

**LOS INVARIANTES ACÚSTICOS Y EL PUNTO DE
ARTICULACIÓN DE LAS OCLUSIVAS EN ESPAÑOL: UNA
REVISIÓN DE LAHIRI, GEWIRTH Y BLUMSTEIN (1984)**

XAVIER VILLALBA
*Laboratori de Fonètica, Facultat de Filologia
Universitat de Barcelona*

RESUMEN

El principal objetivo de este artículo es estudiar si el invariante acústico propuesto por Lahiri, Gewirth y Blumstein (1984) para distinguir el punto de articulación de las consonantes oclusivas se puede extender al español. Ello daría más base empírica a la hipótesis que afirma la existencia de tales invariantes (universales). Para determinarlo se ha reproducido de la manera más fiel posible el experimento de Lahiri, Gewirth, y Blumstein (1984) con datos del español. Desafortunadamente, los resultados no confirmaron la propuesta: la clasificación fue correcta tan sólo para un 56% de los estímulos (frente al 91,5% del estudio original). Únicamente la [p] presentó un grado de clasificación aceptable (el 84%).

ABSTRACT

The main goal of this paper is to study whether the acoustic invariant proposed by Lahiri, Gewirth, and Blumstein (1984) for determining the place of articulation in stop consonants may be extended to Spanish. If so, the hypothesis claiming for the existence of (universal) acoustic invariants would receive an empirical support. In order to do so, the experiment of Lahiri, Gewirth, and Blumstein (1984) has been reproduced, as exactly as possible, with data from Spanish. Unfortunately, the proposal did not receive confirmation: the correct classification rate was 56% for all the stimuli (which contrasts with the 91,5% of the original study). Only [p] showed an acceptable correct classification rate (84%).

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este trabajo es el de comprobar la validez de la hipótesis de Lahiri, Gwirth i Blumstein (1984) -a partir de ahora LGB- sobre los invariantes acústicos que permiten distinguir las consonantes oclusivas labiales de las consonantes oclusivas dentales. Para poder hacerlo hemos reproducido el experimento de LGB con datos del español, de manera que nos ha sido posible ver el grado de universalidad de la hipótesis de LGB.

La distribución del trabajo es la siguiente. En el primer apartado se hace una descripción pormenorizada de la hipótesis de LGB así como del experimento llevado a cabo para validar sus predicciones. En el apartado siguiente nos ocupará la descripción de las condiciones del experimento con datos del español. En el tercer apartado se exponen y analizan los resultados del experimento. Finalmente, en el último apartado se extraen algunas conclusiones relevantes.

1. LAHIRI, GEWIRTH Y BLUMSTEIN (1984)

1.1. Hipótesis inicial

En LGB se sigue la línea de los primeros análisis de invariación acústica (Stevens y Blumstein, 1978, Blumstein y Stevens, 1979), según los cuales en las zonas inmediatas a la explosión de la oclusiva se encuentra la información necesaria para percibir el punto de articulación. No obstante, a diferencia de esos primeros estudios, donde era la forma del espectro en la proximidad de la barra de explosión lo que decidía el punto de articulación (difuso descendente/plano para las labiales, difuso/ascendente para las alveolares, y compacto para las velares), en este trabajo aparece, siguiendo a Kewley-Port (1983), el factor tiempo como elemento relevante. En concreto, la hipótesis de LGB es que son los cambios en la distribución de la energía acústica en la proximidad de la barra de explosión lo que determina el punto de articulación: las oclusivas labiales presentarían pequeños cambios en la distribución de la energía tanto en las frecuencias altas como en las bajas; las dentales y alveolares, en cambio, presentarían pequeños cambios en la distribución de la energía en las frecuencias bajas pero grandes cambios en las frecuencias altas.

1.2. Métrica

El análisis de los enunciados se llevó a cabo mediante un espectro de tipo LPC con una ventana de tipo *Hamming* de 10 ms. La ventana se situó al inicio de la explosión, excluyendo, en el caso de las oclusivas sonoras, la parte de pre-sonorización. En el caso de las oclusivas sordas, la larga duración obligó a mover la ventana en intervalos de 10 ms. Por lo que se refiere a la vocal, se tomaron los valores para las tres primeras vibraciones glotales.

