

**EL CINE-MRI APLICADO A LA DESCRIPCIÓN  
DE LAS SIBILANTES VASCAS**

ANA ELEJABEITIA ORTUONDO,  
Universidad de Deusto  
aelejabe@fil.deusto.es

ALEXANDER IRIBAR IBABE,  
Universidad de Deusto  
airibar@fil.deusto.es

ROSA MIREN PAGOLA PETIRENA,  
Universidad de Deusto  
rpagola@fil.deusto.es

## **RESUMEN**

Este trabajo presenta un análisis articulatorio, basado en cine-MRI, del momento fricativo de las sibilantes africadas del euskara (/tʂ/, /tʂ̺/, /tʂ̺̺/). Los resultados se comparan con los obtenidos en un trabajo anterior, realizado con la misma metodología, sobre las sibilantes fricativas (/ʂ/, /ʂ̺/, /ʂ̺̺/). Se esboza una descripción articulatoria experimental del subsistema vasco de sibilantes, que corrobora en lo fundamental la descripción tradicional, si bien la amplía y matiza en determinados aspectos.

Palabras clave: *descripción articulatoria, cine-MRI, sibilantes, euskara.*

## **ABSTRACT**

This paper presents an articulatory analysis, based on cine-MRI, of the fricative moment of the Basque sibilant affricates (/tʂ/, /tʂ̺/, /tʂ̺̺/). The results are compared with those obtained in a previous work on the sibilant fricatives (/ʂ/, /ʂ̺/, /ʂ̺̺/), following the same methodology. This work presents an experimental articulatory description of the Basque subsystem of sibilant, which broadly coincides with the traditional one, although it also extends and goes into more detail in that description.

Keywords: *articulatory description, cine-MRI, sibilants, basque language.*

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo es parte del resultado del proyecto de investigación DAREMOSE (*Descripción articuladora experimental y modelizada de los sonidos del euskara*)<sup>1</sup>. El proyecto se basa en una colección de grabaciones de cine-MRI<sup>2</sup> que refleja la articulación de los diferentes sonidos del euskara de seis informantes<sup>3</sup>. Se estableció una serie de parámetros articulatorios que permitieran describir la articulación de los distintos elementos, y se creó un *software* específico –denominado *DicomPas*– capaz de medir dichos parámetros directamente sobre las imágenes de cine-MRI.

Los parámetros articulatorios utilizados para el análisis de las sibilantes son los siguientes: área de las cavidades anterior y posterior a la constricción articuladora; distancia entre cuatro puntos articulatorios establecidos (alveolos, prepaladar, paladar medio y postpaladar) y la lengua. Primeramente, se analizaron los resultados correspondiente a las sibilantes fricativas<sup>4</sup>. En el presente trabajo se aborda la descripción del momento fricativo de las sibilantes africadas y se establecen las oportunas comparaciones con sus correspondientes fricativas.

La revisión de los puntos articulatorios de las sibilantes del euskara por medio de cine-MRI es uno de los objetivos de esta investigación, puesto que las principales descripciones articuladoras con procedimientos experimentales fueron realizadas en los años veinte y treinta del pasado siglo, con carácter dialectal y por medio de imágenes palatográficas y quimográficas. El sistema fonológico del euskara posee

---

<sup>1</sup> El proyecto ha contado con la financiación del Departamento de Educación, Universidades e Investigación del Gobierno Vasco durante el periodo 2005-2007 (código PI2004-1). El equipo investigador está formado por dos subequipos de la Universidad de Deusto: Fonetiker (los firmantes de este artículo) y PAS (*Procesado Avanzado de Señal*, <http://www.pas.deusto.es>).

<sup>2</sup> Las grabaciones se realizaron en las instalaciones de *Osatek* en el Hospital de Galdakao (Bizkaia) de Osakidetza (Servicio Vasco de Salud).

<sup>3</sup> Los informantes son: IO (hombre, 35 años, Bizkaia); AI (hombre, 42, Bizkaia); GM (hombre, 38, Gipuzkoa); AA (hombre, 40, Gipuzkoa); NL (mujer, 25, Gipuzkoa); AG (mujer, 22, Nafarroa).

