

**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 articuladora, 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.*

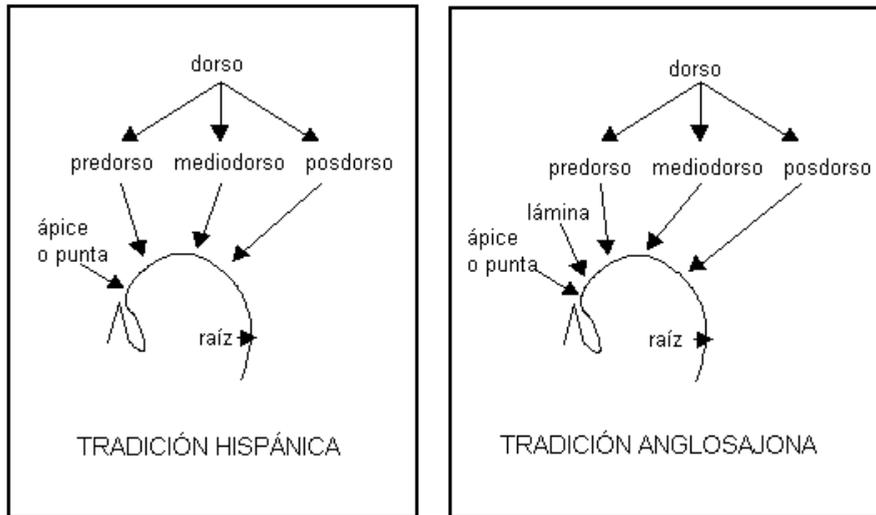


Figura 1. *Regiones linguales.*

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 *lámينا*, 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 linfoide 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).

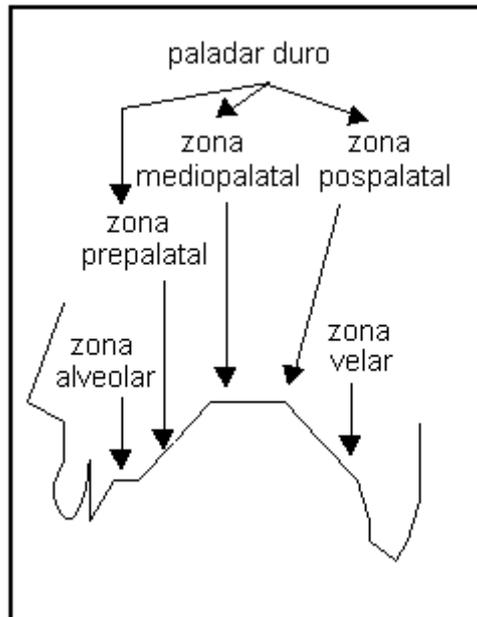


Figura 2. Zonas del paladar.

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 arábiga. 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, j, 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 infomantes 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 articuladora 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.

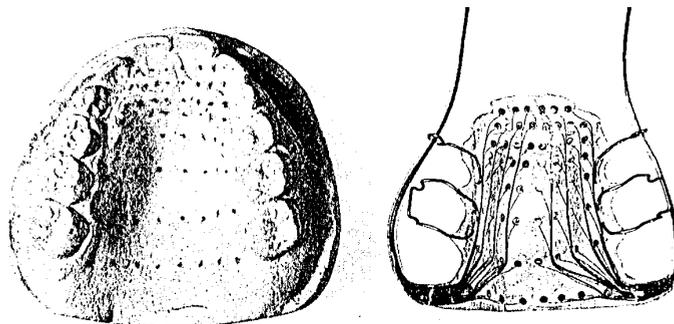


Figura 3. *Paladar artificial. Adaptada de Hardcastle, Gibbon y Jones (1991).*

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).

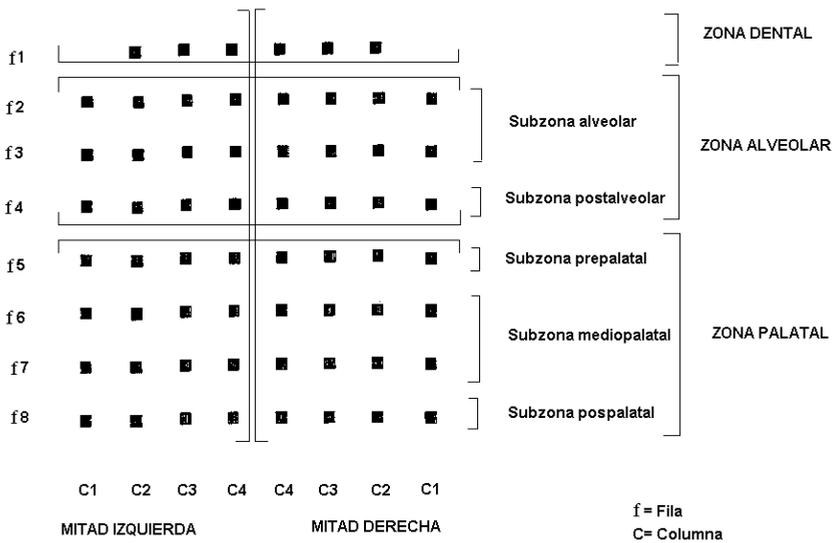


Figura 4. *Distribución de electrodos utilizada.*

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.

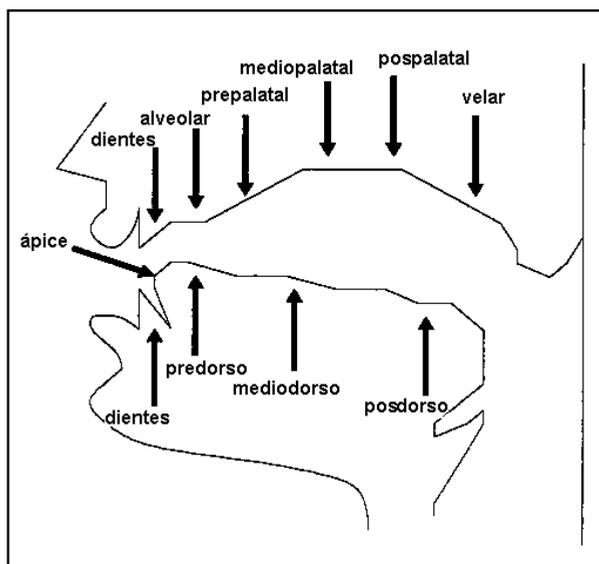


Figura 5. Regiones linguales y zonas palatinas.

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 aseercción 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

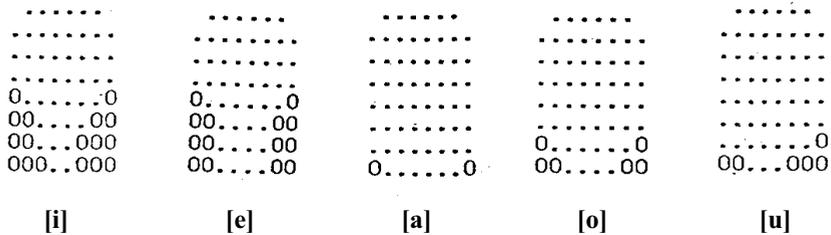


Figura 6. *Electropalatogramas vocálicos. Corresponden a la informante A. F. P.*

La vocal [i]²⁸ refleja claramente su condición de alta y anterior en la presencia de electrodos activados hasta la fila 5, lo que equivale a decir hasta los dientes caninos. Por el centro puede llegar a cubrir incluso electrodos situados en tres columnas de cada lado, como ocurre en f8 de este ejemplo. Los contactos que presenta [e] llegan en este caso también hasta f5, pero por lo que respecta a las columnas, se trata de una articulación menos central. Así, vemos como en la vocal alta anterior una mayor altura vocálica implica mayor contacto central en el paladar artificial, respecto a la vocal anterior media²⁹. En la vocal central los contactos, cuando aparecen, suelen concentrarse en la última fila del paladar artificial y en las columnas extremas. Las vocales posteriores tampoco presentan siempre electrodos activados. Cuando los muestran, aparecen también muy atrasados y bastante lateralizados. Las diferencias entre [o] y [u] las hallamos en la centralidad principalmente; así, [u] suele presentar más contactos que [o] en columnas más

el interés que suscitaba estribaba justamente en que las vocales aparecieran junto a una consonante no lingual.

²⁸ Puntualizamos que la configuración que presentan los ejemplos propuestos aquí es un modelo y, por tanto, no siempre tiene que darse exactamente igual; análogamente a lo que ocurre en el nivel acústico con los valores formánticos vocálicos establecidos como patrones y el campo de dispersión de las vocales realmente emitidas. El contexto consonántico en el que son emitidas es un factor importantísimo que puede hacer variar su configuración electropalatográfica.

²⁹ Para las constricciones vocálicas palatales algunas lenguas prefieren localizaciones prepalatales y otras mediopalatales. Hallamos ejemplos documentados en Wood (1979), por ejemplo.

centrales. Precisamente esta última vocal junto con la vocal central son las que más frecuentemente no reflejan ningún electrodo activado lo que tiene que ver con la altura de la bóveda palatina en la parte posterior del paladar artificial (para el caso de [o]), con la posición baja de la lengua (en el caso de [a]) y, por supuesto, con el hecho según el cual el paladar artificial no cubre el velo.

Visualmente, por lo tanto, podemos distinguir entre vocales y consonantes a partir de modelos electropalatográficos ya que las primeras siempre presentan activación de electrodos en los bordes del paladar artificial, no en el centro, a diferencia de las consonantes. De este modo se pueden distinguir incluso, en principio, [i] e [j], puesto que ésta última es más central que la vocal (véase la figura 7). Stone y Lundberg (1996:3737) exponen: *vowels and consonants were not distinguished categorically by tongue shape, but they were distinguished by EPG patterns*; y Nakamura (1999:57): *while both segments are articulated with tongue mediodorsum raising gesture towards the palatal region, /j/ indicates relatively greater magnitude*.

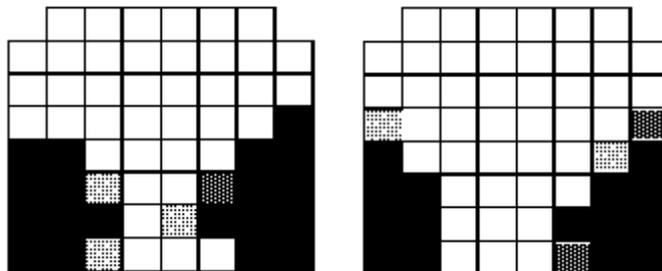


Figura 7. Activación de electrodos en [j] a la izquierda y en [i] a la derecha. Corresponden a la informante A. F. P.³⁰

Los músculos que intervienen en la producción de vocales y consonantes son diferentes: depresores y elevadores, respectivamente. Stone y Lundberg (1994) concluyen, en su trabajo sobre reconstrucción tridimensional geométrica de la

³⁰ El electropalatograma presentado correspondiente a [j] resulta de una media efectuada entre tres emisiones [aja]. El electropalatograma presentado correspondiente a la [i] tónica resulta de una media entre tres realizaciones de [pipi] creadas *ad hoc*.

lengua, que ésta produce configuraciones diferentes para unas y otras. Sostienen que a partir de la localización de la lengua se puede predecir su configuración en el caso de las vocales; en cambio, la localización de la constricción no es suficiente para predecir la consonante en cuestión, hace falta conocer también el tipo de presión que la lengua ejerce sobre el paladar. En un trabajo de los mismos autores de 1996 exponen que existen electropalatográficamente tres modelos de contacto lengua-paladar: bilateral, central y una combinación de ambos. Las vocales sólo usan el primer tipo (como podemos ver en el gráfico anterior) a diferencia de las consonantes que usan los tres.

