LA INTENSIDAD DE LOS SONIDOS ESPAÑOLES*

MARÍA JOSÉ ALBALÁ.

Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

VICTORIA MARRERO.

Universidad Nacional de Educación a Distancia.

Introducción.

1.1. Amplitud, energia, intensidad.

La mayor o menor intensidad de un sonido depende de la amplitud del movimiento vibratorio que lo origina. Esta última se define como la distancia máxima que alcanzan las moléculas de aire desde la posición de reposo y es proporcional a la energía del impulso generador del sonido.

1.2. Intensidad fisica y sonia.

La intensidad física depende, pues, de la energía y varía también con la frecuencia: la intensidad aumenta en proporción al cuadrado de la amplitud por la frecuencia. Según Gili Gaya 1 , "llamando I a la intensidad, a a la amplitud y n al número de vibraciones por segundo, tendremos que I es proporcional a $(an)^2$.

Esta intensidad física, que se mide en decibelios³, tiene como correlato

^{*} Este artículo se entregó para su publicación en 1993 en el Anuario de Letras de México.

¹ Elementos de Fonética general, Madrid, Gredos, 1971, pág. 25.

² Es decir, si se doblan la amplitud y la frecuencia, la intensidad queda multiplicada por 2², o sea, por 4; si se triplican, la intensidad se multiplica por 9, etc.

³ Cf. A. Quilis, Tratado de Fonología y Fonética españolas, págs. 138-140. Véase también Ph. Liberman y S. Blumstein, Speech Phisiology, Speech Perception and Acoustic Phonetics, Cambridge, 1988, págs. 28-29.

psicológico la sonía 4, propiedad de la sensación auditiva que permite al oyente ordenar los sonidos percibidos según una escala de intensidad subjetiva.

Aunque a lo largo de esta introducción mencionaremos diversos resultados de estudios anteriores de marcado carácter psicoacústico, nuestros datos, como se verá, son puramente fónicos.

1.3. Umbral absoluto y umbral diferencial de intensidad.

Según Quilis, el umbral absoluto de intensidad se define como la intensidad mínima necesaria para distinguir un sonido del silencio; el umbral diferencial de intensidad "es el cambio más pequeño producido en un estímulo que puede percibir un oyente. Es, por lo tanto, el mínimo aumento de intensidad perceptible" ⁵.

Los estudios más antiguos que buscaban establecer el umbral diferencial de intensidad se basaron en experimentos realizados con tonos puros o con ruidos, estímulos muy diferentes a los lingüísticos, como se evidencia en los juicios de sonía 6. De hecho, Riesz llegó a la conclusión de que el umbral diferencial está en función de la frecuencia y de la intensidad del estímulo, e indicó que a unos 1.300 Hz. el oído es capaz de distinguir 370 tonos comprendidos entre el umbral de la audición y el umbral del dolor 7. Sin embargo, la frecuencia fundamental de fonación es, como regla general, mucho más baja.

Flanagan, por su parte, se aproximó más al habla en sus experimentos, puesto que utilizó como estímulo la vocal [ae] sintetizada y encontró que la diferencia límite en la envolvente de intensidad era de \pm 1 db. 8.

Más recientemente, Sorin ha enfocado esta cuestión desde una perspectiva más fisiológica: en su opinión, más que establecer el umbral diferencial en sí, sería importante conocer la sensibilidad del oído a las variaciones de presión acústica (considerando que tales variaciones son las responsables de la

⁴ Como indica Quilis en op. cit., págs. 137-138, "en la percepción de un estímulo acústico existen dos aspectos de naturaleza muy diferente: uno es el físico, que se puede medir objetivamente en todos sus componentes; otro es el psicológico, es decir, el grado de sensación que ese estímulo produce en nosotros".

Ibid., pág. 138.

⁶ Según indica I. Lehiste en Suprasegmentals, Cambridge, The M. I. T. Press, 1970, pág. 116, "in the perception of loudness it becomes especially clear that when loudness judgements are made with reference to real speech, the results differ a great deal from judgements made with reference to psychoacoustic stimuli".

Cf. Lehiste, ibid., pág. 116.
 Éste es el umbral diferencial para la vocal estable, según indica J. L. Flanagan
 "Fetimetes of the maximum associatos pecessars in quantizing certain dimensions"

en "Estimates of the maximum precision necessary in quantizing certain 'dimensions' of vowel sounds", Journal of the Acoustical Society of America, 29, 1957, págs. 533-534. (Cita tomada de Lehiste, op. cit., pág. 116.)

intensidad física de los sonidos), puesto que el oyente, para distinguir sonidos o patrones prosódicos, no evalúa umbrales diferenciales, sino variaciones de intensidad⁹.

2. CORRELATOS ARTICULATORIOS DE LA INTENSIDAD.

Las diferencias de intensidad corresponden, desde el punto de vista físico, a variaciones en la presión del aire: la sensación de volumen en el habla no es un mero fenómeno perceptivo, sino que tiene su origen en los procesos de fonación y articulación. El aire de los pulmones, en efecto, se encuentra comprimido por la acción de los músculos respiratorios, pero al entrar en vibración las cuerdas vocales, comienza también a vibrar en su salida hacia el exterior. Este movimiento da lugar a fluctuaciones de presión que determinan la percepción de diferencias de intensidad.

La mayor parte de los trabajos que se han ocupado de la intensidad en relación con la fonación y la articulación ponen de relieve su conexión con nociones como "fuerza de articulación", "esfuerzo articulatorio" o "potencia de emisión".

Ya Rousselot estudió —por medio de experimentos con paladar artificial— el grado de fuerza de articulación de distintas consonantes 10.

Fairbanks, House y Stevens indicaron que los cambios en la envolvente de intensidad de una vocal se deben a dos factores principales, el timbre del sonido y la potencia de emisión con que se ha producido; un cambio en uno de ellos va acompañado de un cambio en la envolvente de intensidad: si la vocal no varía, un cambio en la potencia de emisión da lugar a un cambio en la envolvente de intensidad; si no varía la energía de emisión, un cambio de timbre de la vocal da lugar también a un cambio en la envolvente de intensidad ¹¹.

La fuerza de articulación fue definida poco después por Malécot como un atributo fisiológico de los sonidos lingüísticos que depende de la cantidad de energía muscular necesaria para articularlos 12. Malécot llevó a cabo

Así lo indica en "Functions, Roles and Treatments of Intensity in Speech", Journal of Phonetics, 9, 1981, pág. 365.

En Principes de Phonétique expérimental, Paris, 1924, págs. 588-600.

¹¹ Cf. su artículo "An Experimental Study in Vowel Intensities", Journal of the Acoustical Society of America, 22, 1950, págs. 457-459. El propio Fairbanks indicó en "A Physiological Correlative of Vowel Intensities", Speech Monograph, 17, 1950, págs. 390-395, que la intensidad específica de cada vocal está también en función del grado de abertura con que se artícula, y que existe una correlación entre las diferencias de intensidad y la forma que toman en cada caso las cavidades de resonancia.

En "An Experimental Study of Force of Articulation", Studia Linguistica, IX, 1955, pág. 35.

dos experimentos. El primero le condujo a la conclusión de que —según el juicio de los oyentes— las consonantes que requieren mayor esfuerzo articulatorio son las oclusivas, seguidas de las fricativas y de las nasales y, dentro de cada orden, las sordas seguidas de las sonoras, y las velares seguidas de las labiales y de las dentales (cf. § 3). Estas impresiones son el resultado de un análisis cinético: dependen de la masa de los órganos que intervienen en la articulación y de la tensión que esta última requiere ¹³. Un segundo experimento le permitió obtener medidas de la presión del aire al articular varias consonantes. Los resultados perfilaron una clasificación en tres tipos principales: las oclusivas y las fricativas sordas, que presentan los valores de presión más altos; las correspondientes sonoras, con menos presión, y las nasales, con los valores más bajos.