<sup>4</sup> Estos resultados se presentaron en el IV Congreso de Fonética Experimental (Granada, 2008), y se han publicado en ELEJABEITIA, A.; IRIBAR, A.; PAGOLA, R.M. (2008). En dicho artículo puede consultarse con más detalle la metodología empleada, así como los resultados acerca de las fricativas, que por razones de espacio no pueden presentarse aquí.

un doble conjunto de sibilantes, fricativas y africadas, que se definen habitualmente de la manera que muestra la tabla 1:

	Alveolar dorsal	Alveolar apical	Prepalatal
Africada	/tʂ/ (<tz>)	/tʂ̺/ (<ts>)	/tʃ/ (<tx>)
Fricativa	/ʂ/ (<z>)	/ʂ̺/ (<s>)	/ʃ/ (<x>)

Tabla 1. Sistema de las sibilantes del euskara.

## 2. DESCRIPCIÓN ARTICULATORIA DE LAS AFRICADAS VASCAS

### 2.1. Parámetros de área de las cavidades

La tabla 2 muestra los datos medios de los seis informantes<sup>5</sup> correspondientes a las áreas –en mm<sup>2</sup>– de las cavidades anterior y posterior a la constricción de las consonantes africadas:

		Informantes					
		IO	AI	GM	AA	NL	AG
Área anterior	[tʂ]	853,48	913,62	530,47	677,55	963,34	891,02
	[tʂ̺]	583,82	-	513,59	462,00	548,98	673,77
	[tʃ]	490,02	799,91	386,05	299,70	513,25	602,01
Área posterior	[tʂ]	51,34	39,55	79,10	48,69	130,23	100,28
	[tʂ̺]	79,99	-	98,59	103,32	100,85	96,05
	[tʃ]	135,69	103,57	155,12	81,07	79,05	96,05

Tabla 2. Datos medios de las áreas anterior y posterior.

<sup>5</sup> Por motivos técnicos, no se recogieron las resonancias correspondientes a [tʂ̺] del informante AI.

Se aprecia una compensación entre las dos áreas, de modo que sus valores guardan una relación inversamente proporcional. No obstante, la proporción del área externa con respecto a la interna aumenta a medida que se atrasa el punto de articulación de la consonante, como muestra la figura 1<sup>6</sup>:

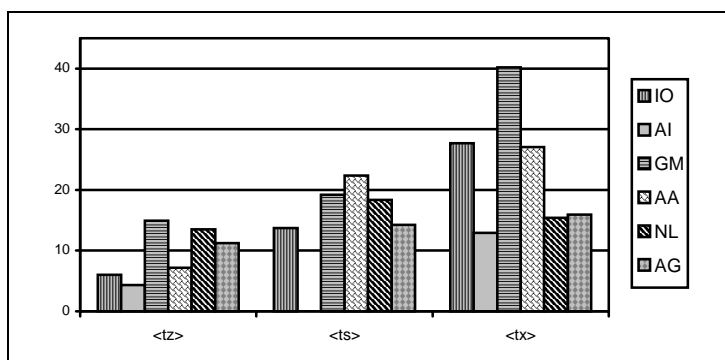


Figura 1. Relación entre las áreas externa e interna.

Los valores absolutos del área de la cavidad oral (es decir, de la anterior a la constricción) presentan grandes variaciones entre los informantes, probablemente por razones fisiológicas. Los valores de [tʂ] son, con mucho, los más concentrados.<sup>7</sup>

El área de la cavidad oral disminuye a medida que se atrasa el punto de articulación de la africana. Esta disminución puede observarse con más detalle en la figura 2, que calcula los valores de [tʂ] y [tʃ] en términos porcentuales con respecto a los de [tʂ]:

<sup>6</sup> También puede observarse que quienes se alejan en mayor medida de las tendencias apuntadas son las dos informantes femeninas (NL y AG).

<sup>7</sup> Los rangos de distribución de los valores son: 432,87 ([tʂ]), 211,77 ([tʂ]) y 500,21 ([tʃ]).

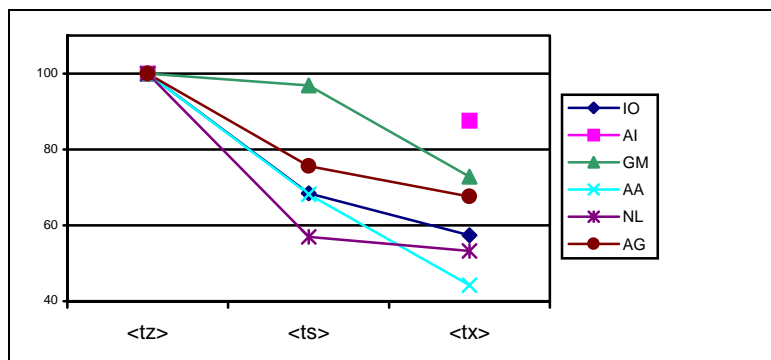


Figura 2. Relación entre las áreas de las tres africadas.