Los parámetros que dan información de las vocales son los siguientes: posición de la constricción lingual, configuración de la constricción y dimensiones de la abertura de la boca. Electropalatográficamente el último no se puede calibrar y queda fuera de nuestro estudio. De los dos primeros, podríamos deducir el segundo a partir del primero, en principio. Así, por ejemplo, diríamos que un electropalatograma en el que la primera fila con electrodos activados sea f3 implicará un grado de centralidad considerable (no necesariamente simétrico) y deberá corresponder a la manifestación electropalatográfica de [i]. En todo caso, el índice de centralidad (especialmente CCp) que la represente será mayor que el que corresponda a otro gráfico cuya primera fila con activación de electrodos sea f5.

Todo ello corrobora que, visualmente, a partir de esquemas electropalatográficos distingamos no solo entre vocales y consonantes sino también entre las propias vocales. Sin embargo, conviene matizar puesto que no todas las vocales se identifican con la misma claridad. Las posteriores, como hemos dicho, no siempre reflejan mediante activación de electrodos el contacto que producen en el paladar puesto que básicamente se dan en el velo como señaló en su día Navarro Tomás, con lo cual se asemejan a la vocal central cuya ligera elevación del dorso lingual hacia un punto situado en el límite entre el paladar duro y el blando provoca que los electrodos activados, cuando los hay, sean muy atrasados y lateralizados. Las anteriores se distinguen muy bien de las posteriores y de la central y, normalmente, también entre sí.

Estadísticamente, el análisis discriminante llevado a cabo entre las vocales tónicas estudiadas en estructuras simétricas [pVpV] ofrece los resultados³¹ en porcentajes de la tabla 1:

³¹ Se han analizado tres muestras por timbre e informante lo cual configura una variable grupal de sesenta vocales. Este análisis se ha realizado en la secuencia [pVpV] con la consonante intervocálica [p] por su condición de bilabial y de no lingual con la idea de que

		Grupo de pertenencia pronosticado				
		i	e	a	o	u
Grupo de perten. original	i	100 %	0	0	0	0
	e	25 %	66,7 %	0	0	8,3 %
	a	0	0	50 %	41,7 %	8,3 %
	o	0	0	25 %	50 %	25 %
	u	0	0	33,3 %	25 %	41,7 %

Tabla 1. Resultado en porcentajes del análisis discriminante en las vocales. Clasifica correctamente un 61,7 % de los casos agrupados originales.

De ello se deduce en primer lugar que, electropalatográficamente, las vocales se distinguen entre sí, principalmente, por la activación mayor o menor de electrodos que presentan en la zona posterior del paladar artificial, es decir, entre f5 y f8; y en segundo lugar, que las vocales no se distinguen entre sí en la medida en que sería deseable a juzgar por el 61,7 % de correcta clasificación en general. Sin duda en este porcentaje los resultados de la vocal central y de las vocales posteriores influyen considerablemente.

La vocal [i] es la que mayores requisitos articulatorios³² precisa puesto que envuelve mayor contacto de la superficie lingual con la zona palatina. Al ser más

interfiera mínimamente en la articulación de las vocales en las que se centra la atención en este punto del trabajo. Las variables independientes estudiadas han sido los seis índices especificados. El análisis de todos los índices conjuntamente clasifica correctamente un 65% de los casos agrupados originales. Sin embargo el cuadro-resumen que ofrecemos se refiere al análisis de los tres índices de la zona posterior (CAp, CPp y CCp), donde aparecen básicamente las contactos que efectúan. Con ellos el modelo estadístico clasifica correctamente un 61,7% de los casos agrupados originales.

³² *Articulatory constraints are the requirements imposed on the articulators to achieve an articulatory target during the execution of a production gesture* (Recasens, 1987:299).

anterior que las demás, el dorso no solamente está más adelantado sino que también está más elevado y, por lo tanto, es más central (por eso su valor de CCp es mucho mayor que en el resto de articulaciones), por ello necesita una articulación más precisa, la lengua soporta un grado de tensión mayor que en la vocal central³³, por ejemplo, y queda perfectamente reflejada en los electropalatogramas. Esta precisión se traduce en un cien por cien de casos pronosticados correctamente como pertenecientes al grupo original. Esta reflexión coincide con el resultado de Recasens, Pallarès y Fontdevila (1997) que otorgan a esta vocal un valor DAC (*Different Articulatory Constraints*) de 3 en una escala que va de 1 a 3 (de menor a mayor precisión articulatoria). Estos autores asignan a [a] un valor DAC de 2, es decir, una precisión articulatoria intermedia puesto que el dorso no está envuelto directamente en la constricción pero está sujeto a efectos de acoplamiento con el articulador principal. Para ellos la vocal que poseería valor DAC 1 sería [ə], articulación que no tratamos en este estudio puesto que no se produce en castellano.

Fernández Planas (2001) en función de la actividad del dorso lingual establece que [i] tiene un valor DAC de 3; [e] de 2, al igual que [o], reserva el valor 1 para [a] y postula un valor de 3 también para [u] puesto que, a pesar de quedar mal reflejada en los electropalatogramas, se trata de una vocal alta y, por consiguiente, con contactos más centrales que [o], la otra vocal posterior. Sin duda, la autora está de acuerdo en que [ə] presentaría menor requisito articulatorio que la vocal central pero se trata de una categoría vocálica que no existe en la lengua estudiada y por lo tanto el valor DAC que la representa, 1, queda libre para dar cuenta de la vocal que menos implicación directa del dorso posee de entre las estudiadas. Esta medida permite distinguir un grado de precisión intermedio, 2, para las vocales en cuya producción se ve envuelto el dorso lingual, [e, o] pero en menor grado que en las vocales altas³⁴. Con ello consigue mantener la división del triángulo vocálico. La autora adopta esta clasificación para la principal parte de su tesis, dedicada a la coarticulación vocálica sobre las consonantes linguales estudiadas, puesto que el modelo de Recasens, Pallarès y Fontdevila (1997) es útil para predecir el grado en que un segmento afectará y será afectado por sus segmentos vecinos y también la dirección de los efectos coarticulatorios en función del grado de implicación del

³³ Algunos autores se refieren a este fenómeno por el cual el cuerpo de la lengua se mantiene alto y tenso durante la producción del sonido (ejemplos: [i, u, j]) con el nombre de *bunching*. Véase Catford (1977).

³⁴ En el caso de las vocales anteriores se trata propiamente del predorso-mediodorso; en las vocales posteriores, del posdorso.

dorso y de la compatibilidad de las configuraciones linguales. Sin embargo, a juzgar únicamente por los resultados obtenidos en el análisis discriminante llevados a cabo a partir de la configuración electropalatográfica que presentan las vocales, parecería que se debería postular que [i] representaría, sin duda, un valor DAC de 3; [e] un valor intermedio de 2 y [a, o, u] un valor de 1.

3.2. Clasificación consonántica

Las articulaciones consonánticas en las que interviene la lengua son clasificadas habitualmente en los libros de fonética española, respecto al punto de articulación, como: interdentes, dentales, alveolares, palatales y velares³⁵. Las primeras y las últimas escapan en este trabajo a nuestro objeto de estudio. Las restantes, a la luz de nuestros resultados, pensamos que pueden clasificarse de un modo sensiblemente distinto que dé cuenta más fielmente de los datos obtenidos desde un punto de vista electropalatográfico.

Nuestra propuesta consiste en distinguir entre:

- a. dentoalveolar: [t]
- b. alveolares: [n, l, s, r, r]
- c. alveolopalatales: [ɲ, ʎ, t̪]
- d. palatal: [j]

Para ello trataremos [t] vs. [n, l, s, r, r], por un lado y [ɲ, ʎ, t̪] vs. [j]³⁶, por otro, siempre en el contexto [aCa] y básicamente en su P. M. C., aunque en algún momento puntual remitiremos a la configuración que estas articulaciones presentan teniendo como segmentos adyacentes a la vocal media en P. I. y P. F.³⁷

³⁵ Existen también dos sonidos uvulares, [ŋ, χ], variantes contextuales de las articulaciones velares [ɲ, x], respectivamente.

³⁶ También se contrastará puntualmente [ɲ, ʎ, t̪] vs. [t].

³⁷ P. I. representa el primer electropalatograma con oclusión transversal total y P. F. el último electropalatograma con oclusión transversal total.

3.2.1. [t] vs. [n, l, s, r, ʀ]

3.2.1.1. Visión general

Los tratados clásicos de fonética española de Navarro Tomás (1918) y de Menéndez Pidal (1904), así como manuales posteriores como los de Gili Gaya (1950), Quilis y Fernández (1964), Pottier (1965), Martínez Celdrán (1984), Gil Fernández (1990), D'Introno, Del Teso y Weston (1995), Martínez Celdrán (1996) y también buena parte de manuales de fonética general que hacen referencia a la fonética española como los de Schubiger (1970), Malmberg (1974) o MacKay (1987) clasifican a [t] -y también a [d]- como dental frente a las demás consonantes [n, l, s, r, ʀ] tratadas como alveolares³⁸.

Así, en los trabajos de estos autores hallamos clasificaciones como *dentales (pures)* de Pottier (1965:84) y expresiones como las siguientes: *para pronunciar la t, la punta de la lengua se aplica a la cara interna de los dientes, bajando hasta el borde inferior de los mismos, pero no avanza a ser interdental. Es, pues, una t más baja que la francesa (que se articula hacia las encías), y mucho más que la inglesa (articulada hacia los alveolos)* (Menéndez Pidal 1904:99); *la punta de la lengua se apoya contra la cara interior de los incisivos superiores, formando con ellos una oclusión completa* (Navarro Tomás 1918:97); *la realización articulatoria de t siempre es dental* (Martínez Celdrán 1989:314); *in Spanish, for example, [t, d] are generally apicodental* (Mackay 1987:91); *on peut bloquer le passage de l'air en plaçant la pointe de la langue contre la surface intérieure des incisives supérieures et en collant en même temps les bords de la langue, des deux côtés de la bouche, contre les dents supérieures [...] On appelle une telle occlusive apico-dentale [...] Certaines langues ont une préférence pour les types dentaux, ainsi le français*

³⁸ D'Introno y otros (1995) en su cuadro de la página 118 clasifican a las vibrantes como dentales también, aunque luego en la página 145 vuelven a agruparlas con las alveolares. Respecto a las vibrantes, aunque acústica y perceptivamente Martínez Celdrán y Rallo (1995) señalan su alto parentesco y defienden que pertenecen a una misma clase de sonidos, el efecto Bernoulli que explica la producción de [ʀ] pero no de [r] (Martínez Celdrán, 1997; Martínez Celdrán y Fernández Planas, 2007) convierte a la múltiple en una articulación tensa cuya producción precisa unos requisitos articulatorios más estrictos para su producción que [r] y eso la hace más resistente a los efectos coarticulatorios de las vocales adyacentes (Fernández Planas, 2001). Además, el punto de articulación de la tensa es ligeramente más atrasado que el de la laxa (Fernández Planas 2001 y Gili Gaya 1950, para el castellano o Recasens 1986, para el catalán). Articulatoriamente, se trata de dos clases de sonidos distintos, como ya expusieron autores como Catford (1977).

[léase también en castellano, aunque en esta lengua serían aún más bajas] *où les [t] et [d] sont nettement apico-dentaires, d'autres pour les types postdentaux ou alvéolaires, ainsi l'anglais* (Malmberg 1974:146-147); *consonantes dentales son, en castellano, la [t], la [d] y la [ð]* (Gil 1990:96).