A continuación se calculó la media de los valores de F2 y F4 de la explosión por un lado y de las tres vibraciones glotales por el otro. Estos valores determinaron dos funciones lineales, que indicaban la distribución total de la energía acústica (véase la Figura 1). Estas funciones lineales se interseccionaban con dos líneas de calibración situadas de forma arbitraria a 1500 y 3500 Hz (representando las bajas y altas frecuencias respectivamente) y daban cuatro valores, que representaban la energía acústica de la explosión y del inicio de la vocal en las bajas y altas frecuencias. Los puntos *c* y *a* representan los valores de la amplitud en las bajas frecuencias para las tres primeras vibraciones glotales y para la explosión respectivamente. Los puntos *d* y *b* lo mismo pero para las altas frecuencias. Así pues $(c-a)$ y $(d-b)$ nos indican el cambio en la distribución de la energía entre la explosión y el inicio de la vocal. Pero en vez de expresarlo de forma absoluta -esto es, como $(d-b)-(c-a)$ -, se expresará en forma de *ratio*, es decir, como $(d-b)/(c-a)$. De esta forma se consiguen expresar las diferencias de energía en relación con la frecuencia.

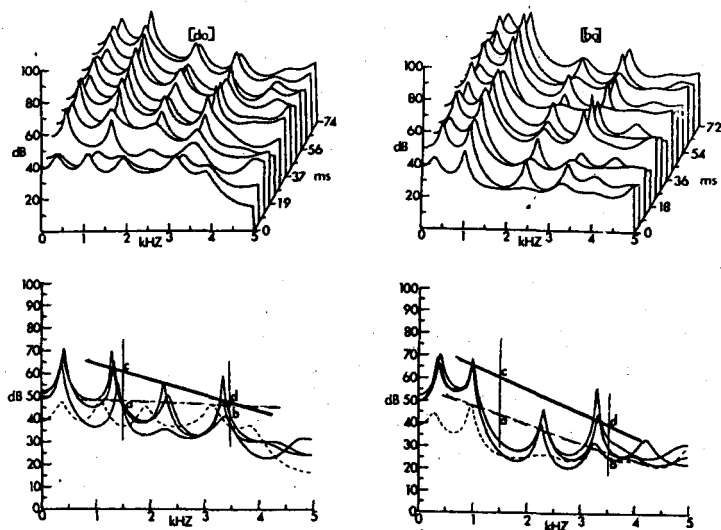


Figura 1

El diferente valor de la *ratio* sirvió para distinguir las labiales de las dentales/alveolares:

- LABIAL: - ratio > 0,5
 - ratio negativa (denominador negativo)
- DENTAL/ALVEOLAR: - ratio < 0,5
 - ratio negativa (numerador negativo)

1.3. Resultados

La aplicación de esta métrica se realizó en 493 oclusivas del francés (298), el inglés (100) y el malabar (95) y obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 1: resultados totales (en %) [datos de LGB].

	bilabial	dental	alveolar	total
francés (298)	86	88	---	87,0
inglés (100)	98	---	94	96,0
malabar (95)	84	100	91	91,6
total	89,3	94,0	92,5	91,5

2. LAS OCLUSIVAS DEL ESPAÑOL

En vista de estos resultados tan esperanzadores, se decidió reproducir el experimento con datos del español. El cambio de lengua no habría de tener ninguna importancia si la métrica descrita caracterizase de manera correcta un invariante acústico. El experimento se desarrolló de la siguiente manera.

2.1. Método

Un informante masculino produjo un total de 100 oclusivas labiales y dentales en contexto postnasal y pretónico en interior de palabra (es decir, [+nasal]___'V). Cada oclusiva fue realizada cinco veces delante de cada una de las cinco vocales. A continuación se analizaron los estímulos siguiendo la métrica de LGB. Para ello se usó el sonógrafo DSP Sona-Graph 5500 de la casa Kay Elemetrics Corporation. En concreto, se analizaron los estímulos con el menú 14, que nos proporcionaba: (i) un espectrograma con un rango de

4000 Hz, una memoria de 8 segundos y una ventana de análisis de tipo 'hamming'; (ii) un oscilograma de la onda sonora; y (iii) un análisis de la intensidad entre los cursores con un rango de 4000 Hz, una memoria de 8 segundos y una ventana de análisis de tipo 'hamming'. Los estímulos se reprodujeron a una intensidad de 50 dB, excepto en el caso de algunas vocales labializadas que fueron reproducidas a 45 dB para evitar distorsiones.