La disminución del área de la cavidad oral puede mostrar tres tendencias:

1. Distinción de los tres elementos (la disminución porcentual es proporcional para los tres elementos y las distancias en la gráfica son por tanto equidistantes): AA.
2. Distinción dorsal / no dorsal (la disminución se produce sobre todo de [tʂ] a [tʂ̺], mientras que las áreas de [tʂ̺] y [tʂ̺̺] son relativamente parecidas): IO – NL – AG.
3. Distinción palatal / no palatal (la disminución se produce sobre todo de [tʂ̺] a [tʂ̺̺], mientras que las áreas de [tʂ̺̺] y [tʂ̺̺̺] son relativamente parecidas): GM.

## 2.2. Parámetros de distancia de lengua

La tabla 3 muestra las medias de los informantes correspondientes a la distancia – en mm– de la lengua con las cuatro zonas articulatorias establecidas:

En general, los datos obtenidos en el parámetro de la distancia alveolos-lengua no permiten señalar tendencias claras: la distancia de [tʂ̺̺̺] es mayor que la de [tʂ̺̺̺̺] en tres informantes y menor en dos; la distancia de [tʂ̺̺̺̺] es mayor que la de [tʂ̺̺̺̺̺] en otros dos informantes y menor en tres; la distancia de [tʂ̺̺̺̺̺] es mayor que la de [tʂ̺̺̺̺̺̺]

en cuatro informantes y menor en dos. Sólo dos de ellos (IO y NL) muestran valores claramente distintos para las tres africadas, pero en distintos sentidos; GM y AA agrupan sus valores de modo contrario (palatal-no palatal vs. dorsal-no dorsal).

		alveolos	prepaladar	paladar	postpaladar
IO	[ts]	3,34	11,98	14,82	14,37
	[tʃ]	4,79	5,97	8,62	12,41
	[tʃ̺]	4,10	4,11	5,41	10,37
AI	[ts]	3,35	14,05	16,09	13,12
	[tʃ]	-	-	-	-
	[tʃ̺]	2,90	5,85	12,65	15,86
GM	[ts]	2,52	7,43	7,69	10,04
	[tʃ]	2,40	7,22	8,30	11,32
	[tʃ̺]	1,50	3,43	2,98	10,19
AA	[ts]	1,11	10,30	10,42	14,76
	[tʃ]	2,23	5,32	4,97	10,19
	[tʃ̺]	2,30	2,97	2,41	9,16
NL	[ts]	4,40	17,18	18,90	15,77
	[tʃ]	2,55	6,89	7,08	12,11
	[tʃ̺]	3,26	6,16	6,63	16,39
AG	[ts]	3,09	13,66	15,15	12,49
	[tʃ]	2,82	9,03	9,43	10,84
	[tʃ̺]	3,07	6,55	7,76	11,18

Tabla 3. *Datos medios de la distancia de lengua.*

La distancia prepaladar-lengua es menor a medida que se atrasa el punto de articulación de la africada. Salvo en el informante GM, se distinguen bien los tres elementos, si bien los valores de [tɬ] están más cercanos a los de [tʃ].

La distancia paladar-lengua es menor cuanto más atrasada es la africada, con la excepción del dato de [tɬ] en el informante GM. Más claramente que en el parámetro anterior, los datos de [tɬ] se aproximan a los de [tʃ]. Hay una gran diferencia entre las medidas de [tɬ] y [tʃ], salvo en el informante AI.

Las distancias postpaladar-lengua son, como en el parámetro alveolos-lengua, poco regulares: sólo disminuyen progresivamente en dos informantes (IO y AA), y el resto presenta un comportamiento variable.

En definitiva, los valores de las distancias de los extremos de la cavidad (alveolos y postpaladar) son menos regulares que los de la zona central (prepaladar y paladar medio). En esta zona central, pueden señalarse dos tendencias generales:

1. La distancia es menor cuanto más atrasado es el punto de articulación de la africada.<sup>8</sup>
2. Los valores de [tɬ] son algo más cercanos a los de [tʃ] que a los de [tɬ].