En un trabajo de Lehiste y Peterson 14 y en otro posterior de la propia Lehiste 15, se estudiaron las relaciones entre intensidad física del sonido, esfuerzo articulatorio, y sonía o percepción subjetiva, y se comprobó --corroborando lo que ya habían indicado Fairbanks, House y Stevens 16- que tales relaciones no son lineales: por un lado, las vocales realizadas con el mismo esfuerzo articulatorio se perciben como isófonas 17, a pesar de sus diferencias de intensidad y, por otro, cuando hay en su realización diferencias de esfuerzo articulatorio, no se perciben como isófonas aunque tengan la misma intensidad. Ello les llevó a concluir que los oyentes juzgan la intensidad no tanto en función de la sonía cuanto en función del esfuerzo con que se ha realizado la articulación. O dicho de otro modo, el que escucha no sólo reacciona ante las diferencias de intensidad sino también ante las diferencias de esfuerzo, y así puede asignar el mismo grado de sonía a las vocales emitidas con la misma fuerza, aunque tengan diferentes intensidades físicas. La explicación es que el oyente asocia una envolvente de intensidad relativa intrinseca (o quizá un valor medio de energía) a cada sonido; cuando ese sonido le llega con una energía que no corresponde a su valor medio habitual, se aplica el correspondiente factor de corrección, asignándole un grado de

¹⁸ Respecto a lo primero —según explica el propio Malécot en art. cit., pág. 40—, el ápice de la lengua tiene muy poca masa muscular, los labios tienen más, y el dorso de la lengua más aún: ello explica que las velares den la impresión de mayor esfuerzo articulatorio que las labiales, y éstas que las dentales. Con relación a lo segundo, las oclusivas sordas requieren una gran tensión articulatoria para mantener el cierre completo de los órganos; ésta es menor en las fricativas, que dejan un pequeño canal abierto a la salida del aire, y menor aún en las nasales, en las que el aire puede liberarse también a través de la nariz.

[&]quot;Vowel Amplitude and Phonemic Stress in American English", Journal of the Acoustical Society of America, 31, 1959, págs. 428-435.

Suprasegmentals, ya citado en nota 6.

¹⁶ En su art. cit. "An Experimental Study in Vowel Intensities".

¹⁷ Es decir, con el mismo nivel de sonía.

intensidad subjetiva para el que no sólo se ha tenido en cuenta el estímulo físico recibido, sino también una serie de conocimientos previos sobre las unidades fónicas de la lengua 18.

Ladefoged, por su lado, estudió detenidamente la actividad subglótica durante la articulación y señaló cuatro factores que determinan la presión del aire bajo las cuerdas vocales: en primer término, ésta puede disminuir por el esfuerzo muscular de la inspiración, que aumenta la cavidad torácica; puede aumentar durante el esfuerzo muscular de la espiración, que disminuye el tamaño del tórax; puede depender, en tercer lugar, de la resistencia que encuentra la corriente de aire en la glotis o en el tracto vocal; está condicionada, por último, por el volumen de aire que contienen los pulmones, puesto que éste y la presión son directamente proporcionales 19. Estos factores se reducen, pues, realmente a dos: la energía que imprime al aire el sistema respiratorio y la resistencia que le ofrecen la glotis y las cavidades supraglóticas.

Una serie de experimentos condujeron al propio Ladefoged y a Mc. Kinney 20 a establecer la relación de este parámetro fisiológico (la presión subglótica), con uno físico (la presión del sonido) y con otro psicofísico (los juicios de sonía)²¹. Respecto a lo primero, comprobaron que la presión subglótica es proporcional a la presión del sonido, es decir, existe una relación directa entre la intensidad de este último y la presión del aire bajo las cuerdas vocales en el momento de articularlo. Con relación a lo segundo, indicaron que la sonía percibida es también proporcional a la presión del sonido, dado que, como ya hemos visto, los oyentes calculan en función del esfuerzo fisiológico de la articulación más que según el nivel de la sensación auditiva. En cuanto a este esfuerzo, es proporcional al cuadrado de la presión subglótica. Esas dos condiciones —energía de la articulación y presión del aire bajo las cuerdas vocales— se perfilan, así, como los principales factores que determinan la intensidad subjetiva.

Sin embargo, no hay acuerdo general en que la sonía se sustente primordialmente sobre hechos fisiológicos: para algunos autores depende en esencia de las propiedades acústicas de la señal. Lane, Catania y Stevens, por ejemplo, indicaron que la sensación de volumen en la percepción del habla es dis-

¹⁸ Cf. Lehiste y Peterson, art. cit., pág. 429, y Lehiste, op. cit., págs. 117-118. Estos resultados, según indica la propia Lehiste, refuerzan y evidencian la teoría motora de producción del habla.

¹⁹ Cf. P. Ladefoged, "Subglottal Activity during Speech", Procedings of IVth. Congress of Phonetic Sciences, The Hague, 1962, pags. 109-119, y Elements of Acoustic Phonetics, Chicago, 1962, págs. 74 y sigs.

Néase su artículo "Loudness, Sound and Subglottal Pressure in Speech", Jour-

nal of the Acoustical Society of America, 35, 1963, págs. 454-460.

²¹ Cf. Ladefoged, Elements of Acoustic Phonetics, pags. 81 y sigs., y Ladefoged y Mc. Kinney, "Loudness, Sound Pressure and Subglottal Pressure in Speech".

tinta cuando se juzga la propia producción lingüística que cuando se evalúa la de otro hablante: esta última se estima según una escala de sonía; la primera, según una escala autofónica (cf. § siguiente). Pues bien, sólo la escala autofónica toma como referencia el esfuerzo articulatorio, mientras que la escala de sonía se basa en las características acústicas del sonido. También Rossi indicó que la intensidad específica de las vocales depende principalmente de la distribución de la energía a lo largo del espectro y su grado de sonía puede deducirse de esta distribución, especialmente en la región de los dos primeros formantes.

3. ESCALAS DE FUERZA.

Las escalas de fuerza se han establecido tratando de explicar cómo se jerarquizan los fonemas en el interior de la sílaba, puesto que sólo los sonidos sonánticos pueden constituir el núcleo —que presenta el máximo de intensidad y de abertura articulatoria—, mientras que los consonánticos forman el margen silábico. Jespersen y antes Sievers establecieron una gradación conforme al aumento de sonoridad. Saussure y Grammont lo hicieron según el grado creciente de abertura. La primera, pues, sigue un criterio acústico y la segunda articulatorio:

ESCALA ACÚSTICA		ESCALA ARTICULATORIA		
1.	Consonantes sordas	Grado 0.	Oclusivas	
2.	Oclusivas sonoras	Grado 1.	Fricativas	
3.	Fricativas sonoras	Grado 2.	Nasales	
4.	Nasales y laterales	Grado 3.	Líquidas	
5.	Vibrante	Grado 4.	Semivoc. y voc. altas	
6.	Vocales altas	Grado 5.	Voc. medias	
7.	Vocales medias	Grado 6.	Voc. /a/	
8.	Vocal baja		Salar Sa	

²² En "Voice Level Autophonic Scale, perceived Loudness and Effects of Sidetone", Journal of Acoustical Society of America, 33, 1961, pags. 160-167.

Sin embargo, Ladefoged y Mc. Kinney en el art. cit., pág. 460, criticaron a Lane, Catania y Stevens que no hubieran realizado sus experimentos con habla fluida, sino con vocales aisladas, lo que restringe, para ellos, la validez de sus conclusiones.

