

**ESTUDIO ACÚSTICO DE LAS CONSONANTES NASALES DEL
ESPAÑOL**

MARISOL GARCÍA.
Departamento de Idiomas,
Universidad de Los Andes

MANUEL RODRÍGUEZ
Facultad de Ingeniería,
Universidad de Los Andes

RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo la descripción acústica de las consonantes nasales en contacto con las vocales, utilizando varias técnicas conocidas. Se utilizó un corpus conformado por una muestra de 18 informantes (9 hombres y 9 mujeres), quienes leyeron un texto en el que aparecen 15 oraciones con las 15 combinaciones intervocálicas con la misma vocal a ambos lados. En un caso, los datos obtenidos fueron: frecuencia de los formantes, ancho de banda, y duración. En otros enfoques para la distinción de la nasal bilabial [m] de la nasal alveolar [n], se aplicó la propuesta de Stevens y Blumstein (1979) basada en la tipología del espectro LPC y la propuesta de Kurowski y Blumstein (1987) que se centra en la energía relativa en diferentes rangos de frecuencia. Los resultados arrojan una clara clasificación de la nasal palatal [ɲ] en base a la transición de los formantes; en cambio, de las técnicas revisadas, ninguna permite distinguir consistentemente una nasal bilabial de una alveolar.

ABSTRACT

The aim of this study is the acoustical description of the nasal consonants in contact with vowels using known techniques. The corpus consists of the speech of 18 persons (9 males and 9 females), each of which read 15 sentences in which appeared the 15 combinations of the three Spanish nasal consonants with the five Spanish vowels, with the same vowel before and after the nasal consonant. In one case, the following parameters were obtained: formant frequency and bandwidth, formant transitions, and duration. Alternative studies for distinguishing nasals applied Stevens and Blumstein's (1979) method, based on the overall shape of the LPC spectrum, and also Kurowski and Blumstein's (1987) proposal, based on energy relationships in two frequency ranges of the LPC spectrums before and after the transition. Our study concludes that the

palatal nasal [ɲ] is easily distinguished by the formant transitions, but no technique consistently separates the bilabial nasal from the alveolar one.

1. INTRODUCCIÓN.

The perceptual impression of nasal sounds is somehow substantially different from that of other speech sounds.

Fujimura

Las consonantes nasales por su importancia en el esquema sonoro, como lo afirma Jackobson (1987), han sido y siguen siendo objeto de profundo análisis. Los estudios acústico-perceptuales sobre estas consonantes han estado dirigidos a resolver la cuestión de la distinción del lugar de articulación a partir de elementos acústicos invariables.

Los estudios experimentales de los fonos españoles son de reciente data. Las investigaciones que conocemos sobre estudios acústicos de las consonantes nasales españolas provienen de un pequeño número de investigaciones (Quilis, 1981; Olabe Basogan, 1983; Massone, 1988; Albalá, 1992; Obediente y Rodríguez, 1993).

Las investigaciones realizadas en otras lenguas han estado centradas en el predominio del murmullo nasal y/o en las transiciones formánticas como señales perceptuales para la distinción del lugar de articulación de estas consonantes. En un comienzo las investigaciones siguieron, básicamente,

dos direcciones: a) **hacia el rol del murmullo** (Pickett, 1965; Delattre, 1968; Mermelstein, 1977; Larkey et al., 1978) y b) **hacia el papel de las transiciones** (Cooper et al., 1952; Libermann et al., 1954; Miller, 1977; Larkey et al., 1978). En el primer grupo mencionado, las investigaciones concluyeron en que la influencia del murmullo en la distinción del lugar de articulación era relativamente pequeña y que su importancia residía en ser indicador de modo de articulación. En el segundo grupo de investigaciones, los resultados indicaron que la transición formántica es el indicador del lugar de articulación de estas consonantes.

Por otro lado, las investigaciones perceptuales de Malécot, 1956; Recasens, 1983 y Kurowski y Blumstein, 1984 han propuesto la unión de ambos elementos, es decir murmullo y transiciones, como elementos determinantes para la distinción de las nasales. Las investigaciones de Malécot y Recasens han mostrado que las transiciones son las que tienen mayor peso en la identificación perceptual pero que el murmullo posee una pequeña cantidad de información del lugar de articulación.

Kurowski y Blumstein (1984: 384,389), diferenciándose de los investigadores anteriores, afirman que los análisis acústicos de los murmullos nasales realizados por House (1957), Fant (1960) y Fujimura (1962) han demostrado que hay diferencias acústicas sistemáticas en el murmullo que dependen del lugar de articulación. En los resultados de su investigación, Kurowski y Blumstein (1984) comprobaron que el murmullo nasal contiene tanta información como las transiciones para la percepción del lugar de articulación. Otra de sus conclusiones es que el murmullo y las transiciones están integrados de manera tal que forman una propiedad acústica invariable de la que se pueden derivar patrones acústicos inherentes al lugar de articulación.

Estos estudios han contribuido a caracterizar las consonantes nasales, sin embargo debido a las diferencias encontradas entre ellos hemos

considerado necesario hacer una revisión de los mismos y un nuevo intento de caracterización de esta clase de sonidos.