En la articulación de [tɬ], la distancia de lengua aumenta en todos los casos en gran medida de los alveolos al prepaladar. Del prepaladar al paladar medio, la distancia sigue aumentando, pero mucho menos.<sup>9</sup> Del paladar medio al postpaladar, la distancia puede aumentar (GM y AA) o disminuir (el resto), si bien nunca tanto como lo hace de los alveolos al prepaladar.

En la articulación de [tɬ], la distancia de lengua aumenta a medida que se atrasa la medida en la cavidad oral, salvo en el informante AA. Este aumento gradual se reduce en la zona media, del prepaladar al mediopaladar, con la excepción de IO.

---

<sup>8</sup> En el informante GM parece apuntarse una tendencia a distinguir sólo dos órdenes: palatal-no palatal.

<sup>9</sup> En los informantes GM y AA, los valores son prácticamente idénticos.



El mayor aumento se registra claramente en la zona posterior en dos casos (IO y AA), tiene valores cercanos a la anterior en otros dos (GM y NL) y en un caso (AG), por el contrario, el mayor aumento se registra en la zona anterior.

En la [tʃ], en términos generales, las distancias de lengua varían poco hasta la zona mediopalatal, a partir de la cual aumentan considerablemente. No obstante, también se producen aumentos sensibles –pero de menor cuantía– en la zona inmediatamente anterior en dos informantes (NL y AG). Por otra parte, el informante AI presenta un aumento progresivo de la abertura a lo largo de toda la cavidad.

### 2.3. Modelización de la cavidad oral

La figura 3 representa la forma modelizada de la cavidad oral de los seis informantes, partiendo de los datos de distancia de lengua<sup>10</sup>.

Las gráficas que incluye esta figura 3, al mostrar las diferentes configuraciones y tamaños de la cavidad oral de los informantes en las tres africadas, refrendan las observaciones realizadas anteriormente, que pueden resumirse del siguiente modo:

1. La africada [tʃ] presenta el área mayor, y el punto de constricción más adelantado.
2. El área de [tʃ] es menor que la de [tʃ] y algo mayor que la de [tʃ] y su forma es más semejante a la de esta última, salvo en un informante (GM).
3. El área de [tʃ] es la menor y su punto de constricción es el más atrasado.

<sup>10</sup> Los datos han sido colocados en torno a un eje simétrico correspondiente a 10 mm. En el eje de abscisas están situados los cuatros puntos medidos: alveolos, prepaladar, paladar medio y postaladar. El trazo continuo con los valores marcados por ■ corresponde a la africada [tʃ]; el trazo discontinuo con ♦, a [tʃ]; el trazo en gris con ▲, a [tʃ].

