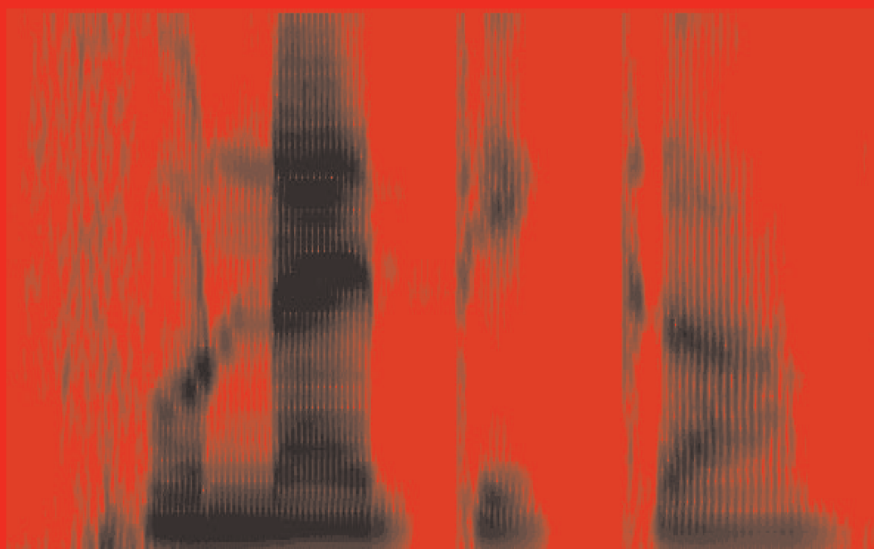


Estudios de Fonética Experimental

XXII



[f u 'n ε t i k ə]

LF 
Laboratori de Fonètica

 
Universitat de Barcelona

Barcelona, 2013

ÍNDICE

Artículos

<i>Caracterización acústica de las aproximantes espirantes en español</i> <i>[Acoustic characteristics of spirant approximants in Spanish]</i> Eugenio Martínez Celdrán.....	p. 11
<i>Apuntes para la caracterización articulatoria experimental del vocalismo del español</i> <i>[Notes for an articulatory experimental characterization of Spanish vowels]</i> Alexander Iribar Ibabe	p. 37
<i>¿Hay una frontera prosódica entre las hablas de Transilvania y las de Moldavia?</i> <i>[Is there a prosodic boundary between the Transylvania and Modavia spoken languages?]</i> Adrian Turculeț y Cristina Bleorțu	p. 81
<i>Caracterización articulatoria de ele en español y euskara</i> <i>[Articulatory characterization of ele in Spanish and Basque]</i> Alexander Iribar, Rosa Miren Pagola e Itziar Túrrez	p. 129
<i>The extent of tonal events: intonational hat patterns in Chilean Spanish</i> <i>[El alcance de los eventos tonales: los contornos entonacionales tipo sombrero en el español chileno]</i> Brandon M. A. Rogers	p. 171
<i>La «r francesa» en Sóller (Mallorca) y su relación con la adquisición de L1 y L2 en hablantes bilingües catalanodominantes</i> <i>[«French r» in Sóller (Majorca) and its relationship with L1 and L2 acquisition in catalan-dominant bilingual speakers]</i> Miguel Llompart	p. 193
<i>El eje oclusión-fricción en el sistema sociofónico del castellano chileno</i> <i>[The occlusion-friction axis in the sociophonetic system of Chilean Spanish]</i> Mauricio Figueroa, Gastón Salamanca y Marco Ñanculeo	p. 233

*Transcripció fonètica i fonològica de l'entonació:
una proposta d'etiquetatge automàtic*
[Phonetic and phonological transcription of intonation:
a proposal of automatic labeling]

Paolo Roseano y Ana Ma. Fernández Planas p. 275

Miscelánea

TP (v.3.1): Una herramienta para experimentos de percepción
[TP (v.3.1): A tool for experiments of perception]

Giane Rodrigues dos Santos, Andréia Schurt Rauber, Anabela Rato,
Denise Cristina Kluge y Marcos Guilherme de Figueiredo p. 335

*Marco de trabajo tecnológico para la realización de estudios
de caracterización articulatória sobre imágenes MRI*
[Framework...]