El trabajo siguiente se divide en dos partes así: 1) en las secciones II y III, abordamos los parámetros más tradicionales como los formantes, sus anchos de banda, sus transiciones, y duración, mientras que 2) en las secciones IV y V, nos dedicamos a los enfoques más recientes expuestos por Stevens y Blumstein (1979) y Kurowski y Blumstein (1987).

2. ANTECEDENTES UTILIZANDO PARÁMETROS TRADICIONALES

Las explicaciones sobre la distinción del punto de articulación de las consonantes nasales han estado centradas en dos elementos acústicos: el murmullo y la dirección de las transiciones vocálicas. Sobre la distinción del lugar de articulación las posiciones de los investigadores son divergentes:

A) En relación con las frecuencias de los formantes nasales.

Quilis es el único investigador que afirma que la distinción de las nasales [m n ɲ] se debe a diferencias de frecuencias, es decir, de la distribución de éstas en el espectro; de allí, que distingue a la nasal bilabial [m] como grave, la nasal alveolar [n] como no aguda/no grave y la nasal palatal [ɲ] como aguda. Contrastemos los resultados de los valores promedios de las frecuencias de los formantes de la nasal en posición intervocálica provenientes de las investigaciones realizadas (véase Tabla N° 1).

En la tabla N° 1 se constatan diferencias significativas, en la mayoría de los casos, entre los valores promedios de los formantes de las distintas investigaciones.

	[m]			[n]			[ɲ]		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3
Quilis	270	1020	1990	361	1400	2372	292	1630	2420
Olabe	475	900	2300	550	1450	2200	750	2300	2700
Massone	330	1000		330	1000		400	1100	2300
Albalá	480	1052	2320	480	1052	2240	480	1004	2400
Obediente Rodríguez	242	1128	2291	295	1378	2695	280	1254	2311

Tabla Nº 1: Valores promedios de la nasal intervocálica española en las investigaciones realizadas.

2) En lo concerniente a la dirección de las transiciones formánticas.

Los investigadores reconocen a la transición del primer formante (T1) como la responsable del modo de articulación, ya que en todos los contextos es negativa. En relación con el punto de articulación los criterios varían. Contrastemos los resultados de las direcciones de las transiciones vocálicas en las investigaciones de Quilis, Massone y Albalá (Véase Tablas Nº 2,3 y 4).

i) Quilis no establece la distinción de las nasales a partir de las transiciones vocálicas. Sin embargo, hace unas observaciones en cuanto a ellas que nos parecen pertinente mencionar por la comparación que podemos establecer entre estos resultados y los del resto de investigadores:

- Las transiciones del F1 (T1) son negativas en todos los contextos.
- La existencia de algunas fluctuaciones entre la no transición o una transición muy leve en los siguientes casos: a) T3 de [ma], b) T2 de [n] (no transición o transición negativa en todos los contextos), c) T3 de [ɲ^o, ɲ^u] (la transición fluctúa entre negativa y positiva).

	i		e		a		o		u	
	T2	T3	T2	T3	T2	T3	T2	T3	T2	T3
[m]	-	-	-	-	-	=	-	=	-	=
[n]	-	-	-	-	-	=	+	-	+	-
[ɲ]	=	=	+	+	+	+	+	-	+	-

Tabla N° 2: Dirección de las transiciones vocálicas (Quilis, 1988:217).

ii) Massone plantea que la distinción está determinada por la transición del segundo formante vocálico (T2).

	i		e		a		o		u	
	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2
[m]	=	+	=	+	=	+	=	+	=	+
[n]	=	-	=	-	=	+	=	+	=	+
[ɲ]	=		=		=		=		=	

Tabla N° 3: Dirección de las transiciones vocálicas (Massone, 1988).

Con respecto a la nasal palatal [ɲ] acota que no presenta variación según el contexto fonético y, al contrario de Navarro Tomás, afirma que esta nasal se articula en dos momentos sucesivos: “una oclusión que corresponde al murmullo nasal seguida de una breve constricción que sería el elemento palatal [j]” (Massone, 1988:20). Esta afirmación está basada en las observaciones de los espectrogramas, a partir de los cuales concluye que la nasal palatal presenta un estado estable con la vocal adyacente y que no hay transiciones entre este segmento y el elemento vocálico que lo constituye. Sin embargo, menciona un cambio lento en las frecuencias del

elemento palatal hacia los formantes de la vocal. Este cambio tiene una duración de 9,4 ms.

iii) Albalá sostiene que son las transiciones del segundo y tercer formante (T2 y T3) los indicadores del punto de articulación (Véase Tabla N° 4).

	i		e		a		o		u	
	T2	T3	T2	T3	T2	T3	T2	T3	T2	T3
[m]	-	-	-	-	-	-	-	=	-	=
[n]	-	-	-	-	=	=	+	-	+	-
[ɲ]	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-

Tabla N° 4: Dirección de las transiciones vocálicas (Albalá, 1992:49).