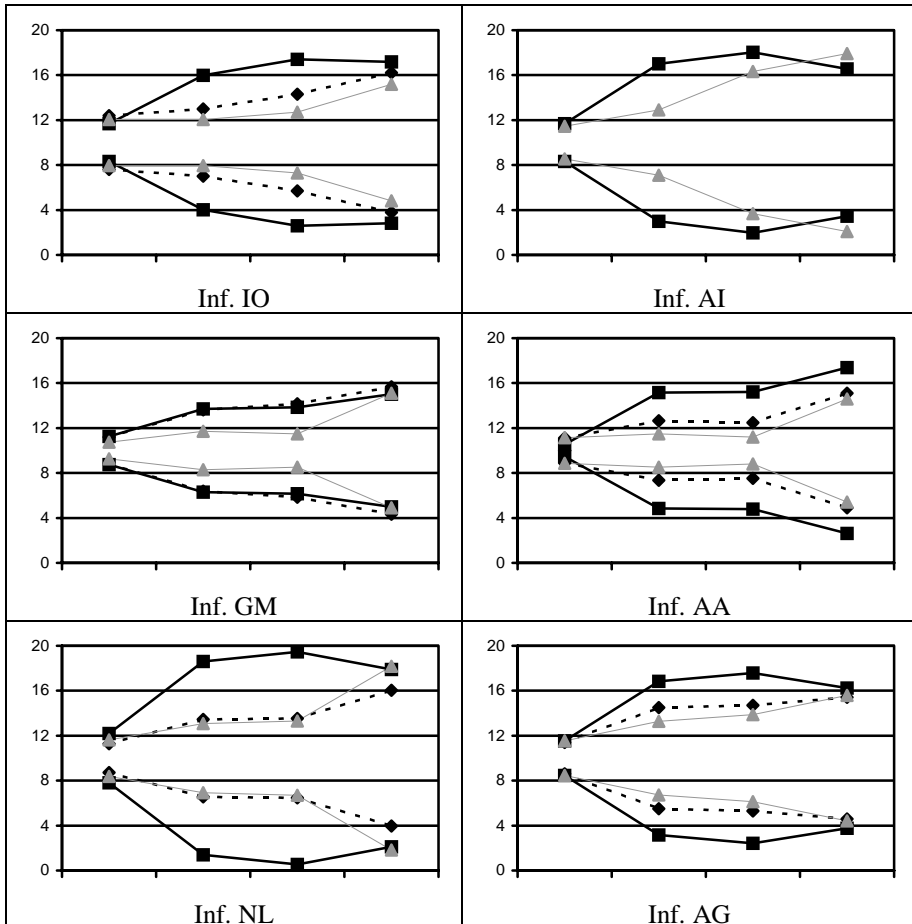


Figura 3. Forma modelizada de la cavidad oral.

### 3. COMPARACIÓN ENTRE LAS SIBILANTES AFRICADAS Y FRICATIVAS

En este apartado se comparan los resultados del análisis de las consonantes africadas con los de sus correspondientes fricativas (Elejabeitia, Iribar y Pagola, 2008).

Las diferencias entre las áreas de la cavidad oral de africadas y fricativas son, en general, pequeñas y poco regulares. Por una parte, sólo dos informantes presentan una tendencia constante en los tres puntos articulatorios;<sup>11</sup> por otra, ninguno de los tres guarda una relación constante entre fricativa y africada.

Las distancias de lengua/paladar de las africadas se diferencian más de las de las fricativas correspondientes en la zona anterior de la cavidad (alveolos y prepaladar), y menos a medida que se retrocede en la cavidad (paladar medio y postpaladar).

En general, las diferencias entre fricativas y africadas de las distancias de lengua/paladar presentan tendencias poco regulares. En los casos en los que la diferencia es acusada (esto es, supera el 40 %), las distancias de las africadas son menores que las de las fricativas correspondientes la mayoría de las veces. Del conjunto de las africadas, [tʂ] es la que más se diferencia.

De la comparación entre los tres pares de elementos, se observan las tendencias siguientes:

1. Las distancias de [tʂ] son menores que las de [ʂ] en los alveolos, pero aumentan a medida que se atrasa la cavidad, de modo que, en general, las distancias de la africada son mayores.
2. [tʂ] presenta una cavidad oral más estrecha que [ʂ] hasta el postpaladar, donde las medidas vienen a ser equivalentes.
3. Parece, por tanto, que hay una misma tendencia general en [tʂ] y [ʂ]: mayor estrechamiento que la fricativa correspondiente en los alveolos; a medida que se retrocede en la cavidad, esa diferencia desaparece ([tʂ]) o incluso invierte su signo ([ʂ]).
4. En cuanto a la pareja palatal, la zona mediopalatal es la única en la que se registra una tendencia regular: en todos los informantes, la distancia es mayor en [tʃ].

---

<sup>11</sup> En AG y AI, el área de las africadas es siempre mayor que la de las fricativas. No obstante, hay que tener en cuenta que en AI no puede hacerse la comparación [ʂ]-[tʂ].

---

Si se atiende a la forma de la cavidad oral que resulta de las cuatro medidas consideradas, puede establecerse una comparación entre las tres parejas consonánticas en los siguientes términos:

1. Tanto en [s] como en [ts], la distancia menor está en los alveolos, y la mayor diferencia de abertura se produce desde ese punto hasta el prepaladar, a partir del cual las distancias crecen o disminuyen dependiendo de los informantes<sup>12</sup>, no del modo de articulación. La mayor abertura se localiza entre el paladar medio y el postpaladar.<sup>13</sup>
2. En la pareja [ʃ] y [tʃ], la distancia menor está siempre en los alveolos, pero la mayor diferencia de abertura no se produce siempre desde los alveolos al prepaladar, sino que puede también registrarse en la zona más atrasada (del paladar al postpaladar).<sup>14</sup> La distancia mayor se localiza – aunque no de modo general– en el postpaladar.
3. En todos los casos, la distancia menor se localiza en los alveolos y se mantiene con pocas variaciones hasta el paladar medio.<sup>15</sup> Desde este punto hasta el postpaladar, donde se localiza la abertura máxima en todos los casos, se produce la mayor diferencia de abertura.<sup>16</sup>

Para ilustrar la comparación, se muestra en la figura 4 un ejemplo de cada sibilante mediante imágenes de MRI correspondientes a tres informantes:

---

<sup>12</sup> Aumenta en IO, GM y AA y disminuye en AI, NL y AG.