José Luis García Arroyo, Begoña García Zapirain,
Ibon Oleagordia Ruiz y Amaia Méndez Zorrilla p. 367

Notas y reseñas

Brian Mott (2011): *English Phonetics and Phonology for Spanish
Speakers*, Barcelona, Publicacions i Edicions UB, segunda edición.

Maria-Josep Solé p. 407

Antonio Hidalgo y Mercedes Quilis (2012): *La voz del lenguaje:
fonética y fonología del español*, Valencia, Tirant Humanidades.

Yolanda Congosto Martín p. 411

«Estudios de Fonética Experimental» informa:

Procedimiento y normas para la presentación de originales
(actualización) p. 419

Suscripciones p. 424

Anuncios:

Máster oficial en fonética y fonología. CSIC-UIMP p. 427

VI Congreso Internacional de Fonética Experimental p. 428

**APUNTES PARA LA CARACTERIZACIÓN ARTICULATORIA
EXPERIMENTAL DEL VOCALISMO DEL ESPAÑOL**

**NOTES FOR AN ARTICULATORY EXPERIMENTAL
CHARACTERIZATION OF SPANISH VOWELS**

ALEXANDER IRIBAR IBABE
Universidad de Deusto
Alex.iribar@deusto.es

Artículo recibido el día: 1/03/2013
Artículo aceptado definitivamente el día: 15/05/2013
Estudios de Fonética Experimental, ISSN 1575-5533, XXII, 2013, pp. 37-80

RESUMEN

Este trabajo presenta imágenes de resonancia magnética (MRI) de la producción vocálica de cuatro informantes representativos del castellano hablado en el País Vasco. Mediante un *software* específico, se ha medido con precisión el punto más alto del dorso lingual de 436 imágenes vocálicas MRI, y se ha confeccionado el triángulo articulatorio de cada informante, así como el correspondiente a los datos generales. Por otra parte, también se han obtenido los habituales triángulos acústicos, para efectuar las comparaciones oportunas, que muestran una falta de adecuación entre los datos de las dos perspectivas.

Palabras clave: *vocalismo, español, MRI, triángulo articulatorio, triángulo acústico.*

ABSTRACT

This paper presents magnetic resonance images (MRI) of vowel production of four informants representing the spoken Spanish in the Basque Country. Using special software, it has been accurately measured the highest point of the tongue dorsum of 436 MRI images, and it has been made the articulatory triangle of each informant, and the corresponding general data. There has also been obtained the usual acoustic triangles to make the appropriate comparisons, showing a poor match between the data from the two perspectives.

Keywords: *vocalism, Spanish, MRI, articulatory triangle, acoustic triangle.*

1. PRESENTACIÓN

En la producción vocálica, la lengua, vista desde una perspectiva *midsagital*, genera una línea curvada, característica de cada segmento. Lógicamente, esta curva sólo es expresable, en su conjunto, por un número considerable de puntos. Para confeccionar un triángulo o un esquema articulatorio, se toma tradicionalmente uno solo de esos puntos, el correspondiente a la posición más elevada de la curva lingual, y se traslada a un eje de coordenadas¹. De esta manera, la compleja información de una curva se simplifica extraordinariamente, puesto que se atiende únicamente a la posición del punto más alto del arco lingual (en adelante, PMADAL) respecto a los ejes vertical (o de abertura, por el que las vocales son más o menos cerradas o abiertas) y horizontal (o de localización, por el que las vocales son más o menos anteriores o posteriores).

Esta simplificación ha sido ampliamente discutida, puesto que, ya desde las primeras observaciones radiológicas, resultó bastante claro que el PMADAL no siempre refleja las posiciones teóricas de las vocales con respecto a los dos ejes de abertura y localización². Puede trazarse una amplia trayectoria bibliográfica, a lo largo de varias décadas del siglo XX, que examina la validez de la perspectiva de análisis del vocalismo en términos de abertura y localización de un solo punto³. En definitiva, está claro que la localización de un solo punto en un eje de coordenadas no es capaz de proporcionar toda la información necesaria para la descripción exhaustiva de la articulación vocálica; pero, por otra parte, no es menos cierto que ese solo punto proporciona una información importante acerca de la producción vocálica, que en no pocas ocasiones –al menos en sistemas vocálicos no excesivamente complejos–, y con el añadido de la protrusión labial, resulta suficiente para su cabal entendimiento⁴.