El hecho de clasificar a esta articulación como exclusivamente dental implica considerarla apical puesto que la superficie sobre la que se da el contacto de los órganos es muy pequeña; sin embargo, a la luz de nuestros resultados mantenemos que realmente [t] ([d] ha quedado fuera de nuestro estudio³⁹ pero estaría en el mismo caso) no es exclusivamente dental sino dentoalveolar propiamente y predorsal o coronal más que apical.

Algunas afirmaciones relativamente recientes de Dixit (1990) y de Ladefoged y Maddieson (1996) están en esta línea. Así, Dixit (1990:196) en su estudio sobre el hindi señala: *French, Italian, Spanish, Russian and Temne, to name a few languages are also said to have dental stops, produced by placing the tongue tip against the upper teeth [...] it appears that Temne has true dental stops⁴⁰ [...] Thus, in light of the fact that Temne possesses true dentals, it does not seem unreasonable to describe the so-called Hindi dental stops as dento-prealveolar since they are truly dento-prealveolar rather than true dental*. Este autor indica, pues, que al lado de las dentales apicales puras de la lengua temne señaladas por Ladefoged (1964) es más correcto sustituir el término dental de las oclusivas del hindi por el de dento-prealveolares. Pensamos que el castellano está más cercano en este caso al hindi que al temne aunque, a la luz de nuestros datos, proponemos considerar en español que [t] no es sólo dento-prealveolar sino propiamente dentoalveolar. Esta denominación es la utilizada también por Ladefoged y Maddieson en su trabajo de 1996 acerca de las lenguas del mundo. Ellos afirman en las páginas 20 y 21 que *in the languages we have investigated, dental stops are usually laminal rather than apical, with contact on both the teeth and the front part of the alveolar ridge, whereas the alveolar stops are often apical, with contact usually on the center of the alveolar ridge [...] In many languages [...] the dental stops typically have a long contact region in the sagittal plane, and might better be*

³⁹ Porque en posición intervocálica /d/ no se realiza oclusiva sino aproximante con un punto de articulación realmente interdental, con lo cual la electropalatografía no constituye un buen método para su estudio ya que el paladar artificial cubre un área que cubre desde el límite entre los incisivos superiores (por su cara interior) y las encías hasta el límite entre el paladar duro y el paladar blando.

⁴⁰ Esta afirmación se desprende del trabajo de Ladefoged (1964) acerca de las lenguas del oeste africano.

regarded as laminal dentalveolars rather than pure dentals. Y más adelante, en la página 23: *there are comparatively few languages in which a dental stop is required to be apical. This is [...] the case in Temne.*

La lengua, al tener que cubrir además de los dientes también los alveolos, en este tipo de articulaciones no debe adoptar una posición apical sino más bien predorsal. Ladefoged y Madieson (1996:14) indican al respecto: *dentalveolar is often used to refer to sounds that are articulated in the dental region and involve the blade of the tongue. The name is appropriate in that it seems that laminal dental sounds always involve contact in the front part of the alveolar region as well as on the teeth.* Lindblad y Lundqvist (1999:418) señalan en la misma línea, hablando del sueco: *since [t] had generally tongue contact in row 1, it was obviously both dental and alveolar, and the contact was also laminal and probably apical.*

Nuestra hipótesis es, pues, que se trata de una articulación dentoalveolar predorsal y por ello sostenemos que la electropalatografía es una buena herramienta para su estudio ya que el paladar artificial cubre además del paladar duro los alveolos y la unión de estos con los incisivos superiores, zona de la que da cuenta la primera fila de electrodos, como hemos visto en el apartado 2.3.1.1. Otros autores están de acuerdo con esta afirmación, por ejemplo Krull, Lindblom, Shia y Frutcher (1995), Jannedy, Poletto y Weldon (1977-79), Fernández Planas y Martínez Celdrán (1997), Hardcastle, Gibbon y Nicolaidis (1991), Painter (1979) o Gili Gaya (1950) que es muy explícito sobre este punto e indica que *tratándose de consonantes dentales, alveolares y palatales, el empleo del paladar artificial ayuda a determinar el punto exacto de articulación y la amplitud del contacto lingual* (1950:72).

3.2.1.2. Resultados

Observemos, en primer lugar, la configuración que presentan las articulaciones estudiadas en el punto en que muestran una activación mayor de los electrodos situados en el paladar artificial, P. M. C. (véase la figura 8). Para ello tomamos como ejemplo a la informante A. F. P.⁴¹.

⁴¹ La leyenda informativa del grado de activación de los electrodos en porcentajes que aparece al pie del gráfico vale también para los demás electropalatogramas mostrados como ejemplo en este apartado.

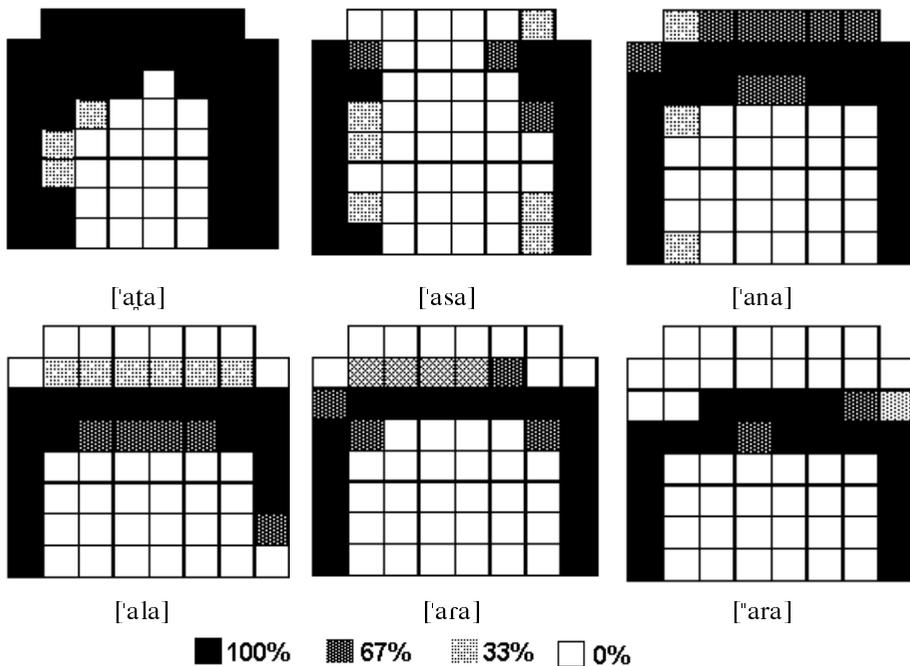


Figura 8. Configuración de las consonantes estudiadas en los contextos [aʎa, asa, ana, ala, ara, ara] en su P.M.C.

Si tomamos los índices de la mitad posterior del paladar artificial (CAp, CPp, CCp), siendo $p \leq 0.05$, no hallamos diferencias significativas estadísticamente en ningún índice y entre ningún par de articulaciones formado por [t] y las demás articulaciones sometidas a análisis, salvo en CAp [ata] vs. [ara] ($p=0.02$), porque el valor de X. L. G. que, a diferencia de los demás, es muy bajo en este parámetro para la vibrante simple (0.12084) ha hecho aumentar las diferencias de esta articulación respecto a la oclusiva. Pero se trata de una diferencia puntual en un informante que no se halla secundada en el resto de ellos; nos encontramos en general, pues, ante un grupo de sonidos cuyas diferencias hay que buscarlas en la relación del ápice y el predorso lingual con el paladar -por lo tanto, en las cuatro primeras filas del paladar artificial reflejadas en los índices anteriores: CAa, CPa y CCa- y no en la relación del dorso de la lengua con la bóveda palatina.

La comparación de [t, n, l, r, r] vs. [s] exhibe diferencias significativas en todos los pares en el índice CCa a causa del carácter fricativo de la segunda frente al bloqueo total en sentido transversal al paso del aire que causan las demás articulaciones, como se ve en la tabla 2:

[asa]-[aʃa]	p= 0.027
[asa]-[ana]	p= 0.021
[asa]-[ala]	p= 0.037
[asa]-[ara]	p= 0.033
[asa]-[ara]	p= 0.033

Tabla 2. *Contrastes estadísticos en CCa.*

El estudio del índice CPa, que recoge básicamente los contactos del predorso de la lengua con la parte más posterior de las cuatro primeras filas del paladar artificial en sentido longitudinal, indica que no hay diferencias significativas en ninguno de los pares posibles en este conjunto de sonidos, salvo en un sólo caso, como siempre siendo $p \leq 0.05$ ([asa-ara], $p=0.033$), considerando conjuntamente todos los informantes. Este hecho indica que todas las articulaciones examinadas presentan amplio contacto en los alveolos, de ahí que podamos considerarlas a todas alveolares. La única diferencia significativa aparece en un contraste en el cual uno de los componentes es el único sonido de la serie que no presenta una obstrucción transversal total al paso del aire por la cavidad bucal, hecho que puede causar la aparición de dicha diferencia significativa. Sin embargo, no todos estos sonidos son iguales en la parte más anterior cubierta por el paladar artificial. Una inspección ocular a la configuración que presentan en P. M. C. nos sugiere que [t] se distingue de las demás; a pesar de ello, el análisis de CAa no es demasiado clarificador, como se ve en la tabla 3.

	[aṭa]
[asa]	p=0.010
[ana]	
[ala]	
[ara]	p=0.002
[ara]	

Tabla 3. *Contrastes estadísticos en CAa*⁴².

Puede parecer que no se distingue bien entre ellas, pero hay diferencias de grado de contacto de [t] frente al resto de articulaciones, especialmente en la primera fila del paladar artificial, es decir, aquella que tiene un peso específico mayor en el cálculo de CAa. Si atendemos únicamente a los electrodos activados al 100% (es decir, aquellos que han sido activados en todas las emisiones de los informantes) obtenemos los resultados que aparecen en la tabla 4 en el índice mencionado (consideramos sólo aquellos sonidos que parecen distinguirse peor de [t]) :

	[aṭa]
[ana]	p=0.019
[ala]	
[ara]	p=0.039

Tabla 4. *Contrastes estadísticos en CAa (electrodos activados al 100%)*.

