el monitor de la terminal PC. Contamos básicamente con la señal osciloscópica que a través de dos cursores capaces de moverse en ella es susceptible básicamente de ser expandida, medida su duración, comprobados los contactos linguopalatales que le corresponden cada 10 ms. y reproducida a través del altavoz. En la misma pantalla aparece en la parte superior izquierda un electropalatograma y en la parte superior derecha un espectro (que cuenta con un pequeño cursor propio que informa acerca de la frecuencia de sus picos espectrales). Ambos gráficos corresponden a la posición del cursor izquierdo en el oscilograma, con lo cual podemos aunar la información acústica con la información articulatoria que el equipo proporciona. Se da, pues, sincronización entre el reflejo acústico y articulatorio de la emisión. A partir de esta pantalla podemos obtener, mediante impresión, la sucesión de electropalatogramas en el tiempo, cada 10 ms. El *software* del equipo EPG3 pone a nuestra disposición, además, otros tipos de gráficos²³.

2.3.2. *La información que proporciona*

De los tipos de gráficos que proporcionan las distintas prestaciones del equipo EPG3 se deduce que son dos los parámetros fundamentales en los estudios electropalatográficos: espacio y tiempo.

Los diagramas y gráficos que proporciona la técnica ofrecen la imagen de los contactos linguopalatales en un punto determinado de la secuencia fónica, nos informan acerca de cómo es la constricción en la bóveda palatina en un momento dado (parámetro espacial), y además posibilitan que podamos ver sucesivos momentos puntuales con un intervalo de tiempo entre ellos muy breve (10 ms.), con lo cual asistimos al desarrollo temporal articulatorio de una secuencia (parámetro temporal). En el estudio que nos ocupa nos centraremos en el primero de los aspectos.

En el ámbito espacial se hace necesario en la palatografía dinámica escoger unos electropalatogramas determinados para someterlos a estudio. Suele ser interesante buscar el momento más significativo de la articulación concreta, punto en el cual

²³ Pueden encontrarse más detalles técnicos acerca del hardware y también del software utilizado en Fernández Planas, 2001: 67-73.

toma especial relevancia un concepto: el punto de máximo contacto (P. M. C.), pero también son interesantes otros electropalatogramas significativos: P. I. y P. F. (punto inicial y punto final, respectivamente). Recasens (1986: 13) define el P. M. C. de este modo: *l'únic o el primer moment temporal amb el màxim nombre d'electrodes contactats durant tota la seqüència*; sin embargo en Recasens, Farnetani, Fontdevila y Pallarès (1993:216) hallamos otra descripción de este punto: *«In case that maximum contact lasts for 3, 5, 7... frames, PMC is assumed to occur as the medial frame (i.e., frames 2, 3, 4..., respectively); in case the maximum contact lasts for 2, 4, 6... EPG frames, PMC is assumed to occur at the first of the two successive medial frames (i.e., frames 1, 2, 3..., respectively)*. Para el análisis de nuestros datos hemos seguido el segundo criterio porque al situarse en medio de todas las tramas que tienen el máximo número de electrodos activados en su articulación consideramos que es un momento más significativo, que encaja mejor con la idea de que sea un punto representativo de una articulación concreta, allí dónde se ha logrado el máximo grado de constricción, la mayor estabilidad del gesto articulatorio.

2.4. El tratamiento de los datos obtenidos. Índices para el análisis estadístico

Una vez localizados los electropalatogramas objeto de estudio en la sucesión temporal de electropalatogramas de las secuencias, 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.

Este deseo, en realidad una necesidad en el campo científico, lo expresa así Martínez Celdrán (1991: 23): *La variabilidad es lo que caracteriza a las ciencias humanas y, entre ellas, a la fonética: los datos varían de individuo a individuo e, incluso, en el mismo individuo en circunstancias diferentes. Por ello: "la estadística es el único instrumento matemático para analizar datos de fenómenos cuya característica fundamental es la variabilidad"* (Domènech, 1975: 25)²⁴. *Con esto queremos decir que las afirmaciones en fonética siempre tendrán que ser matizadas, bien sea en porcentajes, bien sea con un cierto grado de probabilidad e indica más adelante (p.28): Dará [la estadística] plena justificación a nuestras*

²⁴ DOMÈNECH, J.M. (1975): *Bioestadística. Métodos estadísticos para investigadores*, Barcelona, Herder, 1982, 41ed.

conclusiones. La misma aseveración encontramos en Llisterri (1991: 48): Una vez obtenidos los datos, es el momento de acudir a la tecnología que nos proporcione las mejores herramientas para analizarlos; con ello llegaremos a unos resultados, que habitualmente serán cuantificables, es decir, expresables en forma de números. A partir de este momento es factible aplicar procedimientos de análisis estadístico que nos informen de la validez de nuestros datos respecto a la hipótesis inicial.