En "L'intensité spécifique des voyelles", Phonetica, XXIV, 1971, págs. 129-161.
 Cf. B. Hála, La sílaba, Madrid, CSIC, 1966, págs. 28-31, y Quilis, Tratado de Fonología y Fonética españolas, págs. 362-365.

²⁶ Cf. O. Jespersen, Lehrbuch der Phonetik, Berlin, 1932, y E. Sievers, Grundzüge der Phonetik, 1901. (Ambas citas tomadas de Hála, La sílaba.)

²⁷ Cf. F. Saussure, Cours de Linguistique générale, París, 1931, y M. Grammont, Traité de Phonétique, París, 1933. (Ambas citas tomadas de Hála, La sílaba.)

La Fonología generativa natural, por su parte, basó las reglas que agrupan los sonidos en la sílaba en una escala de fuerza, que gradúa las semiconsonantes y consonantes en orden de mayor a menor tensión articulatoria 28. Venneman la estableció para el islandés y Hooper la aplicó al español de América 29:

Escala de Venneman	ESCALA DE HOOPER	
1. j, w	1. j, w	
2. r	2. r	
3. 1	3. 1	
4. m, n	4. m, n, n	
5. f, b, d, g	5. s, x	
	6. b, d, g, y, r	
6. s 7. p, k	7. f, b, d, g	
8. t	8. p, t, k, ĉ	

Estas escalas, pues, vienen a coincidir, con independencia de los criterios con que se han establecido (cf. § 5.3).

Más adelante, J. C. Olabe —con un objetivo distinto: crear un sistema de síntesis de voz— agrupó también los sonidos consonánticos españoles, en orden de menor a mayor energía, en varios conjuntos 30:

- 1.º) Las fricativas sordas y la africada sorda, con unos 30 db.
- 2.0) Las oclusivas sonoras y la africada sonora, en torno a los 40 db.
- 3.0) Las fricativas sonoras, con unos 45 db.
- 4.0) Las nasales, alrededor de los 50 db.
- 5.0) Las laterales, en torno a los 53 db.
- 6.º) Las vibrantes, con 43 db. para la vibrante simple; y en la múltiple, 40 db. para las oclusiones y 47 para los momentos vocálicos.
- 7.º) Las oclusivas sordas. Olabe las considera los sonidos menos intensos, pero no proporciona ningún valor en db.

²⁸ Cf. H. López Morales, Estratificación social del español en San Juan de Puerto

Rico, México, UNAM, 1983, pág. 89.

29 Cf. Th. Venneman, "On the Theory of Syllabic Phonology", Linguistische Berichte, 18, 1972, págs. 1-18, y J. B. Hooper, An Introduction to Natural Phonology, New York, Academic Press, 1976. (Ambas citas tomadas de Hála, La sílaba.)

³⁰ En su Tesis doctoral, titulada Sistema para la conversión de un texto ortográfico a hablado en tiempo real, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación, Universidad Politécnica de Madrid, 1983, págs. 40-50.

4. RELACIONES ENTRE LA INTENSIDAD Y OTROS PARÁMETROS ACÚSTICOS.

4.1. Intensidad y frecuencia fundamental.

Desde hace tiempo se ha intentado desentrañar la relación entre estos dos parámetros, buscando el peso que pueda tener la intensidad en las variaciones de entonación y acento ³¹.

Una de las manifestaciones de esta conexión es que un aumento en la presión subglótica o en la tensión de las cuerdas vocales da lugar a una subida de la frecuencia fundamental. El experimento más antiguo que relaciona estos parámetros es —según indica Zee 32— el de Ferrein, quien comprobó que, manteniendo constante la presión del aire, la frecuencia fundamental aumentaba en la misma proporción en que crecía la tensión de las cuerdas vocales. Ladefoged y Mc. Kinney revelaron, por su parte, la proporcionalidad directa entre presión subglótica y frecuencia fundamental 33. Se basaron en una serie de realizaciones de la vocal /a/ con distintos niveles de sonía y de frecuencia fundamental, y comprobaron que, manteniendo constante la tensión de las cuerdas vocales, un aumento de la presión subglótica de 6 ó 7 cm.², va acompañado de una subida de media octava en la frecuencia fundamental 34.

4.2. Intensidad y acento.

Como indicó Fry, en la percepción de los sonidos lingüísticos —y también del rasgo acentual— intervienen, en diferentes proporciones, un conjunto de elementos físicos (cantidad, intensidad, frecuencia fundamental y estructura acústica de las ondas sonoras), y sus correlatos psicológicos correspondientes (duración de la persistencia del sonido, sonía, tonía y timbre) 35. Varios auto-

³¹ Aunque nos ocupamos aquí exclusivamente del nivel segmental, referiremos brevemente algunas aportaciones al respecto.

³² Cf. E. Zee, "Duration and Intensity as Correlates of F0", Journal of Phonetics, 6, 1978, pág. 213.

³³ Cf. su artículo ya citado "Loudness, Sound Pressure and Subglottal Pressure in Speech".

³⁴ Cf. ibíd., pág. 457. Por otra parte, la intensidad se ha relacionado también con la distribución de los grupos de entonación (véase el artículo de J. Pierrehumbert "The Perception of Fundamental Frequency Declination", Journal of Acoustical Society of America, 62, 1979, págs. 363-369).

D. B. Fry, "Experiments in the Perception of Stress", Language and Speech, I, 1958, págs. 126-152. (Recogido en Fry (ed.), Acoustic Phonetics. A Course of Basic Readings, Cambridge University Press, 1976, págs. 401-424.)

res han tratado de dilucidar cuáles de estos elementos -y en qué gradodeterminan la percepción del acento español. Para Navarro Tomás, ésta depende de la intensidad; "el elemento esencial en la estructura prosódica de las palabras es en español el acento dinámico o de intensidad" 36. Para Bello, depende de la frecuencia fundamental y de la duración: "el acento consiste en una levísima prolongación de la vocal que se acentúa, acompañada de una ligera elevación del tono" 37. La Gramática académica, por su parte, aúna las dos posturas, e indica que el acento se percibe en función del tono y de la intensidad: "tono e intensidad desempeñan así una función fonológica que consiste en poner de relieve determinada o determinadas sílabas, en contraste con las demás, que las preceden o las siguen" 38. Bolinger y Hodapp 39 y después Contreras 40, que corrobora sus conclusiones, indican que el factor principal del acento es el tono, el único que puede determinarlo por sí solo; después, "en ausencia de claves tonales", se encuentran -por este ordenla duración y la intensidad. Navarro Tomás puso en duda en una nota el acierto de las conclusiones de Contreras, indicando que el procedimiento para medir la intensidad no era, a su juicio, adecuado 41. Contreras respondió con un nuevo trabajo en el que reafirmaba sus ideas 42. También Quilis indicó que "la intensidad desempeña un papel prácticamente despreciable en la función del acento español" 43, y que "según el análisis instrumental, el índice más importante para la percepción del acento en español es la frecuencia fundamental (...). La duración sería el segundo componente. Los otros dos factores no desempeñan prácticamente ninguna función (un sonido como [s] presenta una línea de intensidad y un área mucho mayor que la vocal tónica. Muchas veces, una vocal átona tiene una línea de intensidad más alta que la vocal tónica)" 4. Estas conclusiones quedaron corroboradas, por medio de síntesis, en un artículo de Enríquez, Casado y Santos, quienes indicaron que

³⁶ Cf. su Manual de entonación española (4.ª ed.), Madrid, Guadarrama, 1974,

³⁷ Gramática de la Lengua castellana, pág. 147. Citamos por la edición de Ramón Trujillo, Tenerife, Cabildo insular de Tenerife, 1981.