De esta manera [t] sí se diferencia estadísticamente de las demás articulaciones salvo de [l]⁴³. Sin embargo la diferencia existe y la podemos observar comparando

⁴² Tanto en esta tabla como en las siguientes, solamente aparece el valor de p en los contrastes cuya diferencia es significativa.

la configuración linguopalatal que presentan tanto en P. M. C. como en P. I. y P. F, punto inicial y final, respectivamente. Sistemáticamente, [t] activa todos los electrodos de la fila primera desde P. I. hasta P. F. ininterrumpidamente, hecho que no tiene lugar en ninguna de las demás articulaciones sometidas a estudio. Éstas pueden activar electrodos en f1 lo cual justificaría que en algunos casos no hubiera diferencias significativas estadísticamente en CAa, como hemos visto, e incluso activarlos todos al 100% (por ejemplo en P. M. C. y P. I. de [l] en la informante L. R. B, lo cual puede ser la causa de la no diferenciación estadística que vemos en la tabla 4), pero en ningún caso se trata de activaciones al 100% a lo largo de todo el desarrollo de la articulación: P. I, P. M. C. y P. F. Veamos como ejemplo la configuración linguopalatal que estas articulaciones presentan en una informante (A. F. P.) en P. I. y en P. F. y el esquema de CAa en los tres puntos temporales en

⁴³ Podríamos pensar que las laterales de los informantes colaboradores en este trabajo se hallan influidas por las laterales catalanas y que presentan algún grado de velarización y que, por ello, en su articulación además de elevarse el posdorso de la lengua, el ápice estaría más adelantado, de lo cual resultaría la falta de diferencia significativa entre estas dos articulaciones en el índice CAa. Por ello se efectuaron unos contrastes estadísticos, sin restringirlos a los electrodos con activación al 100%, entre los logatomos [ala] de nuestros cuatro informantes y los de la informante J. D. L. (véase la figura 9), hablante canaria, que en ningún caso presentan velarización. Los contrastes indican ausencia de diferencias significativas entre ambas laterales en todos los índices excepto en CAa donde aparece un valor de 0.010, probablemente por influencia de la informante L. R. B, con lo cual debemos pensar que esta articulación en nuestros informantes no presenta velarización, en general, o dado que se trata de una cuestión gradual, que alguno de ellos presenta muy poca. Sin embargo, al contrastar nuestras oclusivas con la lateral alveolar de J. D. L. tampoco aparecen diferencias significativas en ningún índice. Como indican Ladefoged y Maddieson (1996:183): *most lateral segments in the world's languages are made with an occlusion in the dental/alveolar region.*

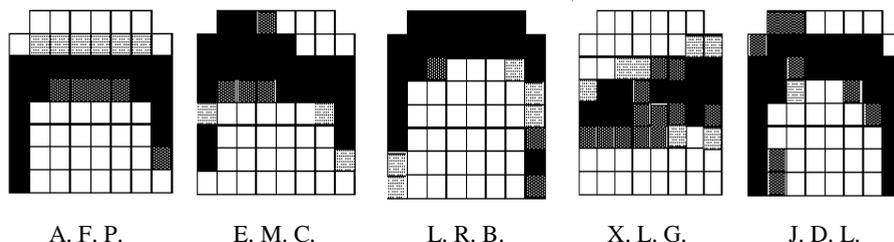


Figura 9. Configuración linguopalatal de [ala] en el P. M. C. de los cinco informantes.

esta misma informante adoptada como ejemplo (véanse las figuras 10, 11 y 12, respectivamente).

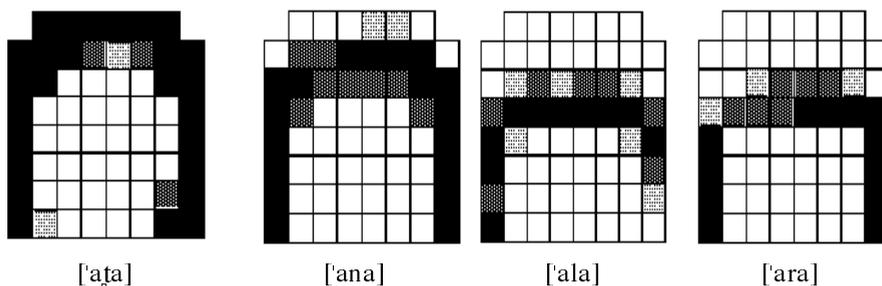


Figura 10. Configuración de [t, n, l, r] en P. I. Informante A. F. P.

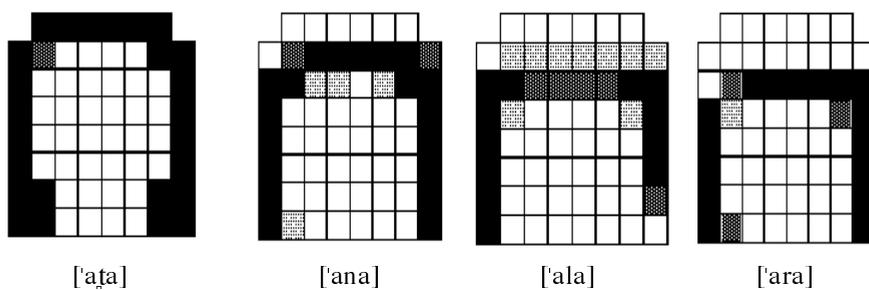


Figura 11. Configuración de [t, n, l, r] en P. F. Informante A. F. P.

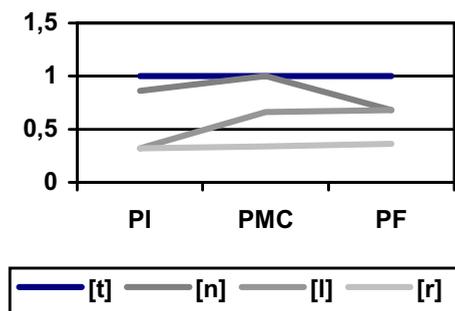


Figura 12. Valor de CAA en P. I, P. M. C. y P. F. en la informante A. F. P.

Por tanto, en las primeras zonas cubiertas por el paladar artificial (f1-f4) se distinguen articulatoriamente en función de sus contactos linguopalatales dos tipos de articulaciones consonánticas: alveolares y dentoalveolares (no sólo dentales puesto que en CPa no existen diferencias significativas estadísticamente en ningún par sometido a contraste). La primera fila de electrodos destaca como índice de dentalidad aunque para ello hay que atender a todo el desarrollo temporal de la consonante y no sólo a su P. M. C, o bien se puede atender únicamente al P. M. C. si consideramos todos los contextos vocálicos posibles (Fernández Planas, 2001). En todos ellos [t] presenta sistemáticamente activación de todos los electrodos de f1 en todos los informantes, cosa que no sucede con ninguna de las articulaciones consideradas alveolares.

3.2.1.3. Discusión

Empezábamos el apartado dedicado a la distinción entre [t] y [n, l, s, r, r] dejando constancia de que la fonética española tradicional clasificaba a la primera como dental y a las últimas como alveolares y de que esa taxonomía se ha mantenido a lo largo de muchos trabajos posteriores hasta nuestros días. Sin embargo, ya algunos trabajos aunque consideraban que [t] era dental admitían un cierto grado de contacto de la lámina o el predorso de la lengua con los alveolos. Por ejemplo, Navarro Tomás después de indicar que se articula apoyando el ápice contra la cara interior de los incisivos superiores indica que *después, el contacto de la lengua se*

extiende más o menos, hacia arriba, por las encías y los alveolos, según la fuerza de la pronunciación (1918:97). Posteriormente, Martínez Celdrán (1995:305), en un trabajo acerca de la dentalización de [s], manifestaba que *parece claro que t y d poseen un estrecho contacto con los alveolos y no sólo con la cara interior de los incisivos superiores, lo cual queda manifiesto en la palatografía.*

A la vista de los resultados obtenidos nos reafirmamos en nuestra hipótesis según la cual [t] es dentoalveolar predorsal y no dental apical. Fernández Planas y Martínez Celdrán (1997) concluyen lo mismo y elaboran unos esquemas que distinguen claramente entre ambas articulaciones (véase la figura 13).



Figura 13. *Apicalidad vs. predorsalidad. Adaptado de Fernández Planas y Martínez Celdrán (1997).*

La predorsalidad lingual de esta articulación se justifica teniendo en cuenta el relativamente amplio objetivo que la lengua debe cubrir: los incisivos superiores y los alveolos. Respecto al punto de articulación debemos concluir que se trata de un punto extenso simultáneamente dental y alveolar.

En el paladar artificial lo que nos proporciona información dental es la primera fila (f1), como podemos observar en el esquema de nuestro instrumento que aparece en el apartado dedicado a la metodología y en la fotografía adaptada de Hardcastle, Gibbon y Jones (1991) de la figura 3. En este punto estamos de acuerdo plenamente, por lo que respecta a la clasificación de electrodos, con Krull, Lindblom, Shia y Frutcher (1995:436) que trabajan con un electropalatógrafo igual al nuestro e indican *for dentals the place of articulation is at the first row of EPG electrodes*; y diferimos de la afirmación de Recasens (1990b:18) que sobre la

palatografía dinámica mantiene que *no informa sobre el contacte a les regions dentals [...]*⁴⁴ y con la de Quilis (1995:314) que intenta rebatir las conclusiones de Martínez Celdrán (1995) sobre la dentalización de [s] exponiendo que el palatógrafo *proporciona información sobre las regiones palatales y la alveolar, pero no sobre la dental*. Realmente, además, esta afirmación de Quilis apoya el hecho de considerar que [t] es también alveolar y por ello presenta contactos linguales en la zona alveolar puesto que cualquier electropalatograma de esta articulación exhibe activación de electrodos en la parte más avanzada del paladar artificial, sin embargo este autor sigue considerando igual que en su trabajo de 1993 (p.74) que se trata de un sonido *linguodental o dental*. El mismo calificativo utiliza para el catalán Recasens (1991:26): *apicodentals: entre l'apex i la cara interior dels incisius superiors* a pesar de que en la figura que incorpora en la página 33 se ve claramente cómo los contactos linguopalatales de [t] cubren no sólo los dientes sino también los alveolos. En un trabajo posterior, sin embargo, (1993:38) señala una pequeña diferencia: *les consonants dentals són articulades en la cara interior de les dents incisives superiors, generalment amb l'apex lingual ([t], [θ], [ð]) i en algun cas amb la làmina lingual ([t] del grup [ɲ t])*. *Les consonants apicodentals solen presentar contacte laminoalveolar simultani*. Este párrafo es confuso porque no admite que siempre haya contacto alveolar durante la producción de [t] lo cual no concuerda con nuestros datos para el castellano y, por otro lado, como indican Fernández Planas y Martínez Celdrán (1997) en principio una consonante apical clara no suele ser simultáneamente laminal o predorsal.

Según nuestros resultados, [t], como decíamos antes, es una articulación dentoalveolar y más bien predorsal que apical puesto que incluso el ápice está mirando ligeramente hacia abajo como indica la flecha en el esquema de la predorsalidad adaptado de Fernández Planas y Martínez Celdrán (1997) de la figura 12. Ello concuerda con los datos ofrecidos por autores como Dixit (1990), Krull, Lindblom, Shia y Frutcher (1995) o Ladefoged y Maddieson (1996). Así, el español se incluye, según estos autores, entre las lenguas que dicen poseer dentales apicales pero realmente cuentan con dentoalveolares predorsales o laminales que, como exponen Ladefoged y Maddieson, son la mayoría.

⁴⁴ Este autor, sin embargo, en otras ocasiones no es tan tajante en sus afirmaciones sobre este punto: *el paladar artificial descrit aquí no permet d'estudiar el contacte dental; amb tot [...] en alguns casos és possible inferir indirectament la presència de contacte lingual sobre les dents frontals superiors* (Recasens, D. (1986:11). El electropalatógrafo que utiliza el autor en este trabajo no es el mismo que hemos utilizado nosotros pero el mismo autor inicia la frase diciendo: *cal esmentar que, anàlogament al que s'esdevé amb altres mètodes de palatografia indirecta, el paladar artificial descrit aquí [...]*.

Respecto a las consonantes utilizadas como comparación con [t̪] no hay duda de que se trata de articulaciones alveolares, como se ha demostrado, aunque en algún momento de su producción -normalmente el P. M. C.- puedan presentar contactos de electrodos muy avanzados, pero en ningún caso la activación al 100% de todos los electrodos de f1 tiene lugar en estas articulaciones en todas sus fases -P. I, P. M. C. y P. F.- como ocurre efectivamente en el caso de la dentoalveolar.

Según Ladefoged y Maddieson (1996:14) el término *alveolar* puede referirse a sonidos que envuelven los alveolos y, o bien el ápice, o bien el predorso lingual, *thus can describe either an apical or a laminal articulation*, aunque más adelante, página 23, matizan un poco más con las siguientes palabras: *in general, if a language has only a dental or an alveolar stop, then that stop will be laminal if it is dental and apical if it is alveolar*, pese a que ellos mismos indican que generalizaciones de este tipo deben ser tratadas con cautela.