Albalá observa en estas transiciones que la nasal bilabial [m] converge hacia transiciones negativas, excepto con las vocales posteriores en las que generalmente no hay transición del tercer formante (T3). En la nasal alveolar [n], tienden hacia una frecuencia intermedia, con ausencia de transición con la vocal central [a] y con dirección negativa la T3 con las vocales anteriores [i-e] y positiva la T2 con las vocales posteriores [o u]. En la nasal palatal [ɲ], la mayoría son positivas, excepto la T2 de las vocales posteriores (Albalá, 1993:49).

iv) Rodríguez propone la consideración del intervalo existente entre la zona estable de la vocal no nasalizada (Figura 1, Fase 1) y la zona estable del murmullo nasal (Figura 1, Fase 4), período en el que se aprecian dos transiciones, una lenta correspondiente a la nasalización de la vocal (Figura 1, Fase 2), y otra rápida en la frontera entre la vocal y la consonante (Figura 1, Fase 3) (Obediente y Rodríguez, 1993:13).

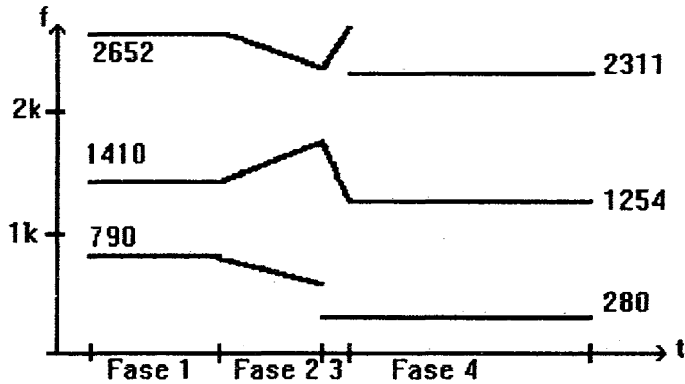


Figura 1. Transición de los Formantes, [añ].

En vista de esta diversidad de criterios en torno al punto de articulación de las nasales nos propusimos corroborar la validez de cada uno de estos criterios con una muestra mayor que la utilizada por los investigadores antes mencionados (Quilis = ?, Massone = 2 informantes masculinos, Albalá = 8 informantes mujeres y hombres) y con un equipo altamente tecnificado para el análisis de la voz, el CSL (Computerized Speech Lab de la Kay Elemetrics).

3. NUESTROS ESTUDIOS DE LOS PARÁMETROS TRADICIONALES.

A.) El corpus. La muestra está compuesta por 18 informantes (9 hombres y 9 mujeres) procedentes de la ciudad de Mérida-Venezuela. A partir de un texto escrito, que incluye 15 frases portadoras, se extrajeron las consonantes nasales [m n ñ] en posición intervocálica, con la misma vocal a ambos lados [i e a o u]. La lectura de este texto fue grabada y procesada por el CSL.

B) El procedimiento. Los elementos acústicos tomados en cuenta para el análisis fueron:

- La frecuencia, anchos de banda e intensidad de los formantes nasales. Estos parámetros se extrajeron del espectro LPC tomado en la mitad del segmento nasal.
- La duración del segmento nasal.
- La dirección de las transiciones en la combinación silábica VC y CV.

C) Resultados

i. En cuanto a las frecuencias de los formantes tenemos que la nasal palatal [ɲ] presenta las frecuencias más altas seguidas de la nasal alveolar [n] y la nasal bilabial [m] (Gráfico N°1).

	[m]			[n]			[ɲ]		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>Formantes</i>	298	1369	2338	318	1612	2468	296	1616	2580
<i>Anchos de Banda</i>	92	377	333	113	306	334	87	344	361

Gráfico N° 1: Distribución de las frecuencias de las nasales intervocálicas.

ii) En relación con la dirección de los formantes, observamos en la Tabla N° 5 una gran variabilidad que no permite determinar qué tipo de dirección se produce y por consiguiente no se puede definir el punto de articulación a partir de ellas. Sin embargo, quedan un gran número de contextos vocálicos en las que éstas están claramente especificadas.

(VCV)	Trans.	[i]	[e]	[a]	[o]	[u]
[m]	T1	=	-	-	-	-
	T2	-	-	-	*	*
	T3	-	-	+	+	+
[n]	T1	-	-	-	-	-
	T2	-	-	-	+	+
	T3	-	*	*	+	+
[ɲ]	T1	=	-	-	-	-
	T2	*	+	+	+	+
	T3	*	+	+	+	+

Tabla N° 5: Dirección de las transiciones formánticas (VC).

Como se constata en el cuadro presentado, la variabilidad, indicada por el asterisco *, consiste en una indefinición de la dirección de las mismas, que se presenta como direcciones ascendentes y descendentes en el mismo contexto y formante no permite establecer distinción de las consonantes nasales a partir de las transiciones formánticas. Es cierto que para la mayoría de los contextos éstas están bien definidas pero no sucede lo mismo para todos los contextos (de 45 transiciones 7 de ellas son variables). Dentro de las particularidades presentes en esta tabla se observa que hay una clara distinción entre la palatal y las otras dos nasales en relación con la transición del F2 que en la nasal palatal casi siempre es positiva y en las otras es casi siempre negativa. A su vez no es posible diferenciar la nasal bilabial de la nasal alveolar a partir de la transición del F2.

- Casos en los que se presenta la variabilidad:

- a) En la T2 de [mo] y [mu] .
- b) En la T3 de [ne] y [na] .
- c) En la T2 de [ɲi] y en el T3 de [ɲi] y [ɲu] .