³⁸ Cf. Real Academia Española, Esbozo de una nueva Gramática de la Lengua española (12.ª reimpr.), Madrid, Espasa Calpe, 1989, pág. 64.

³⁹ En "Acento melódico. Acento de intensidad", Boletín de Filología de la Universidad de Santiago de Chile, XIII, 1961, págs. 33-48.

En su artículo "Sobre el acento en español", Boletín de Filología de la Universidad de Santiago de Chile, XV, 1963, págs. 223-237.
 Cf. "La medida de la intensidad", Boletín de Filología de la Universidad de

Santiago de Chile, XVI, 1964, págs. 231-235.

^{42 &}quot;¿Tiene el español un acento de intensidad?", Boletín de Filología de la Universidad de Santiago de Chile, XVI, 1964, págs. 237-239.

⁴³ En Fonética acústica de la Lengua española, pág. 330. Insiste en la misma idea en Tratado de Fonología y Fonética españolas, págs. 398-400.

⁴⁴ Fonética acústica de la Lengua española, pág. 332.

la intensidad "no favorece la percepción del acento tanto como la frecuencia fundamental" 45, e incluso, en algunos casos, "no sólo no favorece sino que dificulta la percepción de la sílaba tónica" 46. Como veremos más adelante (cf. el párrafo 5.8.3), nuestros resultados están acordes con estas últimas conclusiones.

Hasta aquí, lo que se refiere a la influencia de la intensidad en la percepción del acento. Por otro lado, J. C. Olabe estudió en qué medida el carácter tónico o átono de la vocal modifica su energía ⁴⁷. Para ello, estudió los valores de energía de las distintas consonantes combinadas con las cinco vocales en dos contextos: vocal tónica - consonante - vocal átona y vocal átona - consonante - vocal tónica. Según sus resultados, la energía de algunas consonantes, por una parte, aumenta cuando forman parte de una sílaba tónica ⁴⁸; y por otra, en el contexto átona - consonante - tónica, los valores de energía de las dos vocales son bastante semejantes, mientras que en el contexto tónica - consonante - átona, la diferencia de energía entre las vocales es mayor.

4.3. Intensidad y timbre.

El lazo entre la intensidad (o su correlato psicológico, la sonía) y la frecuencia viene determinado, como indica Lehiste, por la sensibilidad del oído, que es mayor para ciertas bandas: entre dos sonidos con la misma intensidad pero distintas frecuencias, el mayor volumen percibido corresponderá al que entre en el rango de frecuencias para las que el oído es más sensible ⁴⁹.

A este fenómeno, denominado selectividad de frecuencias, que se relaciona directamente con el comportamiento de los diversos filtros auditivos, se le
está dando cada vez más importancia para entender los mecanismos de la
percepción. Moore y Glasberg ⁵⁰ indican que las variaciones de sonía dependen de la intensidad del estímulo, pero también de su ancho de banda: se
ha demostrado, tanto por medio de experimentos con enmascaramiento de la
señal, como por estudios sobre pacientes con lesiones cocleares, que el ancho

⁴⁵ E. Enríquez, C. Casado y A. Santos, "La percepción del acento en español", Lingüística Española Actual, XI, 1989, pág. 255.

Ibid., pág. 266.

⁴⁷ En su obra ya citada, pág. 50.

⁴⁸ En nuestro análisis, sin embargo, la consonante en sílaba tónica no presenta una intensidad mayor que en sílaba átona (cf. más adelante el párrafo 5.83).

⁴⁹ Cf. su obra ya citada Suprasegmentals, pág. 114.

⁵⁰ Cf. B. C. J. Moore, Frequency Selectivity in Hearing, London, Academic Press, 1986, capítulo 5.

de banda crítico para la determinación de la sonía depende del ancho de banda de los filtros auditivos 51.

4.4. Intensidad y duración.

En cuanto a la relación entre sonía y duración, Lehiste cita los estudios de Miller, quien comprobó que una pequeña explosión de ruido debe ser más intensa que una más larga para alcanzar el mismo grado de sonía ⁵². Ello se debe a diferencias en la transmisión al cerebro de los estímulos percibidos: unas vías neurológicas los conducen más rápidamente que otras a los centros cerebrales. Hay, no obstante, un punto por encima del cual la sonía se hace independiente de la duración, llamado duración crítica ⁵³.

5. LA INTENSIDAD DE LOS SONIDOS ESPAÑOLES.

5.1. Características del análisis.

En nuestra muestra ⁵⁴, aparecen todos los fonemas españoles ⁵⁵ en sus contornos posibles: posición inicial tras pausa (excepto /ŋ/ y /r/); interior en sílaba tónica y átona; en posición implosiva interior aparecen /p, t, k, b, d, g/, /m, n/, /l, r/ y / θ , s/, y en final absoluto, todas las vocales excepto /u/.

La repercusión de las bandas críticas de frecuencia sobre la sonía será objeto de uno de nuestros próximos trabajos, por lo que no nos detendremos aquí sobre el asunto. Desde otro punto de vista, pero relacionando también la intensidad con el timbre de los sonidos, Cutting y Dorman en "Discrimination on Intensity Differences carried on Formant Transitions varying in Extent and Duration", Perception and Psychophysics, 20, 1976, págs. 101-107, se han ocupado del aspecto concreto de las variaciones de intensidad en las transiciones vocálicas (tanto respecto a duración de la transición como a su dirección). Su conclusión es que una menor extensión en Hz. (es decir, una tendencia a la horizontalidad) hace más perceptibles las variaciones de intensidad.

G. A. Miller, "The Perception of Short Burst of Noise", Journal of the Acoustical Society of America, 20, 1948, págs. 160-170. (Cita tomada de Lehiste, op. cit.)

⁵³ El propio Miller la estableció en 65 mseg. y más tarde Small, Brandt y Cox en su artículo "Loudness as a Function of Signal Duration", Journal of the Acoustical of America, 34, 1962, págs. 513-514, la situaron en 50 mseg. para un nivel de sensación de 10 db., y en 15 mseg. para uno de 60 db. (Cita tomada de Lehiste, op. cit.)

Constituida por la lectura en cámara insonorizada de 73 palabras del español general en frase portadora, de las cuales se han obtenido 93 contornos significativos. Se grabó a 10 informantes (cinco hombres y cinco mujeres) en un grabador Sony TC-V7 con respuesta de 20 a 15.000 Hz. aproximadamente, utilizando un micrófono Brüel & Kjoer 4144 con atenuación de intensidad a partir de los 8.000 Hz.

También hemos recogido las dos semivocales [i] [u] y las dos semiconsonantes [j] [w].

En cada caso, se ha medido la intensidad en db. del sonido estudiado 6 ("amplitude") por medio de la envolvente de intensidad en relación a otro punto del mismo enunciado: una [á] tónica incluida en la frase portadora (que se reproducía, por lo tanto, en idénticas condiciones en todos los enunciados), de modo que hemos trabajado siempre con una medida relativa: la diferencia entre la [á] de referencia y el sonido en cuestión. Posteriormente, las cifras obtenidas (tanto por encima como por debajo de cero) se pasaron a números positivos para facilitar su lectura.

Las mediciones fueron efectuadas, por lo general, en el punto central de duración del sonido, excepto para las oclusivas sordas /p, t, k/, en las que tomamos como referencia la barra de explosión, por ser éste el único momento en que la intensidad difería del silencio absoluto (el único, pues, en el que se podían apreciar diferencias entre ellas).