3.2.2. [ɲ, ʎ, t̪] vs. [j]

3.2.2.1. Visión general

Decíamos en el apartado anterior que los trabajos clásicos de fonética española y muchos trabajos posteriores, herederos y continuadores de los primeros, perpetuaban una distinción entre consonantes dentales y alveolares y que ello no se ajustaba a nuestros datos, razón por la cual proponíamos otra clasificación que, por otro lado, estaba más acorde con hechos más generales en las lenguas del mundo.

Pues bien, en el ámbito de las consonantes *palatales* ocurre algo parecido. La fonética española tradicional, fonetistas extranjeros que se han ocupado en sus manuales de fonética general de cuestiones relativas a la lengua castellana y también autores españoles actuales consideran que las cuatro articulaciones que ahora nos ocupan son palatales. En esta línea encontramos, por ejemplo, los trabajos de Navarro Tomás (1918), Menéndez Pidal (1904), Gili Gaya (1950), Quilis y Fernández (1964), Pottier (1965), Martínez Celdrán (1984), Gil Fernández (1990), D'Introno, Del Teso y Weston (1995)⁴⁵, Martínez Celdrán (1996), Schubiger (1970), Malmberg (1974) y MacKay (1987).

Navarro Tomás, como decíamos, incluye todas estas consonantes bajo la denominación de palatales; sin embargo, en la descripción que da de ellas

⁴⁵ En la pág. 145 clasifican a [ʎ] como alveolar aunque luego siempre la tratan como palatal.

establece una diferencia muy importante que no desarrolla y que es la que nosotros postulamos como tan fundamental que justifica considerarlas diferentes y dividir las en dos grupos.

Navarro Tomás indica acerca de [j̄] lo siguiente (1918:129): *el dorso se eleva en forma convexa, tocando el paladar a ambos lados de la boca, y formando en el centro una abertura alargada, por donde sale el aire espirado*. Dejando a un lado la característica de no oclusiva, conviene fijar ahora la concentración en el objetivo del dorso lingual. Comparemos ahora esta explicación con la que da sobre [t̄j̄] (1918:125): *la lengua se eleva, convexa, tocando a cada lado de la boca, desde los molares hacia arriba, una zona bastante ancha del paladar; el predorso de la lengua continua este contacto por la parte de delante contra el prepaladar y los alvéolos; en la parte más alta de éstos la superficie de contacto es generalmente mucho más estrecha que a los lados de la boca, pero siempre es suficiente para interrumpir por un momento la salida del aire espirado*. Esta descripción y el palatograma adjunto que incorpora Navarro Tomás marcan claramente que donde se produce la oclusión en el primer estadio de la africada es en la zona de los alveolos aunque también haya en la zona palatal amplio contacto lingual. Respecto a la nasal indica en las páginas 132-133: *el dorso de la lengua se adhiere ampliamente al paladar duro, empezando el contacto en los alvéolos y extendiéndose más o menos hacia el postpaladar, según la fuerza de la articulación*. Con estas palabras y con el palatograma ofrecido por el autor queda establecido que existe amplio contacto linguopalatal también en la zona alveolar. Más adelante lo vuelve a dejar claro y señala sin lugar a dudas la diferencia que existe entre esta articulación y [j̄]: *es indispensable una adherencia del dorso de la lengua al paladar, mayor que la que ordinariamente resulta de la articulación de la y*. En cuanto a la lateral es más escueto, páginas 133-134: *el dorso, elevándose como en ŋ*. Respecto a la condición de lateralidad expone que la lengua forma dos estrechas aberturas por donde sale el aire, aunque muchas personas en lugar de dos forman una sola a la derecha o a la izquierda de la boca *según la costumbre individual, sin que esto influya sensiblemente en el timbre del sonido* (p.134).

Nuestra propuesta consiste en distinguir, por un lado, [j̄] y, por otro, [ɲ, λ, t̄j̄] dado que su comportamiento articulatorio linguopalatal a la vista de nuestros resultados difiere. Consideramos a la primera propiamente palatal y a las que componen el segundo bloque, alveolopalatales.

3.2.2.2. Resultados

Veamos la configuración de estas cuatro articulaciones en el punto en que exhiben mayor contacto de la lengua con el paladar artificial, o sea, la máxima activación de los electrodos, P. M. C⁴⁶, a través de la informante A. F. P. que actúa en este caso de ejemplo (véase la figura 14).

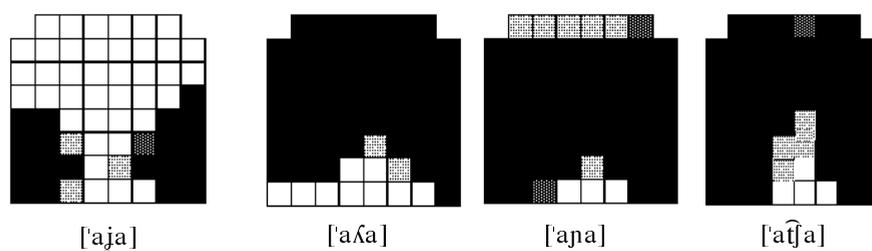


Figura 14. Configuración de [aɣ̞a, aʎa, aɲa, aʎ̞a] en P. M. C.

La tradición hispánica considera que todas estas articulaciones son palatales y es cierto. No hallamos diferencias significativas siendo $p \leq 0.05$ en CPp, ni en CCP, ni en CAP en ninguno de los pares de palatogramas contrastados entre sí, salvo en el índice CAP entre el par [aɣ̞a] vs. [aɲa] (0.049) ya que la nasal presenta sensiblemente mayor activación de electrodos que las demás articulaciones en la parte anterior de la zona palatal del paladar artificial, en lo que hemos clasificado como subzonas pre- y medio-palatal.

Sin embargo, este hecho no refleja totalmente las cuatro articulaciones estudiadas, tres de las cuales muestran una gran activación de electrodos a lo largo de todo el paladar artificial. Si contrastamos los mismos pares en la zona alveolar encontramos diferencias estadísticamente significativas en CAa, es decir, en el índice que marca el grado de mayor o menor anterioridad dentro de las cuatro primeras filas, entre [ɣ̞] y [ɲ, ʎ, ʎ̞], pero no entre estas últimas entre sí.

Los resultados de la aplicación del ANOVA a través de los contrastes siguientes en índices opuestos y extremos, CPp y CAa, indican que en el primero de ellos ningún

⁴⁶ En el caso de [ʎ̞] los análisis se han efectuado en el estadio oclusivo puesto que podemos considerarla una oclusiva con relajación lenta (Martínez Celadrán y Fernández Planas, 2007).

contraste presenta diferencia significativa; en el segundo, en cambio, los resultados obtenidos aparecen en la tabla 5:

	[a _ɨ a]
[a _ɰ a]	p=0.004
[a _ɲ a]	p=0.013
[a _ʔ a]	p=0.011

Tabla 5. *Contrastes estadísticos en CAa.*

Ello parece indicar que nos hallamos frente a dos grupos de sonidos, por un lado [ɨ] y, por otro, [ɰ, ɰ, ʔ]. Estos grupos en el índice que refleja su comportamiento en el punto más extremo posterior cubierto por el paladar artificial (CPp) no presentan diferencias significativas en ningún caso; en cambio, sí aparecen comparando un grupo con otro -en ningún caso dentro del mismo grupo- en el índice opuesto, aquél que refleja su comportamiento en el punto más extremo anterior (CAa). Lo cual indica que todos estos sonidos son similares en la parte posterior del paladar pero no en la parte anterior. Veamos estos dos índices gráficamente (figura 15) en el punto temporal de máxima constricción -P. M. C.- tomando como modelo a una de las informantes:

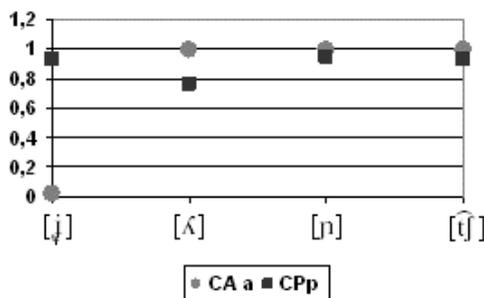


Figura 15. *Valor de CAa y CPp en P. M. C. Informante A. F. P.*

Si comparamos los tres índices correspondientes a las cuatro primeras filas (CAa, CCa y CPa) entre [n] y [ɲ] no hallamos diferencias significativas entre ellas en ningún caso (siempre trabajando con un nivel de significación de $p \leq 0.05$). Luego podemos pensar, si [n] es alveolar, que [ɲ], articulatoriamente hablando, también lo es o, más exactamente, que ambas comparten características articulatorias que se reflejan en las primeras filas del paladar artificial. La diferencia entre ambas articulaciones se plasma en las filas posteriores del paladar artificial, es decir, en la actividad del dorso lingual. CAp, CCp y CPp presentan diferencias significativas en este caso, como podemos comprobar en la tabla 6:

CAa	
Cca	
CPa	
CAp	p=0.022
CCp	p=0.024
CPp	p=0.011

Tabla 6. *Contrastes estadísticos entre [ana]-[aɲa].*

En el caso de las laterales no hallamos diferencias significativas en ningún índice de la zona anterior del paladar entre ellas; pero tampoco las hallamos, sin embargo, como sería esperable en la zona palatal puesto que la influencia del informante X. L. G, cuyas [ʎ] son más anteriores que las de los demás informantes, se hace notar así como también el hecho de no disponer de esta articulación en la informante L. R. B. que es yeísta⁴⁷.

⁴⁷ Si efectuamos los mismos contrastes estadísticos en la zona palatal del paladar artificial entre [ala] y [aʎa] de la informante J. D. L. sí hallamos diferencias significativas, a saber: CAp, 0.012; CCp, 0.004 y CPp, 0.053. Este último índice realmente no sería significativo puesto que siempre trabajamos con una probabilidad de 5%, sin embargo dado su valor tan cercano a este valor creemos conveniente consignarlo como casi significativo. La articulación [ʎ] en esta informante cubre mucha más zona palatina con el dorso lingual que

Si efectuamos un análisis discriminante -método multivariante que tiene en cuenta la distribución de los datos de cada media, comprueba la posibilidad de agruparlos en torno a un centroide y mide el grado de pertenencia al grupo- entre estas articulaciones teniendo en cuenta simultáneamente CAa y CPp obtenemos los resultados particulares que aparecen en la tabla 7 (en general los casos se agrupan correctamente en un 80 %):

	[a _ɟ ja]	[a ^h la]	[a _ɲ na]	[a ^h t ^h ja]
[a _ɟ ja]	100 %			
[a ^h la]		66.7 %	33.3 %	
[a _ɲ na]			100 %	
[a ^h t ^h ja]			50 %	50 %

Tabla 7. Resultado del análisis discriminante.

Como vemos, teniendo en cuenta los índices extremos en todo el paladar artificial, [ɟ] se clasifica como tal en un 100 % de los casos y [ɲ] también. Los errores se dan

las de nuestros informantes habituales (véanse las dos laterales de la informante J. D. L. en la figura 16).

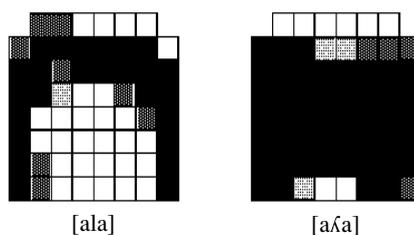


Figura 16. Configuración linguopalatal de las dos laterales de la informante J. D. L. en su P. M. C.

en la clasificación de [ʎ] y, sobre todo de [tʃ̠]. Pero es importante subrayar que se confunden en ambos casos con la nasal y en ningún caso con la aproximante.