Las oclusivas fueron segmentadas, siguiendo a LGB, en intervalos de 10 ms, sin tener en cuenta la pre-sonorización. Por lo que se refiere a la vocal, se tuvieron en cuenta las tres primeras vibraciones glotales. Los cálculos se efectuaron de la manera ya descrita en el apartado 1.2.: se calculó la media de los valores de F2 y F4 para los segmentos de la oclusiva (si había más de uno) y para las tres primeras vibraciones glotales. A partir de los valores (medios) de F2 y F4 calculamos la función lineal de la distribución de energía de la oclusiva y de la vocal. A continuación, se calcularon los valores de las funciones lineales resultantes para 1500 y 3500 Hz. Con estos valores pudimos calcular la *ratio* correspondiente a cada oclusiva.

2.2. Resultados

Los resultados obtenidos se encuentran expresados en las siguientes tablas:

Tabla 2: resultados totales (en %).

	[p]	[b]	[t]	[d]
labial	84	60	60	60
dental	16	40	40	40

Tabla 3: resultados de [p] según vocales (en %).

	[kam'pina]	[kam'pena]	[kam'pana]	[kam'pona]	[kam'puna]
labial	100	100	100	80	40
dental	0	0	0	20	60

Tabla 4: resultados de [b] según vocales (en %).

	[kam'bina]	[kam'bena]	[kam'bana]	[kam'bona]	[kam'buna]
labial	100	100	80	0	20
dental	0	0	20	100	80

Tabla 5: resultados de [t] según vocales (en %).

	[kan'tina]	[kan'tena]	[kan'tana]	[kan'tona]	[kan'tuna]
labial	80	40	100	80	0
dental	20	60	0	20	100

Tabla 6: resultados de [d] según vocales (en %).

	[kan'dina]	[kan'dena]	[kan'dana]	[kan'dona]	[kan'duna]
labial	80	80	100	40	0
dental	20	20	0	60	100

2.3. Comentario

Resulta bastante claro a primera vista que la métrica seguida en este estudio no clasifica de manera correcta las consonantes oclusivas: aunque obtiene un buen tanto por ciento para [p] -un 84%-, el tanto por ciento de [b] es muy discreto -un 60%- y el de [t] y [d], es claramente malo -un 40% en ambos casos. De hecho hay una clara tendencia a clasificar como labiales las oclusivas dentales. Este es de hecho el problema que subyace a la mayoría de los estudios sobre el punto de articulación (véase LGB [págs. 391-394] para un breve repaso a los intentos de clasificación previos). Además, si tenemos en cuenta los resultados en función de la vocal siguiente (tablas 3-6), vemos como la métrica presenta grandes variaciones dependiendo de la vocal: las oclusivas seguidas de vocales no labializadas se clasifican en un elevado tanto por ciento como labiales, mientras que las oclusivas seguidas de las dos vocales labializadas tienden a ser clasificadas como dentales [la tendencia es mucho más clara en el caso de [u] que en el de [o]]. Este comportamiento, no concuerda con las expectativas iniciales, ya que si la métrica pretende reflejar una propiedad invariante no tendría que estar influida por el contexto vocálico.

3. CONCLUSIONES

La conclusión más significativa que podemos extraer de este estudio es que la propuesta de LGB de considerar las variaciones en la distribución de la energía en la proximidad a la barra de explosión como el invariante acústico que subyace al punto de articulación de las oclusivas no puede aceptarse para el español. Evidentemente, ello permite dudar de forma razonable del carácter universal del invariante propuesto.

4. REFERENCIAS

- BLUMSTEIN, S.E. & STEVENS, K.N. 1979. "Acoustic invariance in speech production: Evidence from measurements of the spectral characteristics of stop consonants", *Journal of the Acoustic Society of America* 66, págs. 1001-1017.
- KEWLEY-PORT, D. 1983. "Time-varying features as correlates of place of articulation in stop consonants", *Journal of the Acoustic Society of America* 73, págs. 322-335.
- LAHIRI, A., GEWIRTH, L. & BLUMSTEIN, S.E. 1984. "A Reconsideration of Acoustic Invariance for place of articulation in stop diffuse consonants: Evidence from a cross-language study", *Journal of the Acoustic Society of America* 76, págs. 391-404.
- STEVENS, K.N. & BLUMSTEIN, S.E. 1978. "Invariant cues for place of articulation in stop consonants", *Journal of the Acoustic Society of America* 64, págs. 1358-1368.