Para la africada /ĉ/ (compuesta, como sabemos, por dos momentos muy distintos, uno oclusivo y otro fricativo 57) hemos efectuado una doble medición: por un lado, la oclusión (que presenta la intensidad más baja de toda nuestra muestra, como veremos), y por otro, la fricación, cuya envolvente de intensidad, por el contrario, es la segunda más alta (después de la de /s/).

El mismo procedimiento se siguió con la realización africada de /y/ ($[\hat{y}]$) —cuyo momento oclusivo es más intenso que el de $/\hat{c}/$ por el carácter sonoro— y con las vibrantes: en $/\bar{r}/$, vibrante múltiple, tomamos por un lado la referencia del momento oclusivo y por otro la del vocálico (prácticamente no aparecen diferencias entre ambos).

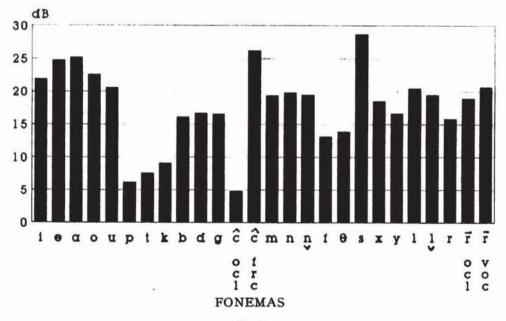
⁵⁶ El análisis se realizó en un sonógrafo KAY 5500.

⁵⁷ Cf. Quilis, Fonética acústica de la Lengua española, pág. 257, y Tratado de Fonología y Fonética españolas, págs. 292-293.

5.2. Resultados generales.

Segmento	Dif. media db.	Segmento	Dif. media db
i	21,92	р	6,17
e	24,74	t	7,53
a	25,18	k	9,07
O	22,53	b	15,70
u	20,58	ъ	17,10
		đ	15,70
m	19,34	ď	17,30
n	19,77	g	16,20
0	19,45	8	16,74
1	20,48	ĉ ocl.	4,80
1	19,34	ĉ fric.	26,20
r	15,80		
₹ ocl.	18,93	f	13,13
r̄ voc.	20,67	θ	13,90
		S	28,68
		x	18,50
		y	19,40
		ŷ fric	17,90
		ŷ ocl.	9,80

INTENSIDAD RESULTADOS GENERALES



La comparación de diferencias medias muestra que el sonido más intenso es, como decíamos, [s], con casi 24 db. más que el momento oclusivo de [ĉ], que ocupa el otro extremo de la escala. La fricación de [ĉ], sin embargo, sólo difiere de [s] en 2,48 db. 58.

A continuación (entre 3 y 6 db. menos) encontramos las vocales (cuya intensidad mayor corresponde a la /a/, seguida de las medias y, por último, de las altas; dentro de cada orden, las anteriores son un poco más intensas que las posteriores, aunque realmente las diferencias entre ellas son pequeñas).

Entre los trabajos consultados, muchos de los que ofrecían datos concretos sobre intensidades intrínsecas de determinados sonidos se referían a vocales: tanto Fairbanks, House y Stevens como Lehiste y Peterson trabajaron sobre las vocales inglesas ⁵⁹; Fónagy estudió las húngaras ⁶⁰ y Rossi las francesas ⁶¹. Todos estos sistemas son bastante más complejos que el del español, por lo que las referencias entre unos y otro no pueden ser entendidas como correspondencias. Sin embargo, se observan tendencias generales bastante paralelas *.

En nuestra lengua, el rango de intensidad entre las cinco vocales (es decir, la diferencia entre la más intensa y la menos) es de 4,6 db., bastante cercano a los 4,5 de Fairbanks o a los 5,5 de Lehiste y Peterson. (Frente a ellos, Fónagy presenta un rango de 12,3 db. para el húngaro, posiblemente achacable a las diferencias entre vocales breves y largas.)

Otro resultado común entre nuestro trabajo y los mencionados es la mayor intensidad relativa del fonema central /a/.

Sin embargo, si atendemos a los resultados de Rossi sobre la percepción de la intensidad de las vocales, la mayor intensidad física de la [a] no implica que sea percibida subjetivamente como más intensa, porque pertenece al grupo de las llamadas "vocales de banda estrecha", mientras que [i], [u] serían "de banda ancha": estas últimas presentan la mayor parte de su ener-

A este respecto, remitimos a los datos proporcionados por Freyman y Nerbonne en "The Importance of Consonant-Vowel Intensity Ratio in the Intelligibility of Voiceless-Consonants", Journal of Speech and Hearing Research, 32, 1989, págs. 524-535: la intensidad del momento fricativo de /ĉ/ es también para el inglés muy alta, intermedia entre /š/ y /s/.

⁵⁹ Cf. Fairbanks, House y Stevens, "An Experimental Study in Vowel Intensities", y Lehiste y Peterson, "Vowel Amplitude and Phonemic Stress in American English", ambos ya citados.

⁶⁰ En su artículo "Electro-Physiological and Acoustic Correlates of Stress and Stress Perception", Journal of Speech and Hearing Research, 9, 1966, págs. 231-244.
61 En su artículo ya citado "L'intensité spécifique des voyelles".

^{*} Cuando este trabajo se encontraba en imprenta tuvimos noticia del artículo de B. Blecua y V. Acín "Propuesta de un modelo de intensidad vocálica del español y el catalán aplicable a un sistema de conversión de texto a habla", Actas del XI Congreso SEPLN, Deusto, 1995.

gía entre 250 y 800 Hz., por un lado, y entre 2.000 y 4.000 Hz. por otro, zonas favorecidas por el oído, lo cual hace que "la vocal reciba, sobre el plano perceptivo, un aumento de sonía (nivel de intensidad subjetiva)" 62. La [a], por el contrario, al tener la energía concentrada entre 800 y 1.600 Hz. (zona no favorecida por el sistema auditivo) no recibiría este aumento subjetivo, perceptivo, de su intensidad.

El elemento esvarabático 63 , como corresponde a su carácter de "vocal parásita", presenta una intensidad muy similar a la de las vocales (0,82 db. más que la media de /a/).

En el mismo nivel que las vocales menos intensas, están algunas realizaciones de las líquidas, las cuales, a su vez, enlazan con las nasales y con el alófono africado de $/\hat{y}/^{64}$.

En la mitad inferior de la escala (a 10 db. de [s]) empezamos a encontrar algunas fricativas: la velar [x], seguida de las realizaciones continuas [b, đ, g]; las menos intensas en este grupo (5 db. menos que [x]) son $[\theta]$ y [f].

Los últimos lugares (inmediatamente anteriores a la oclusión de [ĉ]) están ocupados por la oclusión de [ŷ] y por las oclusivas sordas [k], [t] y [p].

5.3. Escala de intensidades.

Así pues, ésta sería la escala de intensidad de los fonemas españoles que se desprende de nuestro análisis:

	db. relativos
FONEMA /s/	28,68
Fricación /ĉ/	
FONEMA /a/	
FONEMA /e/	24,74
FONEMA /0/	
FONEMA /i/	
PARTE VOCÁLICA /T/	
FONEMA /u/	
FONEMA /1/	
FONEMA /n/	

⁶² Cf. Rossi, art. cit., pág. 154.

⁶³ Cf. Quilis, Tratado de Fonología y Fonética españolas, págs. 337-342.

