

# Cambios en la trayectoria formántica de las vocales del español rioplatense

Sofía Romanelli<sup>1</sup> y Andrea Menegotto<sup>2</sup>

## Introducción

Tradicionalmente, las vocales se describieron como entidades estáticas, analizadas en un único punto de la vocal que correspondía a la región central o núcleo de la vocal (Peterson y Barney, 1952). Sin embargo, actualmente existe evidencia experimental que demuestra que los cambios en el tiempo de las frecuencias de los formantes contribuyen en la identificación de las vocales, tanto de monoptongos como de diptongos (Assmann y Katz, 2000; Elvin, Williams y Escudero, 2016; Escudero y Vasiliev, 2011; Hillenbrand *et al.* 1995; Jacewicz y Fox, 2012; Nearey y Assmann, 1986; Watson y Harrington, 1999; Zahorian y Jagharghi, 1993).

En 1986, Nearey y Assmann acuñaron el término *Vowel Inherent Spectral Change (VISC)* para referirse a los cambios en las propiedades espectrales

---

<sup>1</sup> Doctora en Lingüística (UBA, 2015), Magíster en Formación de Profesores de Español como LE (Universidad de León, 2010) y Profesora de Inglés (UNMdP, 2007). Trabaja en la cátedra de *Fonética y Fonología Inglesa I* de la UNMdP y es becaria post-doctoral de CONICET. Programa de Español para Extranjeros (UNMDP - CONICET). Facultad de Humanidades. Universidad Nacional de Mar del Plata – Argentina. Correo electrónico: [sofiroma82@hotmail.com](mailto:sofiroma82@hotmail.com)

<sup>2</sup> Doctora en Letras (UBA, 2004), Experta en español como lengua extranjera (Universidad Antonio de Nebrija, 2002) y Profesora y Licenciada en Letras (UBA, 1989). Actualmente trabaja como investigadora adjunta en CONICET y como profesora titular de *Gramática* en la Facultad de Humanidades, Universidad Nacional de Mar del Plata. Programa de Español para Extranjeros (UNMDP - CONICET). Facultad de Humanidades. Universidad Nacional de Mar del Plata – Argentina. Correo electrónico: [acmenegotto@gmail.com](mailto:acmenegotto@gmail.com)

de las vocales. Este término comenzó a utilizarse para hacer referencia no solo a los cambios en las trayectorias formánticas de los diptongos, sino también a los cambios de las vocales inglesas consideradas monoptongos. Sus investigaciones muestran patrones de VISC sistemáticos que no están condicionados por el contexto, sino que parecen reflejar propiedades inherentes de las vocales mismas.

## **Preguntas de investigación e hipótesis**

### ***a) Las vocales del español, ¿muestran movimiento en sus propiedades espectrales?***

Las mediciones de los valores formánticos de las vocales del español suelen hacerse en la parte estable, al 50% de la duración de la vocal (español ibérico, Martínez Celdrán, 1995; Nadeu, 2014; español rioplatense: Guirao y Borzone de Manrique, 1975; Aronson *et al.*, 2000). Por esa razón, no disponemos de estudios que hayan reportado los valores en distintos puntos de la duración. Si las conclusiones de Nearey y Assmann son extensibles al español, esperamos encontrar algún tipo de movimiento, particularmente un aumento del F1 de las vocales en todas las posiciones, ya que la lengua baja y la mandíbula se abre luego de liberar el aire comprimido detrás del punto de contacto de los articuladores en la producción de las oclusivas sordas /p, t, k/ (Stevens, 1998: 339).

### ***b) Las vocales del español, ¿evidencian cambios en sus trayectorias formánticas similares a los de las vocales del inglés americano reportadas en Hillenbrand *et al.* (1995)?***

Aunque no tenemos hipótesis precisas, esperamos observar diferencias entre las vocales españolas y las vocales inglesas. Particularmente, si el fenómeno del VISC es propio también de los monoptongos, esperaríamos encontrar que las vocales del español muestren algún tipo de movimiento en el segmento inicial, pero no en el tramo final (*offglide*), ya que no resultan perceptualmente diptongadas.