Recapitulando, no tenemos diferencias significativas en la zona alveolar en [n] vs. [ɲ] ni en [l] vs. [ʎ], ni tampoco en la zona palatal del paladar artificial en [tʃ̠] vs. [tʃ̠̞], ni en [ɲ] vs. [tʃ̠̞], ni en [ʎ] vs. [tʃ̠̞]; sin embargo sí hallamos diferencias significativas en ambas zonas en [n] vs. [tʃ̠̞] y en [l] vs. [tʃ̠̞], es decir, entre articulaciones típicamente alveolares y característicamente palatal, respectivamente, con una probabilidad menor de un 5% de que se deban al azar. Podemos comprobarlo en las tablas 8 y 9 a través de los índices extremos, CAa y CPp:

	[a _ɲ ja]
[ana]	p=0.013
[ala]	p=0.016

Tabla 8. *Contrastes estadísticos en CAa.*

	[a _{tʃ̠̞} ja]
[ana]	p=0.037
[ala]	p=0.045

Tabla 9. *Contrastes estadísticos en CPp.*

Por todo ello, podemos decir que [ɲ, ʎ, tʃ̠̞] comparten características con articulaciones alveolares, por un lado, y con palatales, por otro, con lo cual podemos clasificarlas articulariamente como constituyentes de un mismo grupo en el que no cabe la aproximante [j̞]. La denominación de este grupo no es uniforme, Recasens en sus trabajos lo llama alveolopalatal y Ladefoged y Maddieson (1996) se refieren a sus componentes como *postalveolars*

(*palatoalveolars*)⁴⁸. En el estudio que nos ocupa optamos por la denominación alveopalatal puesto que nos parece más gráfica ya que se trata de articulaciones que presentan amplios contactos tanto en la zona alveolar como en la palatal del paladar artificial. Este nombre está más acorde con nuestra clasificación de las filas del paladar artificial establecida en el apartado 2.3.1.1. puesto que allí se pone de manifiesto que consideramos subzona postalveolar la cubierta por f4 en sentido longitudinal y en dirección antero-posterior y a la vista de nuestros resultados observamos que estas articulaciones cubren tanto esta subzona como la llamada propiamente subzona alveolar.

Se trata de configuraciones con una amplia cobertura palatina, de ahí la denominación de *mojadas* (Bruyninckx, 1995), que incluso llega a activar al 100% muchos electrodos de F1. Estadísticamente no aparecen diferencias significativas en CAa entre [t̥] y [t̥ʃ], [ʎ], [ɲ] en P. M. C. A pesar de ello, no podemos considerar que se trate de articulaciones dentales o *dento-alveolo-palatales*, aunque en muchas ocasiones efectivamente el ápice de la lengua presione la cara interior de los incisivos superiores (hecho que deducimos del amplio contacto en f1), puesto que, a diferencia de [t̥], estas articulaciones no siempre presentan activación de todos los electrodos más anteriores al 100% y, si la presentan, no se mantiene así a lo largo de su desarrollo temporal. Comparemos a este respecto los electropalatogramas de la figura 13 con los de las figuras siguientes, 17 y 18, que corresponden al punto inicial (P. I.) y al punto final (P. F.), respectivamente, de la misma informante.

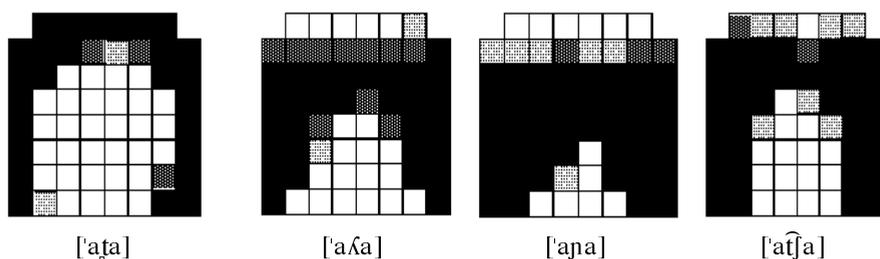


Figura 17. Configuración de [aʎa, aʎa, aɲa, aʎ̥a] en P. I. Informante A. F. P.

⁴⁸ Sin embargo, concretamente a la lateral estos autores la consideran propiamente dorsal palatal: *laterals of the latter type [dorsal palatal laterals] are found in Italian in contrast with apical alveolars, as well as in Spanish and a number of other languages* (Ladefoged y Maddieson 1996:189)

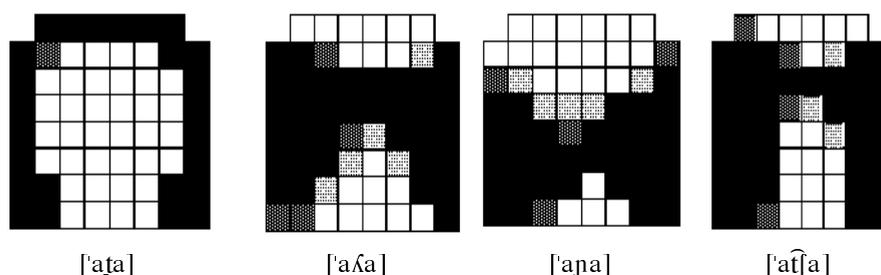


Figura 18. Configuración de [aʎa, aʎa, aɲa, atʎa] en P. F. Informante A. F. P.

3.2.2.3. Discusión

Nuestra propuesta en este subapartado consistía en distinguir dos grupos en las articulaciones consonánticas tradicionalmente clasificadas como palatales - alveolopalatal y palatal- a partir de las evidencias halladas en los resultados de nuestro estudio electropalatográfico, lo cual coincidiría con los resultados de Recasens para el catalán, por ejemplo.

Ladefoged (1997:602) expone lo siguiente al respecto: *many of the sounds that are called palatals are more properly categorized as laminal postalveolars*. Pensamos que sus ejemplos sobre el francés y el italiano son extrapolables al castellano aunque ya hemos expuesto que preferimos la denominación *alveolopalatal*.

Los resultados de nuestro estudio articulatorio comentados corroboran la distinción entre, por un lado, [ʎ] y, por otro, [tʎ], [ʎ] y [ɲ]. La diferencia entre ambos grupos se ha manifestado incluso en las diferentes versiones del A.F.I. (Bruyninckx y Harmegnies, 1996) en las cuales la primera siempre ha sido considerada palatal en todas las revisiones y las últimas en la versión de 1979 pueden ser palatales y alveolopalatales⁴⁹, en realidad el A.F.I. las llama *palatoalveolares*. Sin embargo, no hay acuerdo entre los fonetistas acerca de las características articulatorias de estas consonantes que en su producción tienen amplio contacto con el paladar. Keating (1988) no establece contraste por punto de articulación entre los segmentos palatales pero establece diferencias entre ellos ya que considera que la lateral y la nasal son segmentos complejos puesto que están especificados por el

⁴⁹ En dicha versión el caso de la lateral es más complejo puesto que, además, el A. F. I. no marca ninguna distinción entre las categorías palatoalveolar, palatal, velar y uvular.

nodo Coronal y por el nodo Dorsal⁵⁰ lo cual requiere que sean producidos mediante dos regiones linguales, el dorso y el predorso (ella dice lámina). Lo expresa con estas palabras: *the length of the constriction seen for palatals means that the palatal articulation is not really a point of articulation in the way that other consonants can be located along the palate. Palatals also do not involve a single part of the tongue. They use the very back of the blade, and the large front part of dorsum* (Keating, 1988:81); *they also must be distributed, meaning that they have a long constriction [...] Palatal constriction are typically on the order of twice as long as those of velars, and three times as long as those of anterior coronals* (1988:87) y al final de su trabajo añade: *so palatals are articulated by more than one class of articulators. They are therefore complex segments, equivalent to double articulation* (1988:89). Sin embargo en la página 87 Keating señala lo siguiente que no coincide con nuestros datos: *as coronals, palatals must be non-anterior, since the upper teeth and the front of the alveolar ridge are never constricted*⁵¹. En los resultados de Fernández Planas (2001) se puede apreciar gráficamente en los electropalatogramas del anexo 6.3 (que contienen el P. M. C de las diez consonantes estudiadas en posición intervocálica en todas las combinaciones posibles) como en abundantes ocasiones estas articulaciones -[ʎ], [ɲ] y también [tʃ]- presentan contactos en las primeras filas del paladar artificial, por tanto en castellano -o por lo menos en el habla castellana de nuestros informantes- se trata de consonantes con una gran cobertura palatina de la lengua ya que cubre propiamente la zona palatal y la zona alveolar e incluso la zona dental (f1) aunque esto no es sistemático en todos sus electrodos. Es decir, claramente se ven implicados en su producción tanto el dorso como el predorso lingual, no el ápice puesto que éste se halla mirando hacia abajo detrás de los incisivos inferiores. En el caso de la aproximante [j] no ocurre lo mismo puesto que sus contactos se centran en la zona clasificada como palatal.

En los electropalatogramas que aparecen en Recasens, Farnetani, Fontdevila y Pallarès (1993), en Recasens, Fontdevila y Pallarès (1995a) y en Recasens y Pallarès (2001) también apreciamos activación de electrodos en f1 en el caso de la lateral y la nasal en algunos informantes tanto del catalán como del italiano. Como en nuestros resultados para el castellano, dicha activación de electrodos en f1 no es

⁵⁰ Ladefoged (1997:603) expone que *palatals can be classified as either [high, front] Dorsal sounds or as complex segments that are both Coronal and Dorsal* lo cual refleja el desacuerdo de los autores ante estas articulaciones.

⁵¹ El subrayado es nuestro.

sistemática en todos los informantes utilizados y en los que presentan contactos en electrodos situados en f1 tampoco siempre están todos ellos activados. En este punto coinciden nuestros resultados para el castellano con los de estos autores para el catalán y el italiano. Sin embargo, estos autores no consideran el fenómeno del mismo modo puesto que para ellos (Recasens, Farnetani, Fontdevila y Pallarès 1993; Recasens, 1990a; Recasens, Fontdevila y Pallarès 1995a; Recasens y Pallarès, 2001) no se trata de segmentos complejos sino de segmentos simples.

Recasens, Fontdevila y Pallarès (1995a:269) citan tres razones por las cuales hay que rechazar el estatus de complejos de estos elementos: en primer lugar, pese a considerar que las alveopalatales son producidas con la parte posterior del predorso (ellos hablan de lámina, en realidad) y la parte más anterior del mediodorso (ellos, parte delantera del predorso) de la lengua sostienen que cuando dos regiones linguales son adyacentes y contribuyen a la formación de un único punto de articulación no son controlados separadamente. Recasens (1990a:278) en la conclusión de su trabajo expone la misma idea: *the articulatory control of alveopalatals appears to be quite different from that of complex segments such as labiovelars, labio-coronals and corono-velars. While these three double articulations are produced with two discontinuous articulators, the lingual constriction for alveopalatals is continuous. Accordingly, it is not clear how a continuous constriction can be actualized by tongue regions involving independent articulatory control.* En segundo lugar, el contacto lingual en la zona postalveolo-prepalatal se mantiene durante todo el período de oclusión y ello indica que se producen con un articulador y un solo punto de articulación. Y en tercer lugar, si el dorso lingual estuviera activo durante la articulación de [ɲ]⁵² exhibiría el mismo contacto dorsopalatal que [j̥].