Comparando este cuadro con los presentados por Quilis y Albalá se observa que:

a) En la T1, que Quilis y Albalá registran como negativa, la combinación [mi] y [ʎi] presenta una transición sin cambio (=).

b) En la T3 de las combinaciones [ma], [mo], [mu], [no], [nu], Quilis y Albalá registran neutralidad o transiciones negativas mientras que los resultados de la presente investigación, por el contrario las registran positivas.

c) En la T2 de la combinación [na], Albalá registra una transición sin cambio (=) y los datos de la investigación muestran una transición descendente (-).

d) En la T3 de la combinación [ʎo], Albalá registra una transición descendente (-) y esta investigación arrojan una transición ascendente (+).

De manera general observamos que existen coincidencias que reafirman lo expuesto por las investigaciones anteriores, por ejemplo la transición descendente (T1) con todas las nasales en todos los contextos a excepción de los dos casos antes mencionados, los cuales creemos que tienen un comportamiento acorde con el contexto fonético en el que se sitúan, ya que la vocal [i] presenta su primer formante bastante bajo a los 374 Hz según Quilis (1988:171) y esta frecuencia es similar a la presentada por el primer formante nasal que oscila entre los 250 a 500 Hz.

iii) Para probar la hipótesis de Rodríguez sobre la distinción de las nasales a partir de los cambios que se efectúan en las transiciones vocálicas de la vocal nasalizada (Fase 2) y de la zona de la frontera (Fase 3) realizamos una análisis de las direcciones de las transiciones según la fase (véase Tabla N° 6).

(VCV)	Trans.	[i]	[e]	[a]	[o]	[u]
[m]	T1	=/=	=/=	*/ =	= /-	=/*
	T2	=/-	-/-	-/*	- /*	*/*
	T3	*/-	=/-	*/ =	+ /=	=/*
[n]	T1	=/*	=/-	=/ -	= /-	=/=
	T2	=/-	*/-	=/ -	* /*	*/*
	T3	*/*	=/*	+/ *	* /*	*/*
[ɲ]	T1	=/=	*/*	*/ *	= /*	=/=
	T2	=/*	+/*	+/ *	+ /*	+/*
	T3	+/*	+/*	+/ *	* /*	-/*

Tabla N° 6: Dirección de las transiciones formánticas desde la vocal nasalizada hasta el inicio de la inflexión y desde el inicio de la inflexión hasta la frontera de la nasal.

Se observa, en la Tabla N° 6, que hay más variabilidad (representada en la tabla por el asterisco) en la zona de la frontera (de 45 transiciones 26 son variables) que en la zona de la vocal nasalizada (de 45 transiciones 13 son variables). Esto nos lleva a concluir que no es posible distinguir las nasales por el tipo de cambio que efectúan las transiciones de las vocales en

la frontera con la nasal y, además, que el análisis de las transiciones formánticas distinguiendo fases no revela una distinción entre las nasales.

iv) En cuanto a la Duración, en la siguiente Tabla se muestran los valores obtenidos. Sin entrar en mayor detalle, estos confirman resultados por otros investigadores.

	m	n	ɲ
Duración (ms)	64,1	54,8	69,2

Tabla. Duración promedio de las consonantes nasales

4. ANTECEDENTES DE MÉTODOS ALTERNOS

En la investigación acústica de Blumstein y Stevens (1979), proponen que las propiedades acústicas invariables intrínsecas al lugar de articulación, independientes del contexto vocálico, se revelan en el espectro LPC del murmullo nasal. Utilizando el espectro LPC tomado en el momento de la soltura (*release*) de las oclusivas, orales y nasales del inglés en combinaciones silábicas CV, los investigadores dedujeron de los espectros observados que era posible distinguir el lugar de articulación de las nasales a partir del espectro LPC que generan. Por ello proponen una tipología de espectros que se adecuan a los lugares de articulación bilabial, alveolar y velar de las nasales inglesas (véase Fig. N° 2).

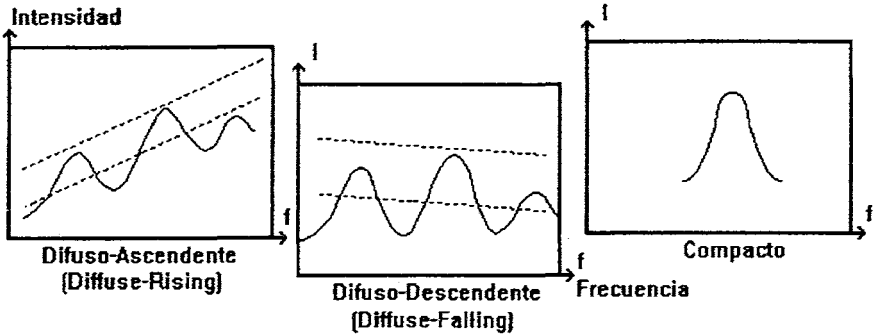


Fig. Nº 2: Esquemización de los tipos de espectro según el lugar de articulación: difuso-ascendente para los sonidos alveolares, difuso-descendente para los sonidos labiales y compacto para los sonidos velares (Blumstein y Stevens, 1979: 1005).