⁶⁴ Las realizaciones más abiertas de esta consonante se asemejan acústicamente a las de /i/, lo cual quizá explique su alta intensidad y la diferencia entre las realizaciones oclusivas y las fricativas.

	db. relativos
FONEMA /n/	19,45
FONEMA /m/	19,34
FONEMA /1/	19,34
Oclusión /ī/	18,93
FONEMA /x/	18,50
FONEMA /d/	16,66
FONEMA /y/	16,60
FONEMA /g/	16,52
FONEMA /b/	16,10 65
FONEMA /r/	15,80
FONEMA /θ/	13,90
FONEMA /f/	13,13
FONEMA /k/	9,07
FONEMA /t/	7,53
FONEMA /p/	6,17
Oclusión /ĉ/	4.80

Si comparamos estos datos con los que nos ofrece la bibliografía, comprobamos que la diferencia más significativa es que en ningún trabajo anterior se destaca tanto la intensidad de /s/ y de la fricación de /ĉ/. Por lo demás, efectivamente, el fonema más intenso es /a/ en todos los análisis, seguido de las vocales medias y altas. Entre las consonantes, líquidas y nasales aparecen muy igualadas, como se señala en todos los trabajos; les siguen las fricativas 66 y, como elementos menos intensos, las oclusivas sordas.

5.4. Desviación estándar.

La medida de desviación estándar que vamos a mencionar concierne a la diferencia entre informantes: este parámetro, al indicar en qué grado se separan los valores de un conjunto con relación a su media, es un buen índice para saber si esas medias (que son las que en definitiva utilizamos para nuestro trabajo) pueden considerarse representativas del conjunto o no. En nuestro caso, no nos importa la desviación existente entre distintos alófonos (de hecho, es esperable), pero sí las posibles dispersiones para un mismo alófono en distintos informantes (que serían un indicio de falta de estabilidad en sus realizaciones).

⁶⁵ Los resultados correspondientes a /d/, /y/, /g/ y /b/ se han obtenido aquí sin considerar la diferencia entre las realizaciones continuas (más abundantes) y las interruptas.

⁶⁶ La mayor parte de los contextos para /b, d, g/ fueron interiores, por lo que los resultados que presentamos aquí corresponden fundamentalmente a realizaciones continuas.

La máxima de las desviaciones estándar que hemos encontrado corresponde a la [d] inicial, con 8,72 db. (para un rango de 28,6 db. ⁶⁷). La desviación más baja corresponde a [o] final: 2,42 db. La desviación media se situaría en 4,69 db.

En la fig. 2 vemos cómo la mayor parte de las realizaciones aparecen entre 3 y 6 db. de desviación estándar. De hecho, algo más del 65 % de los alófonos está por debajo de 5 db.

DESVIACIÓN ESTÁNDAR

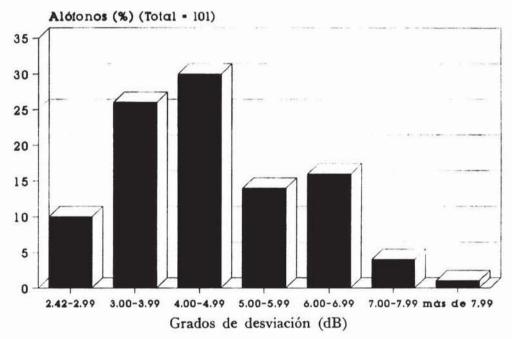


Fig. 2

La posición inicial, a diferencia de la interior, parece especialmente variable: en la fig. 3 se observa cómo la proporción de alófonos en esta posición aumenta a medida que crece la desviación (casi tres cuartas partes de los alófonos iniciales superan la media de desviación).

Sin embargo, las vocales (fig. 4) aparecen como los elementos más estables, con menores diferencias de intensidad entre unos informantes y otros

⁶⁷ Así pues, la diferencia entre la realización más intensa y la menos intensa es algo superior a los 28 db. En el apartado 5.2., decíamos que ambos extremos distaban 24 db. Esta diferencia se debe a que allí se tuvieron en cuenta las medias por fonemas, mientras que aquí analizamos cada alófono por separado.

POSICIÓN INICIAL

Desviación estándar

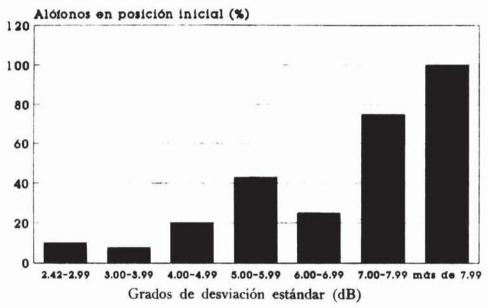


Fig. 3.

VOCALES

Desviación estándar

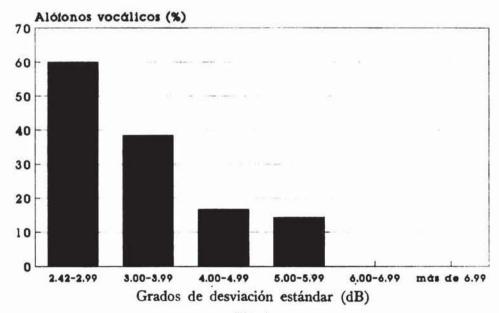


Fig. 4.

(en el grupo de menor desviación estándar, inferior a 3 db., el 60 % de las realizaciones correspondían a vocales).

En el extremo opuesto, el porcentaje de fricativas (fig. 5) es muy bajo en la primera mitad de la escala (desviación estándar inferior a 4,5 db.) y muy alto en el segundo. Esto nos indica que, para la mayor parte de sus realizaciones, hemos recogido unas diferencias de intensidad inter-hablantes bastante altas.

FRICATIVAS

Desviación estándar

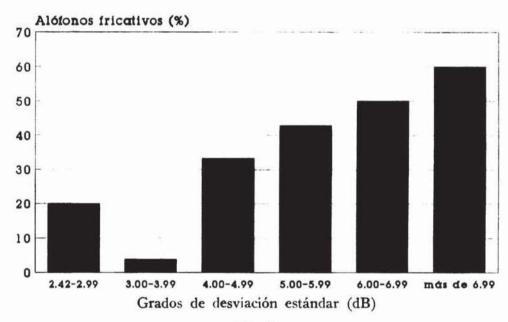


Fig. 5.

5.5. Distribución por rasgos distintivos.

Nuestros resultados, en lo que se refiere a los rasgos distintivos, desde el punto de vista acústico, con pertinencia para el español, son los siguientes⁶⁸:

Para la agrupación de fonemas por rasgos distintivos se han seguido los criterios de Quilis en El comentario fonético y fonológico de textos, Madrid, Arco Libros, 1984, pág. 66:

⁺ Vocálico: /i, e, a, o, u, l, l, r, r/.

⁺ Consonántico: todos los demás.

1)	Vocálico:	21,01	db.	4)	+ Nasal:	19,52	db.
	Consonántico:	15,78	db.		- Nasal:	14,91	db.
2)	Denso:	19,3	db.	5)	Continuo:	19,18	db.
	Difuso:	15,96	db.		Interrupto:	13,65	db.
3)	Grave:	15.77	db.	6)	Sonoro:	16,47	đb.
	Agudo:	18,20	db.		Sordo:	14.22	db.