## **Método**

### ***Participantes***

Diez hablantes nativos femeninos de español rioplatense (rango etario = 18-30 años) participaron de este estudio. Todos los participantes nacieron en Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina. Los hablantes nativos eran estudiantes

o graduados de la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP). Ninguno de ellos reportó problemas en el habla o la audición en el cuestionario que completaron al comienzo del experimento.

### ***Materiales***

Los hablantes nativos de español produjeron 54 vocales en sílaba tónica y átona en posición final de palabra. Las palabras aparecieron en dos contextos diferentes: aisladas en una lista de palabras vs. oraciones dentro de un texto. Las vocales estaban precedidas por las consonantes oclusivas sordas /p, t, k/. En este trabajo solo reportamos los resultados de las vocales tónicas en general, sin analizar los efectos del contexto fonético (/p, t, k/) ni de la tarea (lista de palabras vs. texto).

### ***Procedimiento***

Se grabó individualmente a los hablantes nativos en un aula silenciosa de la UNMdP. Para la grabación, se utilizó un micrófono Pure Audio NC-1 85VM USB PC (Andrea Electronics) conectado a una computadora portátil, y el software Andrea Electronics AudioCommander. Los participantes realizaron dos tareas: primero, leyeron un texto, una adaptación de la fábula de Esopo “El gallo, el oso y la pantera”, y luego, una lista de palabras. Las tareas fueron presentadas en formato papel. Antes de la grabación, se les indicó a los participantes que leyeran el texto y la lista en silencio y luego se les solicitó que leyeran ambas en voz alta de la manera más natural posible.

### ***Análisis acústico de los datos***

Se midieron el F1 y el F2 de las vocales tónicas /a e o/ del español rioplatense en tres puntos temporales equidistantes, que corresponden al 25%, 50% y 75% de la vocal. De un total de 250 vocales (25 vocales (/a/= 8; /e/= 6; /o/= 11) x 10 sujetos) se analizaron acústicamente 245 vocales. Se descartaron 5 porque el acento léxico se produjo en la sílaba equivocada y porque los formantes no resultaron claros.

El análisis acústico se realizó con el software Praat (Boersma y Weenink, 2014). El comienzo de la vocal se midió desde el comienzo de la periodicidad luego de la explosión de la consonante oclusiva. El final de la vocal se localizó en el punto en donde la amplitud disminuyó significativamente (Fox

y Jacewicz, 2009; Jacewicz, Fox y Salmons, 2011). En los casos en los que la vocal final estaba seguida de una palabra que comenzaba con vocal, se ubicó el final de la vocal en el punto en el espectrograma en donde el primer formante de la segunda vocal ascendía.

## Resultados

Se corrieron ANOVA separadas para el F1 y F2 de cada una de las vocales tónicas /a e o/ en posición final de palabra, con Posición (P1=25%, P2=50% y, P3=75%) como factor intrasujeto. En la Tabla 1, se muestran los valores del F1 y F2 para las tres vocales tónicas del español en tres puntos equidistante de la vocal, 25% (=P1), 50 % (=P2) y 75% (=P3).

[Tabla 1. Valores del F1 y F2 de las vocales tónicas /a e o / en tres puntos equidistantes de la vocal.]

Como se observa en la Figura 1, hay un claro movimiento formántico en el primer tramo de la vocal (entre el 25% y el 50% de su duración), mientras que el movimiento es apenas observable en el segundo tramo.

### *F1 y F2 de /a/*

El ANOVA reveló un efecto significativo de Posición sobre el F1 de /a/, [F(2,18)=23,220, p=,001]. Las comparaciones múltiples corregidas con Bonferroni mostraron que el F1 de /a/ aumentó significativamente de P1 a P2 (p=,001) y de P1 a P3 (p=,005), mientras que no hubo cambios significativos de P2 a P3 (p=1,000) (Figura 1).

Para el F2, no se observaron cambios significativos en la vocal entre las tres posiciones, [F(2,18)=1,042, p=,373].

Es decir, el VISC de la vocal /a/ tónica muestra cambios en el F1 al principio de la vocal, y ningún cambio estadísticamente significativo en la segunda mitad de la vocal, mientras que no se observa ningún cambio en el F2.