<sup>13</sup> Sólo la fricativa [s] de las informantes femeninas presenta la mayor abertura en el prepaladar.

<sup>14</sup> Sucede así en AA y en la africada de NL.

<sup>15</sup> Sólo hay una excepción clara a esta tendencia: AI. Los informantes NL y AG presentan una aumento ligero de la abertura. Un poco más IO (en [ʃ]).

<sup>16</sup> El informante AI es, como en la nota anterior, la excepción.

Figura 4. *Imágenes de MRI.*

#### 4. CONCLUSIONES

Se presentan seguidamente las principales conclusiones del análisis realizado, que serán revisadas a la luz de los datos obtenidos tras el análisis de nuevos parámetros articulatorios.

De manera general, las medidas de área de las cavidades anterior y posterior a la constricción articulatoria presentan una relación inversamente proporcional, tanto en fricativas como en africadas.

Tanto en fricativas como en africadas, el punto de articulación se relaciona con el área de la cavidad oral (la anterior a la constricción), que es menor cuanto más atrasada sea la sibilante, si bien los valores de este parámetro no siempre diferencian con claridad los tres puntos articulatorios.

Respecto a la abertura de la cavidad oral, la distancia articulatoria menor se sitúa siempre en los alveolos. La mayor tiende a situarse en el postpaladar, de manera más general cuanto más trasera es la sibilante: siempre en [ʃ]-[tʃ], mayoritariamente en [s̺]-[t̺s̺] y en la mitad de los casos [s]-[ts].

En general, la mayor variación de la abertura entre los puntos medidos se sitúa de un modo fijo, que depende de la pareja de sibilantes: entre los alveolos y el prepaladar en [s]-[ts], en el mismo lugar, pero de manera menos regular en [s̺]-[t̺s̺], y entre el paladar medio y el postpaladar en [ʃ]-[tʃ].

Los parámetros analizados no muestran diferencias significativas entre fricativas y africadas. Las que se producen, se deben principalmente a los propios informantes, sin que por ello pueda apuntarse una distribución diatópica ni de otra índole.

Los resultados obtenidos hasta el momento no invalidan la descripción articulatoria tradicional de las sibilantes vascas, aunque añaden la posible coexistencia de más de un modelos articulatorio para cada par de la serie:

1. Par /s/-/ts/ alveolar y, en algunos informantes, ocasionalmente dentoalveolar. El carácter dorsal de la articulación no es claro en todos los informantes.
2. Par /s̺/-/t̺s̺/ alveolar, que ocasionalmente puede retrasarse hacia la articulación postalveolar, preferentemente en el elemento africado. El carácter apical de la articulación no es claro en todos los informantes; en algunos, por otra parte, se observa cierta retroflexión, algo más clara en las fricativas.
3. Par /ʃ/-/tʃ/ prepalatal, con una aproximación linguo-palatal variable, tanto en la zona como en la extensión, puesto que se registran diferentes configuraciones linguales, dependiendo de los informantes.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALONSO, A. (1923): «Consonantes de timbre sibilante en el dialecto vasco baztanés», *3er. Congreso de Estudios Vascos*, Imprenta de la Diputación de Guipúzcoa, San Sebastián, pp. 58-64.
- ELEJABEITIA, A.; A. IRIBAR y R. M. PAGOLA (en prensa): «Nuevos datos acerca de la articulación de las sibilantes vascas», *Language Design*, vol. 9.
- LARRASQUET, J. (1932): «Phonetique basque de Larraja (Quartier de Barcus)», *RIEV*, XXIII, pp. 153-191.
- NAVARRO TOMÁS, T. (1923): «Observaciones fonéticas sobre el habla de Guernika», *3er. Congreso de Estudios Vascos*, San Sebastián, pp. 49-56.
- NAVARRO TOMÁS, T. (1925): «Pronunciación guipuzcoana», *Homenaje a Menéndez Pidal*, III, pp. 593-653.