RASGOS DISTINTIVOS

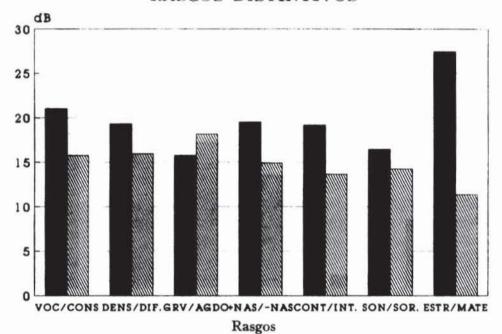


Fig. 6.

```
+ Denso: /e, a, o, k, g, s, y, x, ĉ, ŋ, ]/.
+ Difuso: /i, u, p, b, t, d, f, θ, m, n, 1/.

+ Grave: /o, u, p, b, k, g, f, x, m/.
+ Agudo: /i, e, t, d, θ, s, y, ĉ, n, ŋ/ +—: /a, 1, ½, r, r̄/.

+ Continuo: /f, θ, s, x, m, n, ŋ, 1, ½/.
+ Interrupto: /p, t, k, ĉ, r, r̄/ +—: vocales, /b, d, g, y/.

+ Sonoro: /b, d, g, y/ +— sonoro: vocales, líquidas y nasales.
+ Sordo: /p, t, k, f, θ, s, x, ĉ/.

+ Estridente: /s, ĉ/ +—: vocales, /b, d, g, y, m, n, ŋ, 1, ½, r, r̄/.
+ Mate: /p, t, k, f, θ, x/.
```

La mayor diferencia en intensidad la encontramos en la oposición entre fonemas estridentes (/s/ y / \hat{c} /) frente a mates: los primeros son 16 db. más intensos que los segundos.

El rasgo '+ continuo', característico de los fonemas /f, θ, s, x, m, n, ŋ, l, l/, supone unos 5 db. más que el rasgo interrupto, la misma diferencia que existe entre los '+ vocálicos' (vocales y líquidas) y los '+ consonánticos'.

Por lo demás, las nasales son ligeramente más intensas que las orales (4,61 db. de media), mientras que entre densos/difusos y graves/agudos las diferencias son mínimas, de 2 a 3 db.

Con respecto a la oposición sonoridad/sordez, los datos proporcionados más arriba indican que la diferencia entre sordos y sonoros es muy pequeña (alrededor de 2 db. más para los segundos). Sin embargo, estos resultados se basan en la clasificación acústica de los fonemas españoles según sus rasgos distintivos⁶⁹; en nuestro sistema, el rasgo '+ sonoro' sólo es pertinente en la definición de /b, d, g, y/. Naturalmente, hay más elementos sonoros en español, aunque tal rasgo no actúe para su definición: nasales, líquidas y vocales. La media de todas las consonantes sonoras es 4 db. más intensa que la de las sordas (18,12/14,04 db.), y si sumamos a las primeras los valores de las vocales la diferencia es de 5,68 db. (19,72/14,04 db.).

5.6. Realizaciones anormales.

En nuestras grabaciones aparecen, aisladamente, algunos fenómenos propios del habla que alteran, en cierta medida, las características previas de los fonemas, fundamentalmente sonorizaciones de sordas y ensordecimientos de sonoras.

Aunque, por su escasa frecuencia, no ha sido necesario excluirla de los recuentos anteriores, nos ha parecido conveniente señalar en algún momento sus peculiaridades.

Las realizaciones sonorizadas de las oclusivas sordas ⁷⁰ se presentan algo más intensas que las medias de tales fonemas en su realización normal (desde un aumento de 9,2 db. para [ĉ] hasta diferencias mínimas —inferiores a 1 db.— en [k]).

⁶⁹ Véase la nota anterior.

 $^{^{70}}$ Cinco casos para /p/, cuatro paro /t/, cuatro para /k/ y dos para el segmento oclusivo de /ĉ/.

En la misma línea, las [g] ensordecidas ofrecen 8 db. menos que las plenamente sonoras 71.

5.7. Distribución por modos de articulación.

Si dejamos aparte las cinco vocales del español, cuya intensidad supera en más de 12 db. a cualquiera de los elementos consonánticos, los fonemas más intensos, en cuanto a modos de articulación, son las laterales, /l/ y /l/, seguidas muy de cerca por nuestras tres nasales; la diferencia entre estos dos órdenes y el de las oclusivas (los menos intensos 72, como veíamos) supera los 9 db.

Entre ambos extremos, y por orden de intensidad decreciente, están fricativas ⁷³ y vibrantes (casi igualadas) y /ĉ/ africada, cuyo momento fricativo le compensa la falta de intensidad del momento oclusivo ⁷⁴.

Vocales: 22,79

Consonantes:

Oclusivas: 10,35
Fricativas: 18,29
Africada: 15,09
Nasales: 19,64 75
Laterales: 19,91
Vibrantes: 18,23

Como vemos, se confirma lo indicado por Malécot, ya en 1955, en cuanto al orden creciente oclusivas-fricativas-nasales.

⁷¹ Cf. lo que acabamos de decir sobre la repercusión de la sonoridad/sordez sobre las variaciones de intensidad.

Fin el trabajo de Freyman y Nerbonne ya citado, se ofrecen unas cifras correspondientes a las intensidades de /p, t, k/ inglesas. Sus datos se alejan mucho de los nuestros: /p/ aparece como el sonido más intenso (3 db. más que /š/ y cinco más que /s/), mientras /t/ y /k/ presentan un nivel similar al de /s/. Creemos que estas diferencias se deben a que las oclusivas inglesas son aspiradas, y fue justamente la aspiración —la salida turbulenta del aire tras la oclusión— el momento que se tomó como referencia para las mediciones.

Entre las fricativas tenemos, como veíamos, desde sonidos muy intensos, como [s], hasta otros, como [f] o [θ], 15 db. por debajo del anterior. A este respecto nuestros datos coinciden con los de Freyman y Nerbonne: sus [f] y [θ] presentan 10 y 13 db. menos que [s].

⁷⁴ Cf. nota 58.

Tas diferencias que se observan entre este recuento y el que ofrecimos en la clasificación por rasgos acústicos se deben a que aquellos datos se tomaron a partir de la media previa de cada fonema, mientras que ahora tomamos por separado las distintas posiciones.

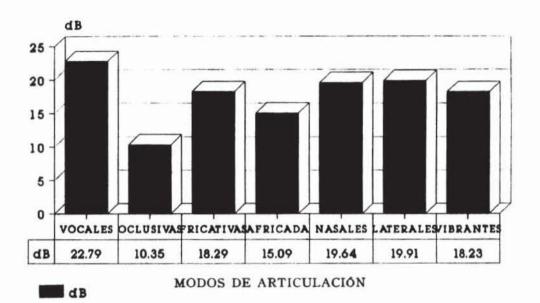


Fig. 7.

Diferencia de intensidad entre sonidos en posición inicial e interior

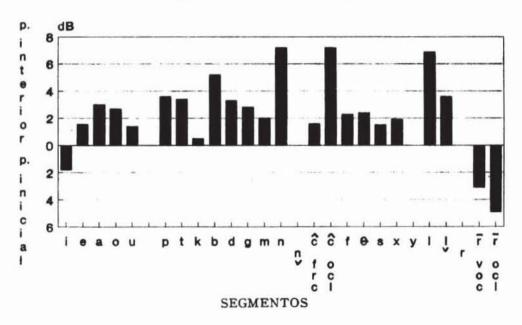


Fig. 8.

5.8. Posiciones silábicas.

Analizamos en este apartado la relación entre la intensidad de los fonemas y factores como su posición dentro del grupo fónico (inicial, interior o final), la posición de las consonantes respecto a su núcleo silábico, y el carácter tónico o átono de la sílaba:

1.1.—Consonante en sílaba tónica:	16,90 db.
1.2.—Consonante en sílaba átona:	17,95 db.
1.3.—Consonante inicial:	13,21 db.
1.4.—Consonante implosiva:	17,87 db.
1.5.—Consonante tras nasal:	18,33 db.
2.1Vocal interior tónica:	25,05 db.
2.2Vocal interior átona:	21,38 db.
2.3.—Vocal inicial:	23,36 db.
2.4.—Vocal final:	23,28 db.
2.5.—Semivocales, semiconsonantes:	20,52 db.