### *F1 y F2 de /e/*

El ANOVA mostró un efecto significativo del factor Posición, [F(2,18)=11,449, p=,001]. Las comparaciones entre pares ajustadas con Bonferroni evidenciaron diferencias significativas entre las tres posiciones. El valor del F1 de /e/ aumentó significativamente de P1 a P2 (p=,017) y de P1 a P3 (p=,014), mientras que no presentó cambios en el F1 de P2 a P3 (p=,146) (Figura 1).

El ANOVA que se corrió para el F2, también reveló un efecto significativo de Posición,  $[F(2,18)]=16,887$ ,  $p=,001$ ]. Comparaciones múltiples ajustadas con Bonferroni mostraron que el F2 de la /e/ tónica aumentó significativamente de P1 a P2 ( $p=,002$ ), y de P1 a P3 ( $p=,004$ ), mientras que no se registraron cambios significativos en el F2 de esta vocal de P2 a P3 ( $p=,686$ ).

Es decir que para la /e/, se observa también el cambio de F1 en la primera mitad de la vocal y ningún cambio significativo en la segunda mitad de la vocal. A diferencia de lo que muestran los datos de /a/, la /e/ también muestra en la primera mitad cambios estadísticamente significativos en el F2, lo que indica un desplazamiento más frontal en el plano horizontal del espacio vocálico.

### ***F1 y F2 de /o/***

El ANOVA sobre el F1 de la /o/ tónica mostró un efecto significativo del factor Posición,  $[F(2,18)]=17,603$ ,  $p=,001$ ]. Las comparaciones múltiples ajustadas con la corrección de Bonferroni reflejaron un aumento significativo en el F1 de P1 a P2 ( $p=,005$ ), y de P1 a P3 ( $p=,003$ ). No hubo diferencias significativas entre P2 y P3 ( $p=1,000$ ) (Figura 1).

El análisis estadístico evidenció un efecto significativo del factor Posición sobre el F2 de la /o/ tónica,  $[F(2,18)]=20,745$ ,  $p=,001$ ]. Las comparaciones entre pares con corrección de Bonferroni mostraron que el F2 de la /o/ disminuyó significativamente de P1 a P2 ( $p=,001$ ), y de P1 a P3 ( $p=,003$ ), mientras que no se registró ningún cambio significativo de P2 a P3 ( $p=,502$ ).

El mismo resultado se observa, entonces, para la /o/: hay cambios estadísticamente significativos en la primera mitad de la vocal, tanto del F1 como del F2. A diferencia de lo que ocurre con el F2 de la /e/, la /o/ evidencia un desplazamiento posterior en el plano horizontal.

## **Comparación entre las vocales del español rioplatense y las vocales del inglés americano**

A partir de los datos presentados por Hillenbrand *et al.* (1995), se calcularon los promedios del F1 y F2 de las vocales del inglés en tres puntos equidistantes de la vocal correspondientes al 25%, 50% y 75% de su duración. Las vocales inglesas fueron producidas en el contexto /hVd/ por 45 hablantes nativos femeninos de inglés americano mayoritariamente de la zona sudeste y sudoeste del estado de Michigan.

Si bien reconocemos que existen diferencias metodológicas entre nuestro estudio y el de Hillenbrand *et al.* (1995), principalmente relacionadas con el contexto fonético en el que aparecen las vocales foco de estudio (/p/t/k/ + V en posición final de palabra vs. /hVd/), y la posición dentro de la palabra (posición final de palabra vs. posición media), consideramos que es un artículo de referencia central para el estudio de las características espectrales de las vocales del inglés americano. Como sus datos completos están disponibles para otros estudios, resultan particularmente útiles para comparar las propiedades dinámicas de las vocales del inglés con las del español rioplatense.

Las Figuras 2, 3 y 4 comparan nuestros datos de las vocales del español rioplatense /a/, /e/ y /o/ con las vocales del inglés reportadas por Hillenbrand *et al.* (1995) que resultaron perceptualmente similares a las vocales del español. Según muestran las tareas de asimilación perceptual realizadas en otros estudios (Gordon, 2008, 2011; Morrison, 2003; Vasiliev, 2013), la /a/ del español resulta perceptualmente asimilable a las vocales /ɑ æ ʌ/ del inglés, la /e/ a las vocales /e ε ɪ/, y la /o/ a la /o/.