La conclusión de esta importante investigación es que el análisis acústico realizado prueba la existencia de propiedades acústicas intrínsecas al lugar de articulación. El hecho de que la señal acústica del murmullo pueda ser analizada independientemente del contexto vocálico supone, para estos investigadores, la existencia de un sistema auditivo dotado con detectores sensibles a los tipos de espectros (Blumstein y Stevens, 1979:1001). Como puede apreciarse, en esta investigación se retoma la importancia del murmullo como elemento clave en la percepción de la nasal.

Kurowski y Blumstein (1987) plantean otra forma de determinar la distinción acústica de las consonantes nasales, basada en el cero asociado a las consonantes nasales, por el efecto de la cavidad cerrada paralela creada en la boca cuando sale la energía acústica por las fosas nasales, creándose un antifórmula que para la [m] se ubica alrededor de 800 Hz y para la alveolar [n] alrededor de 1500-2000 Hz. La técnica, por lo tanto, consiste en realizar una medida de la energía en dos rangos de frecuencia, uno bajo

cercano al cero de la [m], y otro alto alrededor del cero de la [n]. Se espera que debido al cero la energía de la zona frecuencial baja será disminuida en relación con el resto del espectro mientras que para la [n] se espera que sea la energía de la zona frecuencial alta la que disminuya. Debido a la dificultad en apreciar la presencia o no del cero, la técnica se fortalece al comparar el espectro de un segmento nasal con un segmento vocálico.

Hemos querido en esta investigación aplicar la metodología utilizada por Stevens y Blumstein (1979) y la empleada por Kurowski y Blumstein (1987) al análisis acústico de las consonantes nasales españolas.

5. NUESTROS ESTUDIOS ALTERNOS.

A) Utilizando la metodología de Stevens y Blumstein (1979), aplicamos a una muestra de sílabas (VC en las cuales $V = [a, e, i, o, u]$ y $C = [m, n]$) producidas por 6 informantes (3 hombres y 3 mujeres) el siguiente procedimiento: se ubicó la frontera consonante-vocal por medios visuales en el CSL, respaldado por audición, utilizando el oscilograma de la señal y el espectrograma. En el oscilograma, por lo general, la onda de la consonante es más suave, es decir, tiene menos componentes de alta frecuencia que la de la vocal, además de que en el espectrograma de las consonantes nasales es notable la debilidad más allá del primer formante. Se colocó el cursor en el inicio del segmento nasal (VC). Posteriormente el programa CSL generó un espectro LPC, a partir del cual se hicieron observaciones tendientes a establecer la tipología de espectros. Además, tomamos muestras del espectro LPC de la mitad del murmullo nasal, de ellas también realizamos observaciones.

B) Empleando la metodología de Kurowski y Blumstein (1987) trabajamos con tres informantes quienes leyeron un total de 10 frases cada uno, en las que aparecía la combinación silábica CV, siendo C una de las consonantes nasales [m n] y V una de las cinco vocales [a, e, i, o, u]. Los ejemplares silábicos se digitalizaron en el CSL a una tasa de 10 Khz, con una cuantificación de 12 bits.

De la manera ya señalada, se ubicó la frontera CV. De esta frontera se apartaron dos segmentos, uno, el consonántico formado por dos pulsos glotales anterior a la frontera, y el otro, el vocálico, formado por dos ciclos glotales posterior a la frontera.

Para cada segmento (CV) se realizó el siguiente procesamiento:

1) Se pasó el segmento consonántico por un filtro pasa banda que solo deja pasar el rango de las frecuencias bajas 400 - 770 Hz, y se obtuvo la energía de este segmento en decibelios, llamemos este resultado A.

2) Se pasó el mismo segmento por un filtro pasa banda de las frecuencias superiores que solo deja pasar el rango de 1250 - 2310 Hz, y se obtuvo la energía en decibelios, llamemos a este resultado B.

3) Se pasó el segmento vocálico por el filtro de frecuencias bajas, y se obtuvo la energía C.

4) Se pasó el segmento vocálico por el filtro de frecuencias altas, y se obtuvo la energía D.

En la Fig. N° 3 se muestra el oscilograma de la frontera CV y se indican los segmentos consonántico (SC) y vocálico (SV) que se utilizaron. También se observa el espectrograma, representación de los formantes que nos orientó en la determinación de la frontera.