¹ Puede consultarse al respecto, entre otros muchos, Ladefoged (1975: 12-13).

² Ya Meyer (1910) había observado que la vocal [ɪ] del alemán puede ser más baja que la vocal [e:].

³ No es éste el momento de examinar con detalle esta discusión. Un resumen suficiente puede encontrarse en Fisher-Jørgensen (1985). Algunos hitos destacados son: Russell (1928, 1936), Ladefoged (1962, 1975), Ladefoged-DeClerk-Lindau-Papçun (1972), Wood (1975, 1979, 1982).

⁴ Es muy significativo, a este respecto, el caso de Fant (1960), quien, antes de abordar los cálculos de las áreas de las cavidades resonadoras, tarea que, como es sabido, constituyó el

El español carece de una propuesta de triángulo articulatorio realizada a partir de imágenes reales de la producción. Navarro Tomás (1916, 1918) fue pionero en la obtención de imágenes radiológicas, y sus datos sobre la articulación vocálica han sustentado las descripciones posteriores durante prácticamente un siglo; sin embargo, Navarro no confeccionó ningún esquema articulatorio, puesto que asumía como válido y representativo de la producción vocálica el conocido triángulo de Hellwag (1780). Hay que esperar hasta Quilis (1970) para encontrar más imágenes radiológicas sagitales del vocalismo del español, pero tampoco en este caso se ofrece otro esquema articulatorio que el heredado de la tradición de Hellwag (1780). Unos años más tarde, Martínez Celdrán (1984) proporciona nuevas imágenes radiológicas, pero no confecciona con ellas ningún triángulo articulatorio. Ya en este siglo, el trabajo de Gurlekian, Elisei y Eleta (2004) sobre las vocales del español en Argentina ofrece unas excelentes imágenes obtenidas mediante la resonancia magnética (MRI), así como unos interesantes cálculos sobre las medidas de los resonadores, pero tampoco se interesa por el triángulo articulatorio.

El presente trabajo⁵ pretende medir la localización del PMADAL en imágenes MRI de las vocales del español del País Vasco producidas por cuatro informantes, y realizar con ellas los esquemas o triángulos articulatorios de sus respectivos vocalismos, así como de los valores generales de todos ellos. Con esta tarea, no se pretende en ningún modo ofrecer una completa caracterización articulatoria del vocalismo, sino únicamente una primera base sólida sobre la que asentar futuros trabajos de análisis experimental.

2. METODOLOGÍA

2.1. Obtención de los materiales

Para la realización de este trabajo se han utilizado las imágenes de resonancia magnética (MRI) de la producción vocálica de cuatro informantes del español, obtenidas en el desarrollo del proyecto de investigación DAELPACE⁶.

punto de partida para la gran mayoría de los trabajos posteriores, confeccionó el *triángulo vocálico* del japonés a partir precisamente del PMADAL.

⁵ Este trabajo presenta parte de los resultados de mi tesis doctoral (2012).

⁶ El proyecto DAELPACE (*Descripción articulatoria experimental de la lengua: parámetros articulatorios del castellano y del euskara*) ha contado con la subvención del

Los informantes seleccionados para el proyecto, de entre 20 y 50 años de edad, cuentan con las condiciones requeridas, tanto desde el punto de vista lingüístico-articulatorio (hablantes representativos del nivel medio-alto de la variedad estándar del español del País Vasco) como desde la perspectiva fisiológica (configuración orofaríngea normal, ausencia de piezas metálicas en la boca y de incompatibilidades médicas). La información correspondiente a cada informante es la siguiente:

1. C01: mujer, 49 años⁷, natural de Bilbao con estudios superiores.
2. C02: mujer, 45 años, natural de Barakaldo (Bizkaia), con estudios superiores.
3. C03: mujer, 47 años, natural de Bilbao, con estudios superiores.
4. C04: hombre, 42 años, natural de Bilbao, con estudios superiores.