Al inspeccionar visualmente las Figuras 2, 3 y 4, podemos resumir en cuatro las diferencias generales entre las vocales del inglés y las del español. En comparación con las vocales inglesas, las vocales del español muestran: (a) menor movimiento espectral; (b) opuesta dirección del movimiento espectral; (c) cambios significativos de P1 a P2; y (d) estabilidad de P2 a P3.

La /a/ del español aumenta su F1 considerablemente de P1 a P2, mientras que se mantiene estable en el plano del F2. Las vocales inglesas, sin embargo muestran un cambio significativo principalmente de P2 a P3 tanto en el F1 como en el F2. La /æ/ aumenta su F1 considerablemente de P1 a P2 y de P2 a P3, mientras que disminuye su F2, es decir, se retrae en el espacio acústico. En el caso de /ʌ/ y /ɑ/, se observa una disminución considerable en el F1 de P2 a P3, mientras que no pareciera haber demasiados cambios de P1 a P2. En cuanto al F2, /ʌ/ y /ɑ/ aumentan su F2, avanzando en el espacio acústico; son más periféricas.

La /e/ del español rioplatense aumenta su F1 y su F2 de P1 a P2, y muestra estabilidad de P2 a P3. Contrariamente, la vocal más similar a la /e/ española, la /e/ inglesa, disminuye su F1 considerablemente de P1 a P2 y de P2 a P3, desplazándose en dirección opuesta a la /e/ del español. Observemos que el

F1 de la /e/ inglesa es similar al de la /e/ española en P1. En cuanto al F2, la /e/ inglesa, como la española, aumenta su F2, es decir, es más frontal. La /ɛ/ inglesa disminuye su F1 de P2 a P3, mientras que no pareciera sufrir cambios en el F2. Por último, la /ɪ/ inglesa aumenta su F1 de P1 a P2 y en menor medida de P2 a P3, mientras que disminuye su F2, adquiriendo un punto de articulación más retrasado.

Por último, la /o/ española aumenta su F1 y disminuye su F2 de P1 a P2, mientras que no registra movimientos significativos de P2 a P3. Observemos que el F1 de la /o/ inglesa es similar al de la /o/ española en P1. La /o/ inglesa, sin embargo, muestra un marcado descenso del F1 de P1 a P2 y de P2 a P3, mientras que pareciera disminuir su F2 de P1 a P2 únicamente.

## Discusión

Nuestros resultados muestran que las vocales tónicas del español en posición final de palabra /a e o/ muestran un aumento significativo del F1 de P1 a P2, probablemente debido al efecto de las consonantes oclusivas precedentes. La explosión que se produce al liberar el aire atrapado detrás del punto en donde los articuladores entran en contacto ocasiona que la lengua descienda y que la mandíbula se abra, por consiguiente, aumentando el F1 de las vocales (Stevens, 1998). En cuanto al F2, se observan cambios de P1 a P2 sólo en el caso de la /e/ y la /o/: mientras que para la /e/ el F2 aumenta, para la /o/ disminuye. Una posible explicación fonética tiene que ver con el continuo movimiento de los articuladores para alcanzar el objetivo articulatorio (*target*) de cada vocal (Stevens, 1998).

Estas propiedades permitirían justificar que la /a/ sea el centro del triángulo en el espacio vocálico del español: por una parte, muestra movimiento en una sola dimensión (F1), lo que la hace más estable que la /e/ y la /o/, que se mueven en las dos dimensiones (F1 y F2). Por otra parte, el movimiento que muestran /e/ y /o/ es similar en el F1 (ambas se acercan hacia la /a/) mientras que es opuesto en el F2: ambas se alejan de los valores de /a/. Es decir, siguiendo el principio de acción y reacción de la física, /a/ genera al mismo tiempo que las otras vocales se acerquen y se alejen simultáneamente, lo que mantendría el sistema vocálico en equilibrio.