A diferencia de la propuesta de Keating (1988) para la cual estas consonantes pertenecen a la misma clase articulatoria (palatales) pero solamente [j̥] no corresponde a un segmento complejo, para autores como Recasens estas articulaciones no son complejas y no pueden corresponder todas a la misma categoría. Recasens, Farnetani, Fontdevila y Pallarès (1993: 214) lo exponen así: *palatals do not form a single category but need to be grouped into alveopalatals ([ɲ], [ʎ]) and "true" palatals ([j̥]) [...]. Moreover, while all these sound classes require some tongue dorsum raising, articulatory control is presumably directed towards a single tongue region, namely the predorsum (and presumably the back*

⁵² Entendemos que ocurre lo mismo con las otras dos articulaciones. Respecto a la lateral: *the characteristics of place of articulation for [ʎ] are highly similar to those for [ɲ]* (Recasens, 1990:271).

of the blade as well) for alveopalatals and the predorso-mediadorsum for "true" palatals y añaden (p.230): these consonants are not complex segments but are produced at one place of articulation only (postalveolo-prepalatal) with a single articulator ((lamino)-predorsal). The extent of linguopalatal contact cannot be taken as an indicator of articulatory complexity either.

Para estos autores tres son las causas de que sean interpretadas, según ellos erróneamente, a veces como segmentos complejos: que activen electrodos de las zonas alveolar y palatal, que intervengan en su articulación el predorso (o lámina) y el dorso, y que existan abundantes casos de procesos de palatalización: [ɲ] + [j] > [ɲ] y de depalatalización (aunque éstos no sean tan frecuentes).

No hay acuerdo entre los autores acerca de si se trata de articulaciones que corresponden a segmentos simples o complejos, *it is not clear whether alveopalatal realizations involving large amounts of contact at the alveolar and palatal zones are complex segments* (Recasens 1990a:277). Pero al margen de la discusión sobre su naturaleza compleja o no, en todo caso en lo que sí coinciden todos los autores es en marcar una diferencia entre [j], por un lado, y [t̪], [ʎ] y [ɲ], por otro. Esto es lo que queremos resaltar especialmente para clasificarlas en dos grupos distintos.

Sin embargo, en la articulación de los elementos de este segundo grupo, por el hecho de cubrir dos zonas palatinas -alveolar y palatal- pensamos que está justificada la denominación de alveopalatales, como ocurre en otras lenguas, y por implicar dos articuladores independientes -el predorso y el mediadors- aunque sean adyacentes creemos que parece razonable la opinión de que se trata de segmentos complejos. Además, en nuestros datos el dorso lingual exhibe el mismo contacto dorsopalatal en [ɲ, ʎ, t̪] que en [j] puesto que no hay diferencias significativas entre ellas en el índice pertinene, de lo que se deduce que el dorso está activo durante su producción. Recasens, Fontdevila y Pallarès (1995a: 277) señalan que *alveopalatals are simple segments while palatalized dentalveolars⁵³ are complex*. Nosotros creemos que las series alveolar-alveolar palatalizada-alveopalatal pueden observarse desde la teoría de la coarticulación como coproducción (Browman y Goldstein, 1989, 1986; Fowler y Saltzman, 1993) como diferentes grados de superposición gestual -algunos hechos acústicos y perceptivos parece que lo avalan (Romera y Fernández Planas (1995)- y no solamente la relación alveolar-alveolar palatalizada como mantienen Recasens, Fontdevila y

⁵³ Se refieren en este caso al segmento /n̪/ del ruso.

Pallarès (1995a:277-278). De hecho, nuestros resultados electropalatográficos no ofrecen diferencias significativas en CPp entre ambos grupos, ni tampoco en los índices que toman en consideración las primeras filas del paladar artificial entre [n] y [ɲ], por ejemplo.

Gráficamente podemos reflejar la diferencia, igual que hemos hecho en el subapartado anterior, como aparece en la figura 19.



Figura 19. *Predorso-mediodorsalidad vs. mediodorsalidad.*

4. CONCLUSIÓN

En el aparato fonador del cuerpo humano destaca la relación que mantienen los alveolos y el paladar como órganos pasivos y la lengua como órgano activo puesto que de ella se derivan abundantes sonidos en las lenguas del mundo. El trabajo presentado se ha centrado en clasificar a las vocales y a la mayoría de consonantes linguales del español a partir de estas relaciones articulatorias en español estudiadas mediante la electropalatografía.

A la vista de los resultados obtenidos cabe concluir de este estudio por una parte que las vocales anteriores se clasifican bien, en general, especialmente la vocal alta anterior, y que las vocales central y posteriores pueden confundirse entre sí; por otra parte, las diez articulaciones consonánticas estudiadas se distribuyen en cuatro grandes grupos: dentoalveolar ([t]), alveolar ([n, s, l, r, r]), alveolopalatal ([ɲ, ʎ, tʃ]) y palatal ([j]).

AGRADECIMIENTOS: Quiero dejar constancia de mi agradecimiento a mis informantes por su ayuda; a mi familia, por su paciencia; a los profesores que formaron parte del tribunal que juzgó la tesis de la que se extrae este artículo (Dr. Recasens Vives, Dra. Romera Barrios, Dra. Salcioli Guidi, Dr. Pradilla Cardona y Dr. Cantero Serena) por sus valiosos comentarios; y, por supuesto, al Dr. Martínez Celdrán, el director de la tesis, por sus sabios consejos desde el principio. Por otra parte, debo indicar que durante la preparación de esta tesis conté con una beca predoctoral del MEC (Promoción general del conocimiento), ref. FP93.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTHONY, J. K. (1954): «New method for investigating tongue position of consonants», *S. T. A, Bull*, Oct-Nov, pp. 2-5.
- BADIA i MARGARIT, A. M. (1986): «Palatogrames de la llengua catalana», *Estudios de fonética experimental*, PPU, Barcelona, vol. II, pp. 9-90.
- BARNILS, P. (1933): «Études de prononciations catalanes à aide du palais artificiel», *Anuari de l'Oficina Romànica de Lingüística i Literatura*, 6, pp. 21-26.
- BAUM, S. R. y D. H. MCFARFLAND (1997): «The development of speech adaptation to an artificial palate», *Journal of the Acoustical Society of America*, 102, 4, pp. 2353-2359.
- BISQUERRA ALZINA, R. (1989): *Introducción conceptual al análisis multivariable*, I, Barcelona, PPU.
- BROWMAN, C. P. y L. GOLDSTEIN (1986): «Towards an articulatory phonology», *Phonology*, 3, pp. 219-252.
- BROWMAN, C. P. y L. GOLDSTEIN (1989): «Articulatory gestures as phonological units», *Phonology*, 6, pp. 201-251.
- BRUYNINCKX, M. (1995): «Specificités de la qualité palatale», *Révue de phonétique appliquée*, 114, pp. 65-80.
- BRUYNINCKX, M. y B. HARMEGNIES (1996): «La palatalité au crible de la phonétique», *Révue de phonétique appliquée*, 118-119, pp. 31-42.

-
- BYRD, D. (1993): «Palatogram reading as a phonetic skill: a short tutorial», *Journal of the International Phonetic Association*, 23, 2, pp. 59-72.
- CASAL, C. (1994): *Análisis del crecimiento craneomaxilofacial, armonía facial y desarrollo del habla durante la primera infancia: estudio comparativo de niños con fisura labial y/o palatina y niños control*, tesis doctoral, UB.
- CATFORD, J. C. (1977): *Fundamental problems in Phonetics*, Edimburgo, Edinburg University Press.
- COLES, J. O. (1872): «A plan for ascertaining more accurately the physiology of speech», *Transactions of the odontological society of Great Britain*, 4, pp. 110-123.
- CUADRAS, C. M.; B. ECHEVERRÍA; J. MATEO y P. SÁNCHEZ (1984): *Fundamentos de estadística. Aplicación a las ciencias humanas*, Barcelona, PPU.
- DECKER, T. N. (1996): *Instrumentation. an introduction for students in the speech and hearing sciences*, New Jersey, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- D'INTRONO, F.; E. DEL TESO y R. WESTON (1995): *Fonética y fonología actual del español*, Madrid, Cátedra.
- DIXIT, R. P. (1990): «Linguotectal contact patterns in the dental and retroflex stops of Hindi», *Journal of Phonetics*, 18, pp. 189-200.
- DOMÈNECH, J. M. (1975): *Bioestadística. Métodos estadísticos para investigadores*, Barcelona, Herder, 1982, 41ed.
- FARNETANI, E. (1990): «V-C-V lingual coarticulation and its spatiotemporal domain» en W. J. Hardcastle y A. Marchal (eds): *Speech Production and Speech Modelling*, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, pp. 93-130.
- FERNÁNDEZ PLANAS, A. M. y E. MARTÍNEZ CELDRÁN (1997): «Sobre la articulación de [t] y [d] en español», *Estudios de fonética experimental*, VIII, pp. 297-317.
- FERNÁNDEZ PLANAS, A. M. (1999): «Acercamiento a la lectura de palatogramas», en J. de las Cuevas y D. Fasla (eds): *Contribuciones al estudio de la lingüística aplicada*, AESLA, Logroño, pp. 667-674.
-

-
- FERNÁNDEZ PLANAS, A. M. (2001): *Estudio electropalatográfico de la coarticulación vocálica en estructuras VCV en castellano*, tesis doctoral, UB.
- FONTDEVILA, J.; M. D. PALLARÈS y D. RECASENS (1994): «The contact index method of electropalatographic data reduction», *Journal of Phonetics*, 22, pp. 141-154.
- FOWLER, C. A. y E. SALTZMAN (1993): «Coordination and coarticulation in speech production», *Language and Speech*, 36, pp. 171-195.
- GIBBON, F. (1990): «Lingual activity in two speech-disordered children's attempts to produce velar and alveolar stop consonants: Evidence from electropalatographic (EPG) data», *British Journal of Disorders of Communication*, 25, pp. 329-340.
- GIBBON, F. y W. J. HARDCASTLE (1989): «Deviant articulation in a cleft palate child following late repair of the hard palate: a description and remediation procedure using electropalatography (EPG)», *Clinical Linguistics and Phonetics*, 3, pp. 93-110.
- GIBBON, F.; W. J. HARDCASTLE y A. MOORE (1990): «Modifying abnormal tongue patterns in an older child using electropalatography», en E. Arnold (ed.): *Child Language and Therapy*, vol. 6, 3, pp. 227-245.
- GIBBON, F.; W. J. HARDCASTLE y K. NICOLAIDIS (1993): «Temporal and spatial aspects of lingual coarticulation in /kl/ sequenes: A cross-linguistic investigation», *Language and Speech*, 36, pp. 261-278.
- GIBBON, F.; L. ELLIS y L. CRAMPIN (2004): «Articulatory placement for /t/, /d/, /k/ and /g/ targets in scholl age children with speech disorders associated with cleft palate», *Clinical Linguistics and Phonetics*, 18, 6, pp. 391-404.
- GIL FERNÁNDEZ, J. (1990): *Los sonidos del lenguaje*, Madrid, Síntesis.
- GILI GAYA, S. (1950): *Elementos de fonética general*, Madrid, Gredos, 1988
- GRAY, H (1986): *Anatomía*, P. L. Williams y R. Warwick (directores), Barcelona, Salvat editores, tomo 2.