Respecto a la necesidad de convertir los electropalatogramas en valores de índices para hacer posible la aplicación de la estadística al campo de los estudios realizados mediante esta técnica exponen Hardcastle, Gibbon y Nicolaidis, (1991:258): *However, for many purposes, particularly when statistical processing is envisaged, it is desirable to have a single numerical index which provides an overall characterization of a specific contact pattern.*

Varios tipos de índices de diferentes autores pretenden dar respuesta a esta necesidad surgida de los estudios realizados mediante palatografía dinámica, es decir, existen diferentes índices que ilustran distintos aspectos del contacto linguopalatal y cuyo objetivo común es reducir los electropalatogramas a un valor numérico susceptible de ser sometido a análisis estadísticos. Podemos encontrar descripciones de cómo funcionan los principales en Hardcastle, Gibbon y Nicolaidis (1991), Fontdevila, Pallarès y Recasens (1994) o Fernández Planas (2001).

Los índices utilizados en este trabajo son los índices de anterioridad (CA) posterioridad (CP) y de centralidad (CC) propuestos por Fontdevila, Pallarès y Recasens (1994:143 y ss.). Estos índices buscan medir el contacto linguopalatal y la distribución de ese contacto en toda la superficie palatina. Su característica particular, que los hace significativamente distintos de otros, reside en observar una misma configuración desde tres ópticas diferentes (anterior, posterior y central) con lo cual el resultado es más completo y creemos que constituye un método uniforme para analizar cualquier articulación. Para su aplicación cobran especial relevancia los números de fila y columna que aparecen en la figura 4 que ilustra la clasificación de los electrodos del paladar artificial.

El índice que da idea de la anterioridad de los contactos (CA) nos informa específicamente del número de fila que presenta contacto(s) más anterior(es), del número de electrodos activados en esa fila y del nivel de contactos tras de sí en la dimensión longitudinal. De modo inverso, el índice que nos orienta acerca de la posterioridad de los contactos (CP) nos indica el número de fila que presenta

contacto(s) más posterior(es), el número de electrodos contactados en ella y el número de contactos delante de sí en la dimensión longitudinal. El tercer índice (CC) trata la centralidad de los contactos en el eje transversal sin atender a si su distribución es más anterior o más posterior.

Su cálculo está basado en razonamientos matemáticos considerando la aportación de un solo electrodo activado (en una fila o en una columna) como más importante que el conjunto de electrodos funcionando, respectivamente, después (para CA), antes (para CP) o más hacia los bordes palatinos (CC) que él. Por lo tanto, según las fórmulas resultantes, el valor del índice aumenta más en función del aumento de electrodos contactados en una fila o columna dada que en función de variaciones en el esquema linguopalatal conjunto. Las fórmulas resultantes en los tres índices y los razonamientos matemáticos que las explican pueden encontrarse en Fontdevila, Pallarès y Recasens (1994) y en Fernández Planas (2001).

Pero igual que el índice de coarticulación de Farnetani, Hardcastle y Marchal (1989), estos índices son, además, susceptibles de ser aplicados independientemente en cada una de las dos grandes zonas²⁵ -anterior (CAa, CPa, CCa) y posterior (CAp, CPp, CCp)- establecidas en el paladar artificial. *The contact index method of EPG data reduction can be applied to the measurement of contact characteristics at the alveolar and at the palatal zone independently* (Fontdevila, Pallarès y Recasens 1994: 153). Estos autores indican que esta posibilidad puede ser interesante puesto que puede informar del grado de cohesión entre el ápice y el dorso lingual, *the purpose of this analysis was to examine speaker-dependent coordination mechanisms between tongue front and tongue dorsum in consonantal production* (Recasens, Farnetani, Fontdevila y Pallarès (1993: 217). En este trabajo de Recasens, Farnetani, Fontdevila y Pallarès (1993) sus autores incluyen la fila 5 dentro de la zona alveolar puesto que aducen que muchas veces los contactos incluyen esta fila. Nosotros preferimos mantener cuatro filas en cada zona para conservar más fielmente el esquema de distribución de electrodos escogido para este trabajo y comentado anteriormente. Fernández Planas (2001:88-89) contiene las fórmulas finales para las dos partes palatinas considerando cuatro filas en cada una de ellas, siguiendo el mismo esquema de los