5.8.1. Posición inicial, interior y final de grupo fónico.

En cuanto a la situación de los fonemas dentro de su grupo fónico, destacamos la menor intensidad que conlleva la posición inicial absoluta, después de pausa. En la fig. 8 se representan las diferencias pormenorizadas, en db., entre elementos iniciales e interiores: sólo en las vibrantes y en /i/ encontramos un resultado favorable a la posición inicial.

Las vocales finales, sin embargo, no presentan en nuestra muestra el descenso de intensidad que podría esperarse de esa posición ⁷⁶.

5.8.2. Tensión v distensión silábicas.

La diferencia de intensidad entre fonemas según su posición respecto al núcleo de la sílaba merece un análisis más detallado: la posición implosiva presenta una consecuencia fonológica importante: la neutralización. Las realizaciones de los archifonemas resultantes son muy variadas:

⁷⁶ Quizá esto se relacione con el hecho de que la muestra es de lectura y estilo cuidado.

(Archi)fonema	Realización	Frecuencia (%)	INTENSIDAD (db.)	DIF. CON EXPL
/B/	[p]	30	9,17	+ 3
	[p]-snz.	10	9,50	
	[b]	20	14,75	0,95
	[6]	25	15,40	— 1,70
	[t]-ens.	15	15,17	
/D/	[t]	21,05	10	+ 2,47
	[t]-snz.	5,26	9	
	[d]	15.79	11,33	- 4,37
	[đ]	42,10	17	- 0,30
	[đ]-ens.	5,26	10	
	[0]	10,52	17	+ 3,10
/G/	[k]	20	10	+ 0,93
	[k]-snz.	5	15	
	[g]	15	10	— 6,2
	[8]	25	15,40	- 1,34
	[g]-ens.	10	6,5	
	[x]	15	10,33	— 8,17
	[x]-snz.	10	9	
/N/	[m]	50	19,40	+ 0,06
	[n]	50	19,17	— 0,6
/s/			29,46	+ 0,78
/1/			19,53	- 0,95

Destacamos, en primer lugar, el comportamiento constante de los fonemas y del archifonema no oclusivos (/s, l, N/), que no presentan diferencias apreciables según su posición silábica.

Los oclusivos, sin embargo, presentan una gran variación en los resultados: hay realizaciones que no ofrecen diferencias ([b], [d] y [k]); otras, resultan más intensas en tensión silábica ([b], [d], [g] y [x]); algunas, por último, presentan mayor intensidad en la fase distensiva de la sílaba ([p], [t] y $[\theta]$).

5.8.3. Intensidad y acento.

La relación entre la intensidad y el acento no existe entre las consonantes: en el recuento total hay apenas 1 db. de diferencia entre las que apa-

⁷⁷ Remitimos al párrafo 4.2 para referencias bibliográficas sobre el papel de la intensidad en la percepción del acento.

recen en sílaba tónica y las que lo hacen en sílaba átona. Y en el gráfico por fonemas comprobamos que, de hecho, la mayor parte presenta más intensidad cuando acompaña a vocal no acentuada que en el caso contrario (excepto /p, b, f, s/) ⁷⁸.

Entre las vocales sí se pueden apreciar variaciones algo más significativas: 3,67 db. más para las tónicas en la media global, que se confirman al desglosar por fonemas: es en /a/ donde más se nota la diferencia (6,4 db.), seguida de /u, e, o/. No obstante, las realizaciones inacentuadas de /i/ son ligeramente más intensas que las acentuadas (1,6 db. de diferencia).

Diferencia de intensidad entre sonidos en sílaba tónica y en sílaba átona

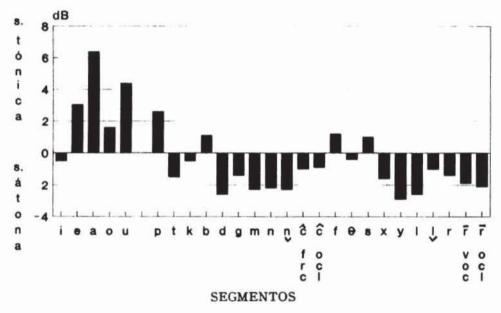


Fig. 9.

Conclusiones.

Nuestros resultados muestran que los sonidos más intensos del español son los que presentan el rasgo '+ estridente': [s] y la fricación de [ĉ]. Les siguen los que tienen el rasgo '+ vocálico': la vocal [a], en primer término

⁷⁸ Como ya dijimos en § 4.2, nuestros resultados difieren, en este punto, de los obtenidos por Olabe (en su obra citada en nota 30), debido, posiblemente, a un planteamiento de su trabajo distinto al nuestro: enfoque orientado hacia síntesis de habla, un solo locutor, etc.

—la más intensa en todos los estudios que se han realizado hasta el momento—, seguida de las medias y de las altas; el elemento esvarabático de la vibrante, y las líquidas y nasales, muy igualadas en todos los trabajos. Vienen después las fricativas y las oclusivas, las menos intensas en todos los estudios, y por último, la oclusión de [ĉ].

Considerando la influencia de factores como la posición (en la sílaba y en el grupo fónico) y el acento, hemos visto, por un lado, que la diferencia entre la fase silábica tensiva y la distensiva no tiene consecuencias uniformes sobre la intensidad; si consideramos la posición del sonido dentro de su grupo fónico, las únicas variaciones significativas se presentan entre posición interior y posición inicial (ésta supone menor intensidad) y entre núcleo vocálico y elemento vocálico no nuclear (semivocales o semiconsonantes); la influencia del acento, por último, se hace sentir sobre las vocales (más intensas si son tónicas), pero no sobre las consonantes que las acompañan.

Si buscamos un correlato entre la posición de los órganos fonadores y la intensidad específica de los sonidos (no su sonía), nos encontramos que, en el caso de las vocales ⁷⁹, a grandes rasgos se cumple la hipótesis de Fairbanks ⁸⁰, según la cual a mayor abertura corresponde mayor intensidad ⁸¹.

El estudio de la conexión entre la intensidad y otros parámetros como el timbre, las duraciones o el fundamental, resulta mucho más interesante a la luz de los resultados que arroje un cálculo previo de la sonía de cada elemento, por lo que, aunque se han mencionado aquí algunos estudios realizados al respecto, nos ocuparemos de ello en un trabajo próximo.

Como síntesis final, reproducimos aquí la escala de intensidad que hemos presentado:

Fintre las consonantes, las variaciones se deben, como hemos visto, a varios factores, además de la abertura de la cavidad bucal, puesto que [s], el sonido más intenso, es mucho más cerrado que otros como [1], [x], etc.

⁸⁰ Expuesta en su artículo ya citado "A Physiological Correlative of Vowel Intensities".

No obstante, habría que determinar cuál de las dos vocales medias del español es más abierta y cuál de las dos cerradas es más cerrada, para observar si se sigue cumpliendo esa estimación. Rossi en su trabajo ya citado sobre las vocales del francés, "L'intensité spécifique des voyelles", pág. 137, considera que sus datos la invalidan.

ESCALA DE INTENSIDAD DE LOS SONIDOS EN ESPAÑOL

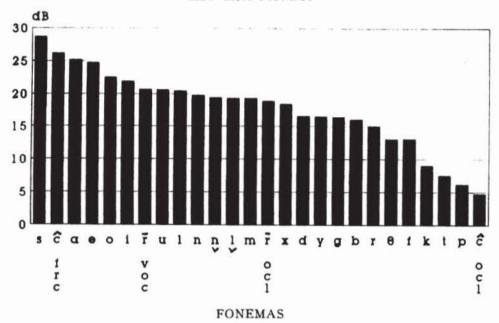


Fig. 10.