Antes de las sesiones de grabación de MRI, estos informantes fueron analizados acústicamente en el Laboratorio de Fonética de la Universidad de Deusto, para comprobar su idoneidad y disponer de los parámetros acústicos de sus realizaciones, lo que permite la comparación con los articulatorios. Además, fueron entrenados para optimizar las sesiones de grabación de MRI, que se realizaron en el Hospital Quirón Bizkaia mediante un equipo GE 1,5T. *HealthCare*⁸. En cada sesión, se han obtenido secuencias dinámicas SSFSE (*Single Shot Fast Spin Eco*) con TR de 4,8 y TE de 1,3, de 58 segundos y 24 fotogramas por captura, en un plano *midsagital*. Por tanto, el total de imágenes obtenidas asciende a 480 (24 imágenes x 5 vocales x 4 informantes).

El cuestionario aplicado en las sesiones de grabación consistía, en nuestro caso, en la reproducción sostenida de cada vocal tras un apoyo con la bilabial sorda [p], de

MICINN (Referencia FFI2009-10706) durante el periodo 2010-2012. El proyecto ha sido desarrollado por equipo multidisciplinar; el subequipo lingüístico lo forman Rosa Miren Pagola (investigadora principal), Itziar Túñez y Alexander Iribar, más las colaboradoras de investigación Maialen Garbizu, Ainara Iturbe y Raquel Gómez; el subequipo técnico (ingeniería, física, informática y medicina) lo forman Begoña García Zapirain, Amaia Méndez e Ibon Ruiz Oleagordia, con la colaboración de José Luis Arroyo.

⁷ La edad se refiere siempre al momento de realización de la encuesta.

⁸ El protocolo técnico de grabación de las resonancias fue diseñado y supervisado por el Dr. Estepan Imanol Gainza Jauregi, del Hospital Quirón Bizkaia.

modo que se evitara cualquier posible influencia consonántica lingual en la articulación vocálica.

2.2. Obtención de los datos articulatorios

Todas las imágenes MRI se han medido mediante el *software* DicomPas (García Arroyo *et al.* 2013). El parámetro medido ha sido el PMADAL (*punto más alto del arco lingual*).

En una imagen MRI, un punto fijo se define en relación a una eje de coordenadas, que puede compararse con la habitual carta de formantes vocálicos, puesto que el eje horizontal X se relaciona con la localización antero-posterior, y el eje Y vertical, con la abertura.

DicomPas permite guardar la información numérica correspondiente a la localización de cualquier punto de una imagen MRI, medido en relación a un punto cero situado en el ángulo superior izquierdo. La escala de los dos ejes de referencia tiene un rango de 0-255 (las imágenes son cuadradas). Como sabemos la medida real de un pixel (1,0938 mm. de lado en la mayoría de los casos), podemos fácilmente convertir las medidas tomadas de píxeles a milímetros.

Puesto que el encuadre de la cabeza de cada informante en la imagen es diferente⁹, los puntos fijos obtenidos de la manera descrita no resultan comparables entre los distintos informantes¹⁰.

Del mismo modo, para comparar un mismo punto medido en las 24 imágenes de una secuencia de un mismo informante, debemos estar seguros de que el encuadre de la cabeza sea exactamente igual. Hay que tener en cuenta que, precisamente para que las imágenes cumplan adecuadamente su función de diagnóstico médico, al informante-paciente se le fija la cabeza al ser introducido en el escáner. No obstante, para comprobar el resultado de la fijación efectuada por el personal médico, medimos un punto invariable desde el punto de vista fisiológico o anatómico en todas las imágenes de las cinco vocales del informante C01: el

⁹ Un imagen representativa de la articulación de cada vocal y de cada informante se muestra en el Anexo.

¹⁰ En el siguiente apartado se expondrá un procedimiento de normalización de los datos, que supera el problema de los diferentes encuadres.

ángulo inferior izquierdo de la primera vértebra. La figura 1 muestra dicho punto fijo en una [o] (el trazo ha sido engrosado posteriormente):



Figura 1. Localización de un punto fijo en una imagen MRI (informante C01).

Efectuadas las mediciones oportunas con las grabaciones de C01, se comprueba que, efectivamente, el punto fijo no experimenta prácticamente variaciones a lo largo de las imágenes que componen cada captura de RMI. No obstante, la nitidez de las secuencias no es siempre la misma; además, la calidad del pixelado de la imagen no siempre permite delimitar con exactitud los límites o bordes de sus componentes. Por estas razones, el mismo punto fijo parece a veces resultar mejor medido con un desplazamiento mínimo del cursor en alguna dirección (izquierda, derecha, arriba o abajo). En el *software* DicomPas, un golpe de cursor desplaza el punto fijo 1 pixel. Por tanto, podemos establecer que el margen de error de las medidas de puntos fijos ocupa un cuadrilátero de tres píxeles de lado, en cuyo centro quedaría el pixel que ha sido medido, y cuyos valores anotamos. Dicho de otra manera: los valores de los ejes X e Y pueden sufrir un sesgo de ± 1 pixel (1,0938 mm., por tanto).