²⁵ Para el cálculo de estos índices en el estudio que sigue se ha considerado oportuno dividir las filas del paladar artificial en dos grandes bloques de cuatro filas cada uno, es decir, incluyendo en el anterior las zonas dental y alveolar del paladar artificial.

índices globales (CA, CP y CC) y tomando como modelo los índices propuestos por Fontdevila, Pallarès y Recasens (1994)²⁶.

Como hemos dicho, nuestro razonamiento fundamental a la hora de escoger estos índices ha sido la mayor información que proporcionan con respecto a otros tipos de índices. El estudio de Nicolaidis (1999:1088) es explícito a la hora de justificar la misma elección. Sus razones, que compartimos, se expresan en los siguientes términos: *These indices were used because they provide a precise measure of anterior and central lingual placement [ella analiza únicamente CA y CC] and can capture both the degree and distribution of lingual contact of the palate. The use of both indices is advantageous since they provide a two dimensional description of contact as opposed to commonly used measures such as the "totals" which provide information on the degree of contact only. The indices can efficiently reveal gross differences in tongue placement between, e.g, alveolar vs. postalveolar vs. palatal). They can also reveal more subtle differences between, e.g, the same segment in two different stress conditions or utterance types.*

2.5. Análisis estadístico

Decíamos antes que la gran importancia del uso de índices que reducen los gráficos electropalatográficos a datos numéricos reside en el hecho de hacerlos susceptibles de ser sometidos a un tratamiento estadístico, aspecto importante en todo estudio científico. En este trabajo este apartado se ha llevado a cabo mediante el paquete estadístico SPSS para Windows.

Para comparar las articulaciones consonánticas tomadas en consideración entre sí, en cada índice estudiado, se ha seleccionado el contexto [aCa]. En este caso las variables implicadas se han contrastado a través de la cuantificación expresada por los índices. Se han llevado a cabo ANOVAs simples ya que implican una variable cualitativa independiente (C) y una variable cuantitativa dependiente (los índices). Mediante este tipo de contrastes se ha pretendido establecer diferencias de punto de articulación entre las consonantes que justifiquen la clasificación propuesta. Por lo tanto, si las diferencias entre los grupos no son fluctuaciones aleatorias, la variabilidad dentro del grupo debe ser necesariamente menor a la variabilidad entre los diferentes grupos.

²⁶ Trabajos posteriores de los mismos autores -Recasens, Fontdevila y Pallarès (1995b) y Recasens, Fontdevila y Pallarès (1996)- también consideran cuatro filas en cada zona.

En los apartados dedicados a la clasificación consonántica y al reflejo electropalatográfico de las cinco vocales del castellano se ha empleado también la técnica del análisis discriminante. Esta técnica (Bisquerra Alzina (1989: 243-286)) resulta especialmente útil para construir un modelo predictivo que pronostique el grado de pertenencia de un caso a un grupo determinado a partir de las características observadas en cada grupo. La técnica funciona generando una función discriminante basada en combinaciones lineales de las variables que proporcionan la mejor discriminación posible entre los grupos. Estas funciones se generan a partir de una muestra de casos de los que se conoce el grupo al que pertenecen. El resultado indica en porcentajes el grado de pertenencia de los casos a cada grupo y el porcentaje de confusión con otro u otros grupos.