Por el contrario, el sistema vocálico del inglés muestra movimientos mucho más notables y en diferentes direcciones: de acuerdo con Nearey (2013, p. 55), exis-

ten al menos los siguientes movimientos en el sistema: iota-VISC (movimiento hacia [i] o [j] (/e/); upsilon-VISC (movimiento hacia [u] (/o/ y tal vez débilmente /u/); alfa-VISC (movimiento hacia [a] (/ε/ y tal vez /æ/ and /ɔ/, y posiblemente también /ɪ/ y /ʊ/), y schwa-VISC: movimiento hacia [ə]. Es decir que el sistema vocálico del inglés presentaría simultáneamente varios centros de gravedad.

Es útil comparar la trayectoria formántica de las vocales del español y del inglés para predecir, por ejemplo, las dificultades que presentarán los hablantes nativos de inglés que aprenden español como L2. Como las trayectorias formánticas de las vocales inglesas y las españolas difieren principalmente en la magnitud de los cambios en los formantes y en la dirección de los mismos, se predice que los angloparlantes tenderán a producir, por ejemplo las vocales españolas /e/ y /o/ con un descenso del F1 de P2 a P3, evidenciando una dip-tongación propia de las vocales inglesas /e/ y /o/. De hecho, nuestro estudio Romanelli, Menegotto y Smyth (2018) confirma esta observación.

Assmann & Katz (2000:1865) sostienen que el movimiento formántico de las vocales del inglés provee la base para mantener las distinciones fonéticas necesarias en un sistema vocálico tan poblado. Es decir, el movimiento formántico cumpliría la función de aumentar el contraste perceptual, lo que no sería necesario en un sistema como el español, con un inventario vocálico mucho más reducido.

## Conclusión

Nuestro análisis aporta nuevos datos que justifican que el cambio en la trayectoria formántica de las vocales del español no es solo una consecuencia del contexto sino que es una propiedad inherente de las vocales mismas. Es decir, encontramos VISC en las vocales /a/, /e/ y /o/ tónicas del español.

A diferencia de lo que se asumía tradicionalmente, las vocales del español /a/, /e/ y /o/ tónicas muestran cambios en su trayectoria formántica, particularmente en la primera parte de su duración. En las tres se observa movimiento espectral en el F1, que puede explicarse por el descenso de la lengua baja y la apertura de la mandíbula luego de liberar el aire comprimido detrás del punto de contacto de los articuladores en la producción de las oclusivas sordas /p, t, k/ (Stevens, 1998: 339).

La /e/ y la /o/ tónicas, además, muestran cambios también en el F2, fenómeno que no se observa en la /a/, lo que nos permite justificar con las propiedades del VISC que la /a/ sea el centro del triángulo en el espacio vocálico del



español: por una parte, muestra movimiento en una sola dimensión (F1), lo que la hace más estable que la /e/ y la /o/, que se mueven en las dos dimensiones (F1 y F2) y genera al mismo tiempo que las otras vocales se acerquen y se alejen simultáneamente, lo que mantendría el sistema vocálico en equilibrio.

Además, encontramos que, en comparación con las vocales del inglés, las vocales del español evidencian menor movimiento de formantes, tanto en el F1 como en el F2; movimiento de formantes en la dirección contraria; y cambios significativos de P1 a P2, pero estabilidad en el segmento final de la vocal (P2 -P3).

En el futuro se estudiará el VISC en otras vocales, en otros contextos consonánticos y en otras posiciones dentro de la palabra y en particular la diferencia entre el VISC de las vocales tónicas y átonas del español.

## Apéndice

Tabla 1. Valores del F1 y F2 de las vocales tónicas /a e o/ en tres puntos equidistantes de la vocal.

	/a/		/e/		/o/	
	F1	F2	F1	F2	F1	F2
25%	781	1670	520	2255	591	1216
50%	851	1679	542	2335	629	1148
75%	855	1645	557	2358	634	1132
Promedio	829	1665	540	2316	618	1165

Figura 1. Cambios en la trayectoria formántica de las vocales /a e o/ del español.