Al comparar las coordenadas del punto fijo de las cinco vocales de cada informante (la pequeña variación señalada en cada conjunto de 24 imágenes queda resuelta anotando el valor más frecuente), se comprueba que sí existe a veces una ligera diferencia de encuadre entre las capturas. Para corregir esta desviación, y

garantizar la normalización de las medidas de las cinco vocales de cada informante entre sí, se efectúan las oportunas correcciones, partiendo en cada caso del valor de la vocal [i], como muestra la tabla 1¹¹:

	[e]		[a]		[o]		[u]	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
C01	0	-5	0	-10	0	-1	0	-1
C02	-1	0	1	-1	-1	0	-1	0
C03	-1	-1	0	0	0	0	1	1
C04	0	0	0	0	1	0	0	1

Tabla 1. *Ajustes en píxeles de los valores de punto fijo.*

Por último, es necesario indicar que, de las 24 imágenes de que consta cada captura, no todas pueden utilizarse en el análisis, debido a que no siempre el informante mantiene la posición articulatoria adecuada¹². En total, de las 480 imágenes obtenidas, han podido analizarse finalmente 436¹³.

3. RESULTADOS OBTENIDOS

Se presentan en este apartado los datos relativos a los cuatro informantes analizados: valores de PMADAL, áreas de dispersión articulatoria, esquemas articulatorios y medidas de distancias y de áreas vocálicas.

¹¹ Curiosamente, un informante (C01) presenta una variación entre el encuadre de sus cinco vocales mucho más acusada que el resto.

¹² De los movimientos que interrumpen esa posición, el más frecuente es la deglución de saliva.

¹³ Las imágenes rechazadas son, respectivamente para [i-e-a-o-u]: [9,17-9-3,17-4,23-12,13,22] de C01, [9,10,21-6,10,11,12,23-4,6,16,19-1,4,11,13,22-16,20] de C02, [5,7,16,20-8-0-5,12,17,20,21.19] de C03 y [0-12-1,2,16-0-0] de C04.

3.1. El informante C01

La tabla 2 muestra los valores de la media y de la desviación típica de los dos ejes de localización del PMADAL del informante C01:

		Media	Desviación
[i]	X	61,18	0,73
	Y	171,50	0,51
[e]	X	57,61	0,65
	Y	173,09	0,51
[a]	X	64,45	1,43
	Y	181,05	0,21
[o]	X	82,50	0,85
	Y	177,91	0,42
[u]	X	77,95	1,11
	Y	173,81	0,51

Tabla 2. Valores en píxeles del PMADAL de C01.

La desviación es siempre mayor en el eje horizontal X (equivalente a la localización) que en el vertical Y (equivalente a la abertura), especialmente en los casos de [a] y [u].

Si colocamos en un eje de coordenadas todos los valores registrados, obtenemos las áreas de dispersión del parámetro analizado, que muestran el margen de libertad del informante en la ubicación del PMADAL. Los pocos puntos que componen cada área en la figura 2 reflejan la relativa estabilidad articuladora encontrada¹⁴; por otro lado, en cambio, no permiten conocer cuáles son los valores más repetidos de cada área de dispersión. Con los valores medios del PMADAL de las cinco

¹⁴ Las 22 imágenes de [i] coinciden en 5 puntos de localización de su PMADAL; las 23 de [e], en 9 puntos; las 22 de [a], en 7; etc.

vocales, colocados sobre una imagen de [a], obtenemos el pentágono –mejor que triángulo– articulatorio de C01:

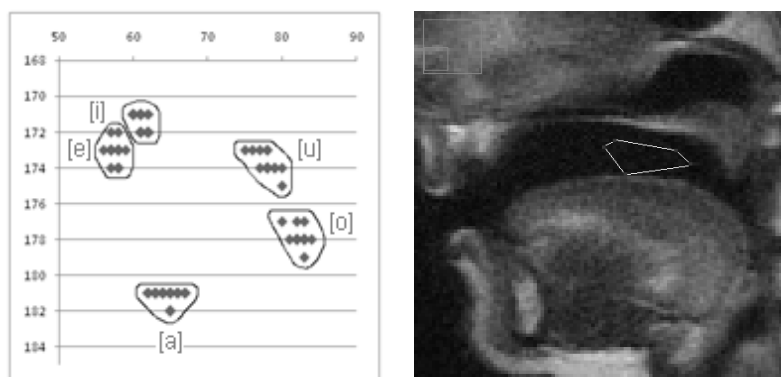


Figura 2. Áreas de dispersión articulatoria (en píxeles) y pentágono articulatorio de C01.

En esta imagen se observa que las vocales medias [e, o] se sitúan en los extremos externos del polígono, de modo que –siempre según el PMADAL– [e] resulta más adelantada que [i] y [o] resulta más atrasada que [u]. Por su parte, la vocal central [a] presenta prácticamente el mismo grado de adelantamiento que las vocales anteriores [e, i].

En cuanto a la abertura, las vocales anteriores [i, e] son más cerradas que sus respectivas posteriores [o, u]. La distancia [i-u] es mucho más pequeña que la diferencia [e-o], de modo que [i, e, u] resultan aproximadamente con el mismo grado de abertura.

Los valores reales de distancia entre las cinco vocales del C01 y el área del pentágono aparecen en la tabla 3:

Distancias primarias	[i – a]	17,91
	[a – u]	20,64
	[i – u]	15,11
Distancias secundarias	[e – i]	6,00
	[e – a]	14,27
	[e – o]	23,51
	[e – u]	18,95
	[o – u]	6,62
	[o – a]	21,06
	[o – i]	20,75
Área del pentágono		239,06
Área del triángulo [i – a – u]		131,83

Tabla 3. *Distancias (en mm.) y áreas (en mm.²) de las vocales de C01.*

3.2. El informante C02

Como en el caso anterior, comenzamos colocando en la tabla 4 los valores de media y desviación típica del PMADAL:

		Media	Desviación
[i]	X	77,48	0,81
	Y	133,71	0,46
[e]	X	78,74	0,65
	Y	136,79	0,41
[a]	X	83,00	1,17
	Y	148,15	0,58

[o]	X	88,84	1,30
	Y	147,00	0,47
[u]	X	89,00	2,91
	Y	140,77	1,06

Tabla 4. Valores en píxeles del PMADAL de C02.

Los valores de desviación, siempre mayores en el eje horizontal (X), son especialmente relevantes en las vocales no anteriores, sobre todo en [u]. En esta vocal, la informante parece presentar dos modelos de producción: uno más alto y adelantado, y otro más bajo y retrasado.

Trasladados los valores obtenidos a un eje de coordenadas, obtenemos el siguiente cuadro de áreas de dispersión articulatoria (figura 3), donde se aprecia gráficamente lo señalado para la vocal [u]. Con los valores medios de PMADAL, se obtiene el siguiente pentágono articulatorio, mostrado sobre una imagen MRI correspondiente a la vocal [a]:

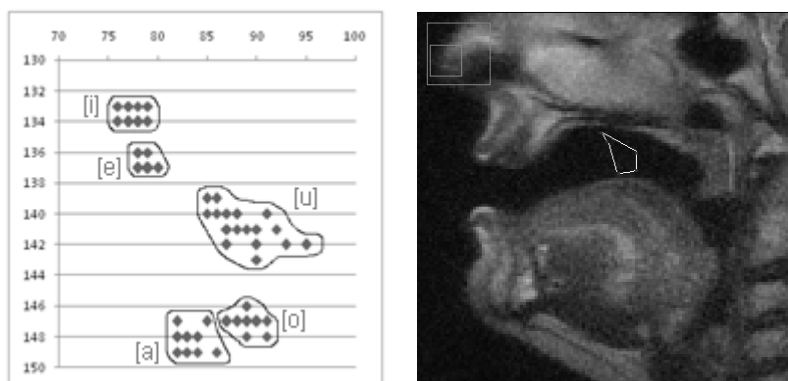


Figura 3. Áreas de dispersión articulatoria (en píxeles) y pentágono articulatorio de C02.