-
- HARDCASTLE, W. J. (1981): «Experimental Studies in Lingual Coarticulation», en R. E. Asher y E. J. A. Henderson (eds): *Towards a History of Phonetics*, Edimburgo, Edinburgh University Press.
- HARDCASTLE, W. J.; F. E. GIBBON y W. JONES (1991): «Visual display of tongue-palate contact: Electropalatography in the assessment and remediation of speech disorders», *British Journal of Disorders of Communication*, 26, pp. 41-74.
- HARDCASTLE, W. J.; F. GIBBON y K. NICOLAIDIS (1991): «EPG data reduction methods and their implications for studies of lingual coarticulation», *Journal of Phonetics*, 19, 3/4, pp. 251-266.
- HARDCASTLE, W. J.; J. JONES; C. KNIGHT; A. TRUDGEON y G. CALDER (1989): «New developments in electropalatography: a state-of-the-art report», *Clinical Linguistics and Phonetics*, 3, pp. 1-38.
- HARDCASTLE, W. J. y N. NEWLETT (eds) (1999): *Coarticulation. Theory, Data and Techniques*, Cambridge, Cambridge University Press.
- HEIKE, G.; R. GREISBACH y B. J. KROGER (1991): «Coarticulation rules in an articulatory model», *Journal of Phonetics*, 19, 3/4, pp. 465-471.
- JANNEDY, S.; R. POLETTO y T. L. WELDON (1977-79): *Languages files. Materials for an introduction to language & linguistics*, Ohio State University Press, 1994.
- KABURAGI, T. y M. HONDA (1994): «Determination of sagittal tongue shape from the positions of points on the tongue surface», *Journal of the Acoustical Society of America*, 96, 3, pp. 1356-1366.
- KAISER, L. (1939-1942): «Biological and statistical research concerning the speech of 216 Dutch students», *Archives Néerlandais de Phonétique Expérimentale*, pp. 15-18.
- KEATING, P. (1988): «Palatals as complex segments: X-ray evidence», *UCLA Working Papers in Phonetics*, 69, pp. 77-91.
- KRULL, D.; B. LINDBLOM; B. E. SHIA y D. FRUTCHER (1995): «Cross-linguistic aspects of coarticulation: an acoustic and electropalatographic study of

- dental and retroflex consonants», *Actas del ICPHS*, Estocolmo, 3, pp. 436-439.
- LADEFOGED, P. (1957): «Use of palatography», *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 22, pp. 764-774.
- LADEFOGED, P. (1997): «Linguistic phonetic descriptions», en W. J. Hardcastle y J. Laver (eds.): *The handbook of phonetic sciences*, Blackwell, Oxford, pp. 589-618.
- LADEFOGED, P. e I. MADDIESON (1996): *The Sounds of the World's Languages*, Oxford, Blackwell Publishers.
- LIEBERMAN, P. H. y S. BLUMSTEIN (1988): *Speech physiology, speech perception, and acoustic phonetics*, Cambridge, Cambridge University Press.
- LINDBLAD, P. y S. LUNDQVIST (1999): «How and why do the tongue gestures of [t], [d], [l], [n], [s] and [r] differ?», *Proceedings ICPHS 99*, San Francisco, vol. I, pp. 417-420.
- LLISTERI, J. (1991): *Introducción a la fonética: el método experimental*, Barcelona, Anthropos.
- MACKAY, I. (1987): *Phonetics: The Science of Speech Production*, Nueva York, Allyn & Bacon.
- MAGNO CALDOGNETTO, E. (1992): «Caratteristiche e specificità dei movimenti articolatori: il contributo della fonetica sperimentale», *Quaderni del Centro di Studio per le Ricerche di fonetica*, Pádova, pp. 147-168.
- MAGNO CALDOGNETTO, E.; F. FERRERO y M. C. T. BRONTE (1991): «Applicazioni della elettropalatografia nei disturbi di articolazione», *Quaderni del Centro di Studio per le Ricerche di fonetica*, Pádova, pp. 215-298.
- MALMBERG, B. (1974): *Manuel de phonétique générale*, París, Éd. A & J. Picard.
- MARCHAL, A. (1988): *La palatographie*, ed. CNRS, colección «Sons et parole», Marsella.
- MARCHAL, A.; L. COURVILLE y D. BELANGER (1980): «La palatographie dynamique», *Révue de phonétique appliquée*, 53, pp. 49-72.

-
- MARTÍNEZ CELDRÁN, E. (1984): *Fonética*, Barcelona, Teide, 1989.
- MARTÍNEZ CELDRÁN, E. (1991): *Fonética experimental: teoría y práctica*, Madrid, Síntesis.
- MARTÍNEZ CELDRÁN, E. (1994): *La fonètica*, Barcelona, Empúries.
- MARTÍNEZ CELDRÁN, E. (1995): «Nuevos datos sobre la dentalización de -s- en español», *Revista de filología española*, LXXV, pp. 301-312.
- MARTÍNEZ CELDRÁN, E. (1996): *El sonido en la comunicación humana*, Barcelona, Octaedro.
- MARTÍNEZ CELDRÁN, E. (1997): «El mecanismo de producción de la vibrante apical múltiple», *Estudios de fonética experimental*, VIII, PPU, Barcelona, pp. 85-97.
- MARTÍNEZ CELDRÁN, E. y L. RALLO FABRA (1995): «[r-r]: ¿Dos clases de sonidos?», *Estudios de fonética experimental*, VII, PPU, Barcelona, pp. 179-194.
- MARTÍNEZ CELDRÁN, E. y A. M. FERNÁNDEZ PLANAS (2007): *Manual de fonética española. Articulaciones y sonidos del español*, Ariel, Barcelona.
- MC FARLAND, D. H; S. R. BAUM y C. CHABOT (1996): «Speech compensation to structural modifications of the oral cavity», *Journal of the Acoustical Society of America*, 100, 2, 1, pp. 1093-1104.
- MENÉNDEZ PIDAL, R. (1904): *Manual de gramática histórica española*, Madrid, Espasa-Calpe, 1968.
- NAKAMURA, M. (1999): «Two kinds of palatalisation in Japanese: An electropalatographic study», *Proceedings ICPhS 99*, San Francisco, vol. I, pp. 57-60.
- NAVARRO TOMÁS, T. (1918): *Manual de pronunciación española*, CSIC, Madrid, 1990.
- NICOLAIDIS, K. (1999): «The influence of stress on V-to-V coarticulation: An electropalatographic study», *Proceedings ICPhS 99*, San Francisco, vol. II, pp. 1087-1091.
-

-
- OHALA, J. J. (1990): «Respiratory activity in speech» en Hardcastle y Marchal (eds.): *Speech production and speech modelling*, Kluwer academic publishers, pp. 23-53.
- PAINTER, C. (1979): *An introduction to instrumental phonetics*, Baltimore, University Park Press.
- PERELLÓ, J. y J. PERES (1977): *Fisiología de la comunicación oral*, Audiofoniatría y Logopedia, vol. III, Ed. Científico-médica, Barcelona
- POTTIER, B. (1965): *Phonétique et phonologie espagnoles. Introduction*, París, Ediciones hispanoamericanas.
- QUILIS, A. (1993): *Tratado de fonología y fonética españolas*, Madrid, Gredos.
- QUILIS, A. (1995): «De nuevo sobre el alófono dental de /s/ en español», *Revista de filología española*, LXXV, pp. 313-319.
- QUILIS, A. y J. A. FERNÁNDEZ (1964): *Curso de fonética y fonología españolas*, Madrid, CSIC, 1972.
- RECASENS, D. (1986): *Estudis de fonètica experimental del català oriental central*, Barcelona, PAM.
- RECASENS, D. (1987): «An acoustic analysis of V-to-C and V-to-V coarticulatory effects in Catalan and Spanish V-C-V sequences», *Journal of Phonetics*, 15, pp. 299-312.
- RECASENS, D. (1990a): «The articulatory characteristics of palatal consonants», *Journal of Phonetics*, 18, pp. 267-280
- RECASENS, D. (1990b): «L'anàlisi palatogràfica», *Estudios de fonètica experimental*, IV, Barcelona, PPU, pp. 11-26.
- RECASENS, D. (1991): *Fonètica descriptiva del català*, Barcelona, IEC.
- RECASENS, D. (1993): *Fonètica i fonologia*, Barcelona, Enciclopèdia catalana.
- RECASENS, D.; E. FARNETANI; J. FONTDEVILA y M. D. PALLARÈS (1993): «An electropalatographic study of alveolar and palatal consonants in catalan and italian», *Language and Speech*, 36, 2-3, pp. 213-234.

-
- RECASENS, D.; J. FONTDEVILA y M. D. PALLARÈS (1995a): «A production and perceptual account of palatalization», en B. Connell y A. Arvaniti (eds.): *Papers in Laboratory Phonology IV*, Cambridge University Press, pp. 265-281.
- RECASENS, D.; J. FONTDEVILA y M. D. PALLARÈS (1995b): «Velarization degree and coarticulatory resistance for [l] in Catalan and German», *Journal of Phonetics*, 1/2, pp. 37-52.
- RECASENS, D.; J. FONTDEVILA y M. D. PALLARÈS (1996): «Linguopalatal coarticulation and alveolar-palatal correlations for velarized and non-velarized /l/», *Journal of Phonetics*, 1, pp. 165-185.
- RECASENS, D.; M. D. PALLARÈS y J. FONTDEVILA (1997): «A model of lingual coarticulation based on articulatory constraints», *Journal of the Acoustical Society of America*, 102, 1, pp. 544-561.
- RECASENS, D. y M. D. PALLARÈS (2001): *De la fonètica a la fonologia (consonants i assimilacions consonàntiques del català)*, Barcelona, Ariel.
- REPP, B. H. (1984): «Categorical perception: issues, methods, findings», en A.J.Lass (ed.): *Advances in theory and practice*, vol. 10, pp. 243-335
- ROMERA, L. y A. M. FERNÁNDEZ PLANAS (1995): «Nasal palatal: segment complex», *Caplletra*, 19, pp. 43-50.
- ROUSSELOT, A. P. (1897-1901): *Principes de phonétique experimentale*, París, Didier. (1924-25).
- SCHUBIGER, M. (1970): *Introducción a la fonética*, Valladolid, Secretariado de Publicaciones Universidad de Valladolid, 1989.
- SHIRAI, K. (1992): «Articulatory model» en S. SAITO (ed.): *Speech Science and Technology*, Oxford, IOS Press, pp. 51-61.
- SIEVERS, E. (1976): *Grundzüge der phonetic*, Hildesheim, ed. George Holme.
- SPEECH RESEARCH LABORATORY, READING UNIVERSITY (1999): «The Reading EPG», <http://www.linguistics.reading.ac.uk/research/speehlab/epg>.

- STONE, M. y A. LUNDBERG (1994): «Tongue palate interactions in consonants vs.vowels», *Proceedings of the Third International Conference on Spoken Langage Processing*, Yokohama, pp. 49-52.
- STONE, M. y A. LUNDBERG (1996): «Three-dimensional tongue surface shapes of English consonants and vowels», *Journal of the Acoustical Society of America*, 99, 6, pp. 3728-3737.
- STRAKA, G. (1965): *Album phonétique*, Québec, Presses de l'Université Laval.
- UNGEHEUER, G. (1962): *Elemente einer akustischen. Theorie der Vokalarticulation*, Berlín, Springer.
- VIEREGGE, W. H. (1970): *Untersuchungen zur akustischen Artikulation der Plosivlaute*, Bibliotheca Phonetica, 10, Basel, Karger.
- WITTING, C. (1953): «New techniques of palatography», *Studia Linguistica*, 7, pp. 54-68.
- ZIEGLER, W. (1993): «Assessment Methods in Neurophonetics Speech Production», en A. Blanquen; J. Dittmann; H. Grimm; J. C. Marshall y C. W. Wallesch (eds): *Linguistic Disorders and Pathologies*, Nueva York, De Gruyer.