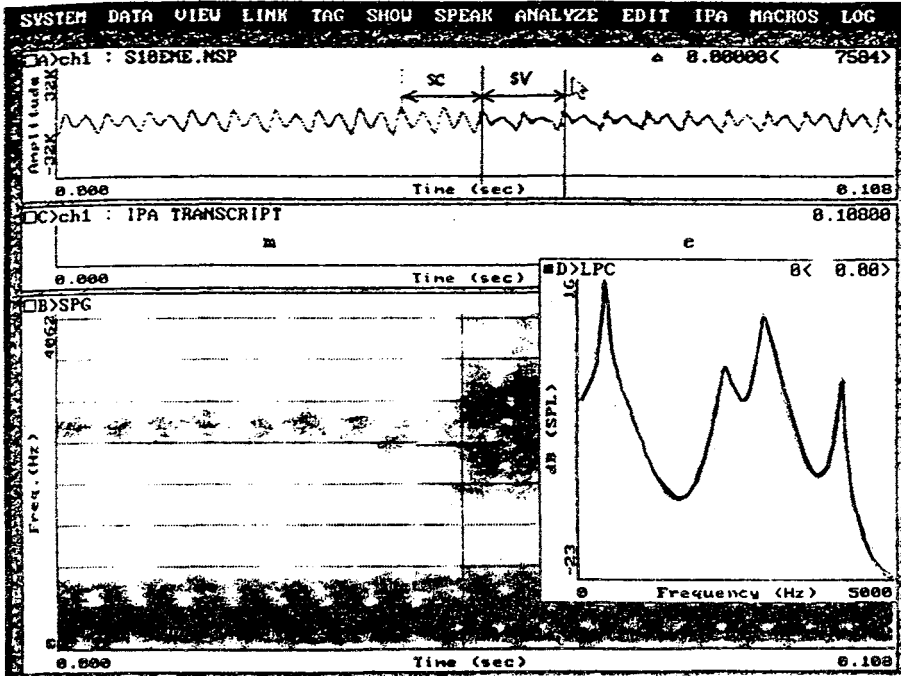


Fig. N° 3: Oscilograma y espectrograma de la consonante nasal bilabial [me].

En la Fig. N° 4 se muestran los espectros estilizados (artificiales) que se esperan obtener para las consonantes [m] y [n], y la representación de los valores de energía A = rango bajo del SC, B = rango alto del SC, C = rango bajo del SV y D = rango alto del SV. Todos los valores de energía se normalizaron con respecto al segmento sin filtrar.

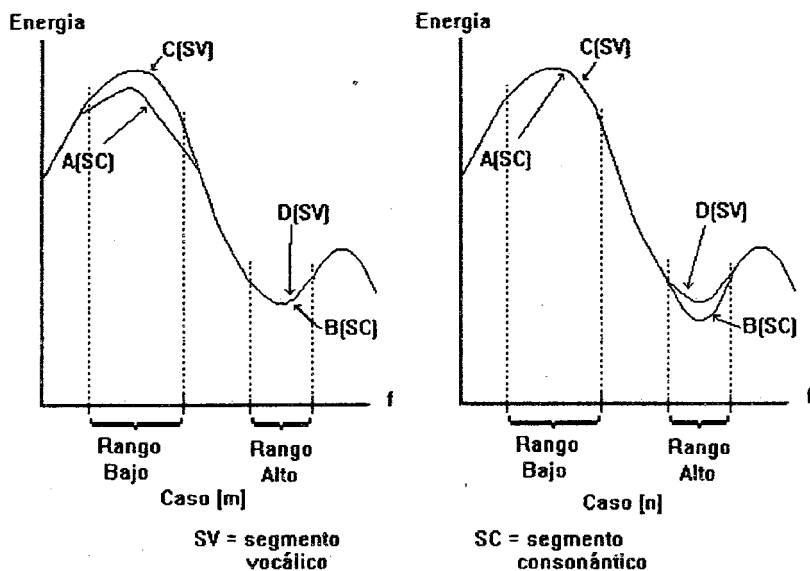


Fig. N° 4: Espectros artificiales en los que se muestra el cálculo de la energía.

En la formulación de Kurowski y Blumstein (1987), se calcula el cociente $(C-A)/(D-B)$, que para la [m] debe ser mayor que 1, y para la [n] debe ser menor que 1.

C) Resultados e Interpretación:

i) De la aplicación de la propuesta de Stevens y Blumstein (1979) obtuvimos, a partir de los espectros LPC tomados en el inicio del segmento nasal, que para ambas consonantes [m n] el espectro es descendente como se observa en el gráfico N° 1 (la misma tendencia se observó en los

para la nasal bilabial obtuvieron un espectro descendente y para la nasal alveolar un espectro ascendente.

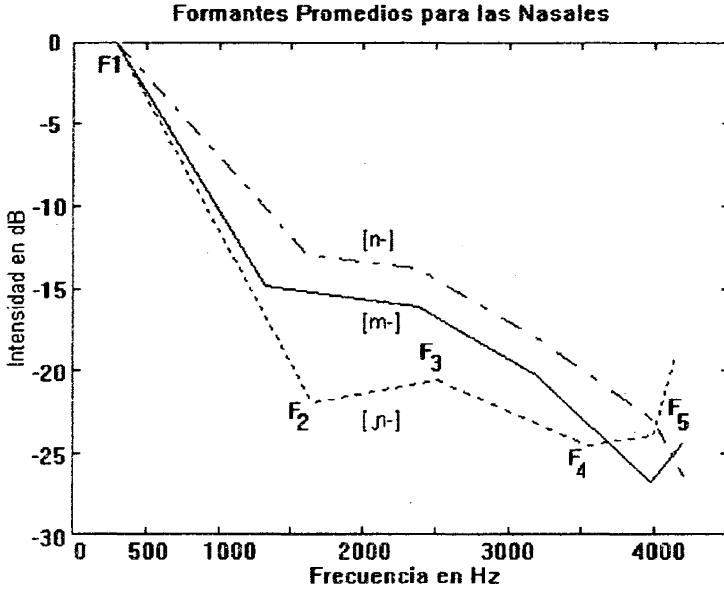


Gráfico N° 1: Trayectoria de los Formantes LPC tomado en el inicio del segmento nasal.