Los resultados de todas estas pruebas se hallan en el apartado siguiente. De ellos (como siempre que se trabaja con estadística y, especialmente cuando el objeto de estudio es el habla humana) podremos deducir probabilidades pero no pruebas irrefutables, como dicen Cuadras, Echeverría, Mateo y Sánchez (1984:539): *Nunca puede tenerse la seguridad total de que las hipótesis estadísticas en cuestión sean ciertas o no. No siempre puede esperarse que una muestra refleje exactamente la naturaleza de la población de la cual procede. Por tanto, no podemos confiar completamente que la formulación de nuestros juicios acerca de la población sean correctos, porque éstos se hacen en base de una(s) muestra(s). Puede darse una máxima probabilidad, pero no una prueba.*

3. RESULTADOS

3.1. Reflejo electropalatográfico de las vocales del castellano. Clasificación vocálica

Uno de los aspectos fisiológicos que distingue a las vocales de las consonantes (al margen de la discrepancia de pareceres entre los fonetistas acerca de dónde se sitúa la frontera entre ambos tipos de sonidos, en todo caso convencional, a causa de la gradación intermedia entre la consonante más pura, como pueden ser [p, t] y la vocal más pura, [a]) es el hecho según el cual las consonantes ofrecen un obstáculo a la salida del aire espirado, mientras que las vocales facilitan su paso. Es decir, *la consonante representa el cierre [...] la vocal es lo contrario, la abertura* (Martínez Celdrán 1989:171). Los manuales de fonética se refieren a este fenómeno de mayor abertura en las vocales que en las consonantes, así: Martínez Celdrán (1996), Schubiger (1970), Gili Gaya (1950); Recasens (1993), Quilis (1993) ...

Evidentemente, como es sabido, se trata de afirmaciones ciertas puesto que las vocales no ofrecen ninguna obstrucción central en el tracto vocal al paso del aire; sin embargo, cometeríamos un error si dedujéramos de dichas aseveraciones que en la producción vocálica no se producen contactos de la lengua con el paladar. *Aunque en la articulación de las vocales puede deformarse el tracto buco-faríngeo y normalmente cabe hablar de zonas de mayor o menor constricción articulatoria, esta constricción nunca llega a ser un verdadero obstáculo a la salida del aire* (D'Introno, del Teso y Weston 1995:87)

Navarro Tomás (1990:46) indica lo siguiente a propósito de la acción del dorso lingual en la producción de [i]: *el dorso se eleva contra el paladar duro, tocándolo ampliamente a ambos lados y dejando en el centro una abertura relativamente estrecha; este contacto alcanza por delante hasta los dientes caninos*. Para [e]: *el dorso se eleva contra el paladar tocándolo a ambos lados hasta la mitad aproximadamente de los segundos molares, y dejando en el centro, entre el paladar y la lengua, una abertura mayor que la de i* (pp.50-51). Respecto de [a]: *el punto de articulación determinado por la pequeña elevación del dorso de la lengua corresponde, aproximadamente, al límite entre el paladar duro y el velo del paladar* (pp.54-55). Sobre [o]: *la lengua se recoge hacia el fondo de la boca, elevándose por la parte posterior contra el velo del paladar* (p.57). De [u] señala: *la lengua se recoge hacia el fondo de la boca, elevándose más que en la o, por su parte posterior, contra el velo del paladar* (p.61). El mismo autor ofrece muestras palatográficas de la producción de las vocales anteriores. También Badia y Margarit (1986) y Barnils (1933) proporcionan palatogramas de las mismas vocales, en este caso para el catalán. Byrd (1993) ofrece muestras del mismo tipo para algunas vocales del inglés americano; Fernández Planas (1999) para el español.

En nuestro trabajo hemos podido comprobar, efectivamente, que la electropalatografía permite conocer la zona de contacto de la lengua con el paladar (deducida a través de los electrodos activados) básicamente en las vocales anteriores, pero también en algunos casos en la vocal media y en las posteriores. Se trata en estas últimos casos de contactos escasos, muy atrasados y no sistemáticos que tienen lugar en la subzona del paladar artificial establecida como pospalatal (esporádicamente también en la mediopalatal). Se producen fundamentalmente cuando estas vocales se articulan junto a consonantes cuyo punto de articulación es anterior. Presentamos en la figura 6 un electropalatograma que consideramos representativo de cada articulación vocálica tratada en nuestro trabajo²⁷.

²⁷ El análisis de las vocales en este apartado se realizó sobre las vocales tónicas de secuencias [pVpV]. La consonante no está en el grupo de las estudiadas en este trabajo pero