ii) De la aplicación de la propuesta de Kurowski y Blumstein (1984) obtuvimos los valores sobre cambios de energía que se resumen en la gráfico N° 2, en el que se muestra el cociente del cambio de energía a frecuencias bajas relativo a frecuencias altas. La abscisa representa la proporción de cambio del murmullo a la soltura en el rango de frecuencias bajas, mientras que la ordenada representa la proporción de cambio del murmullo a la soltura en el rango de frecuencias altas. Una proporción de 1 representada por la línea diagonal, indica 0 cambio, las figuras 'o'

murmullo a la soltura en el rango de frecuencias altas. Una proporción de 1 representada por la línea diagonal, indica 0 cambio, las figuras 'o' representan consonantes alveolares, las figuras 'x' representan consonantes labiales.

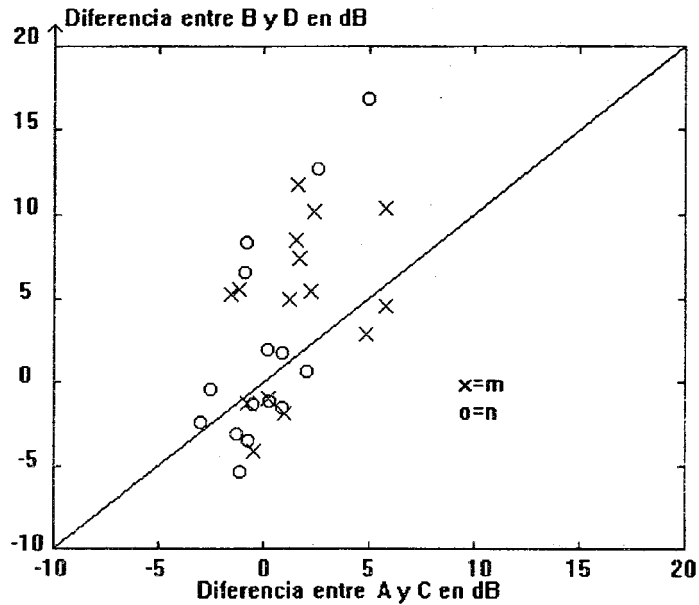


Gráfico N° 2: Cambios del cociente de energía.

A diferencia de lo que obtuvo Kurowski y Blumstein (1987), no se aprecia una clasificación clara entre las consonantes nasales labiales y alveolares. Nosotros teníamos muestras para 6 informantes pero debido a que la exploración con tres informantes mostró que la aplicación de la técnica no era válida no continuamos con el análisis.

la [n] y por debajo para la [m], obtuvieron un porcentaje de acertado del 89 %. En nuestra experiencia, utilizando el mismo criterio, el porcentaje de acertado es de 46 %, algo menor de la se obtendría en forma aleatoria. Revisando un tercer informante obtuvimos un 70% de acertado pero este resultado sigue siendo insuficiente para aceptar la metodología utilizada.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

A. En cuanto a la comparación de nuestros resultados con los estudios acústicos anteriores de las consonantes nasales españolas notamos que:

- Los valores frecuenciales del primer formante se mantienen dentro del rango de los 250 Hz a 500 Hz, lo que permite afirmar que hay similitud en todas las investigaciones. Con respecto al segundo formante (F2) y tercer formante (F3) los valores distan significativamente unos de los otros.

- La determinación de la dirección de las transiciones formánticas presenta una gran variabilidad entre las investigaciones entre sí y en los diferentes contextos vocálicos de la combinación silábica (VC).

- Este estudio arrojó que no es posible diferenciar la nasal bilabial [m] y la nasal alveolar [n] a partir de la dirección de los formantes, pero sí es posible distinguir con la trayectoria de los formantes a la nasal palatal [ɲ] de las otras nasales, ya que en el contexto VC T2 es ascendente, apuntando a un F2 del murmullo nasal. También analizamos la inflexión en la vocal nasalizada y el de la frontera, los resultados nos indican que no se puede distinguir a las nasales mediante los cambios de las trayectorias de los formantes ya sea en la vocal nasalizada ya en la zona de la frontera con la nasal. Con respecto al rasgo agudo/grave planteado por Quilis constatamos en los valores de las frecuencias de la nasal bilabial [m] y la nasal alveolar [n] que no es posible distinguir estas consonantes por su rango de frecuencias ya que éstas se encuentran muy cercanas.

B. En cuanto a los elementos acústicos utilizados en esta investigación para determinar el punto de articulación de las consonantes nasales en

B. En cuanto a los elementos acústicos utilizados en esta investigación para determinar el punto de articulación de las consonantes nasales en posición intervocálica tenemos que:

- El análisis de las frecuencias e intensidades de los formantes del murmullo nasal solo permite distinguir a la nasal palatal, en el caso de la nasal bilabial [m] y la nasal alveolar [n] los valores obtenidos son muy semejantes.

- El estudio de las transiciones formánticas en las combinaciones silábicas (VC) de la nasal en posición intervocálica muestra que las transiciones solas no podrían ser un indicador de punto de articulación, debido a la gran variabilidad que se manifiesta en las transiciones. Es cierto que las nasales en algunos contextos vocálicos pueden ser distinguidas por las transiciones pero no sucede lo mismo para todos los casos.

C) En relación con la propuesta de Stevens y Blumstein (1979), concluimos que los espectros obtenidos, de ambas nasales, muestran una tendencia descendente por lo que no es posible distinguir las consonantes españolas por el tipo de espectro.

D) En relación con la propuesta de Kurowski y Blumstein (1987), consideramos que no es posible a partir de ella establecer distinciones entre las nasales españolas por lo que seguimos con la incapacidad de hallar propiedades espectrales invariables que permitan distinguir la [m] de la [n].

Por últimos, nosotros consideramos que la dificultad para distinguir claramente, a partir de propiedades acústicas, las consonantes nasales bilabial y alveolar se debe en parte a la herramienta utilizada, es decir, el espectro LPC que por representar un modelo tipo todo polo es deficiente para mostrar fenómenos tipo anti-formantes, que son los importantes en el caso de las consonantes nasales. Por lo que nuestros esfuerzos se

estudios perceptuales que nos permitan indagar sobre qué combinación de elementos acústicos le permiten a un hablante oyente del español distinguir una nasal bilabial de una nasal alveolar.

7. RECONOCIMIENTO.

Se reconoce y agradece el apoyo del CDCHT (ULA) en el financiamiento de este proyecto.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBALÁ, María L. (1992). "Análisis y síntesis de nasales" en: *Revista de Fonética Española*. LXXII.

BLUMSTEIN, S. y STEVENS, K. (1979). "Acoustic invariance in speech production: Evidence from measurements of the spectral characteristics of stop consonants", en: *J. Acoustic Soc. Am.* (66), p. 1001-1017.

COOPER et al (1952). "Some experiments on the perception of synthetic speech sounds", *J. Acoustic. Soc. Am.* (24).

DELATTRE, P. (1968). "From acoustic cues to distinctive features", en *Phonetica* (18).

FANT, G. *Acoustic Theory of Speech Production*, The Hague, Mouton.

- FANT, G. *Acoustic Theory of Speech Production*, The Hague, Mouton.
- FUJIMURA, O (1962). "Analysis of nasal consonants" en: *J. Acoustic. Soc. Am.* (34), p. 1865-1875.
- HOUSE, A. (1957). "Analog studies of nasal consonants", *J. Speech Hear. Disord.*, (22), p.190-205.
- JAKOBSON, R y WAUGH, L. (1987). *La forma sonora de la lengua*, FCE, México.
- KUROWSKI, K. y BLUMSTEIN, S (1984). "Perceptual integration of the murmur and format transitions for place of articulation in nasal consonants" en: *J. Acoust. Soc. Am.*, (2) N° 76, p. 383-390.
- KUROWSKI, K. y BLUMSTEIN, S. (1987). "Acoustic properties for place of articulation in nasal consonants" en: *J. Acoust. Soc. Am.* (6) N° 81, p.1917-1927.
- LARKEY, L., WALD, J., y STRANGE, W. (1978). "Perception of synthetic nasal consonants in initial and final syllable position", *Perception and Psychophysics* (23).
- LIBERMAN, A., DELATTRE, P., COOPER, F. y GERSTMAN, L. (1954). "The role of consonant-vowel transitions in the perception of the stop and nasal consonants", *Psychological Monographs* (68).
- MALECOT, A. (1956). "Acoustic Cues for Nasal Consonants", *Language* (32).
- MASSONE, M. Y. (1988). "Estudio acústico y perceptivo de las consonantes nasales y líquidas del español" en: *Estudios de fonética*

- MERMELSTEIN, P. (1977). "On detecting nasals in continuous speech" en: *J. Acoust. Soc. Am.* (61), p. 581-587.
- MILLER, J. (1977). "Studies on the perception of place and manner of articulation: A comparison of the labio-alveolar and nasal-stop distinctions" en: *J. Acoust. Soc. Am.* (61), p. 835-845
- NAVARRO, T. (1971). *Manual de pronunciación española*, publicaciones de la Revista de Filología Española, Madrid.
- OBEDIENTE, Enrique (1986). *Las nasales en el español venezolano*. Material mimeografiado, Universidad de Los Andes.
- (1992). Fonética y fonología. ULA, Mérida.
- y RODRÍGUEZ, M. (1993), "Caracterización articulatoria y acústica de las consonantes nasales", ponencia presentada en las *VI Jornadas Lingüísticas de la ALFAL*, Universidad de Los Andes, Mérida.
- OLABE BASOGAN, Juan Carlos (1983). *Conversión de texto ortográfico a hablado* (Tesis doctoral), ETSIT, Instituto Politécnico de Madrid, Madrid.
- QUILIS, Antonio (1981). *Fonética acústica de la lengua española*. Editorial Gredos, Madrid.
- PICKETT, J. (1965). "Some acoustic cues for synthesis of the n-d distinction", *J. Acoust. Soc. Am.*, (38).

RECASENS, D. et al. (1983). "An electropalatographic study of alveolar and palatal consonants in catalan and italian" en: *Language and Speech*. (36), Nº 2 y 3 , p. 213-234.

E.F.E. IX (1998), pp. 37-64