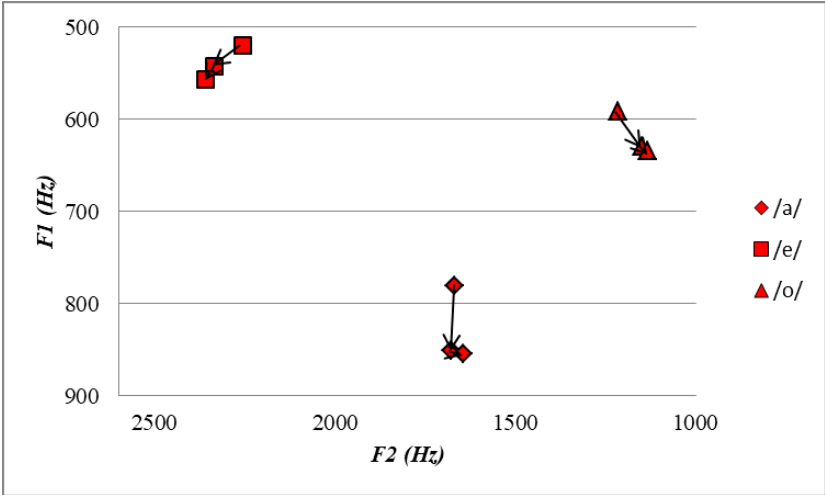


Figura 2. Comparación de la trayectoria formántica de /a/ del español rioplatense (nuestros datos) y de las vocales del inglés americano /ɑ æ ʌ/ reportadas en Hillenbrand et al. (1995).

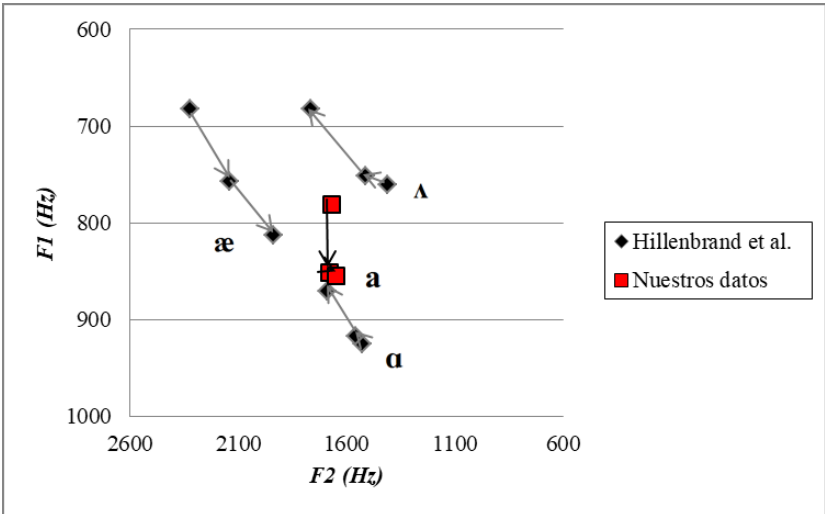


Figura 3. Comparación de la trayectoria formántica de /e/ del español rioplatense (nuestros datos) y de las vocales del inglés americano /e ε ɪ/ reportadas en Hillenbrand et al. (1995).

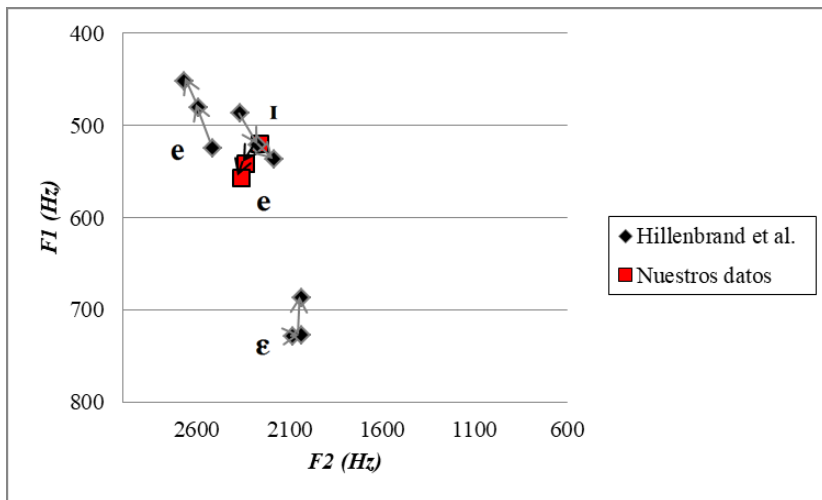
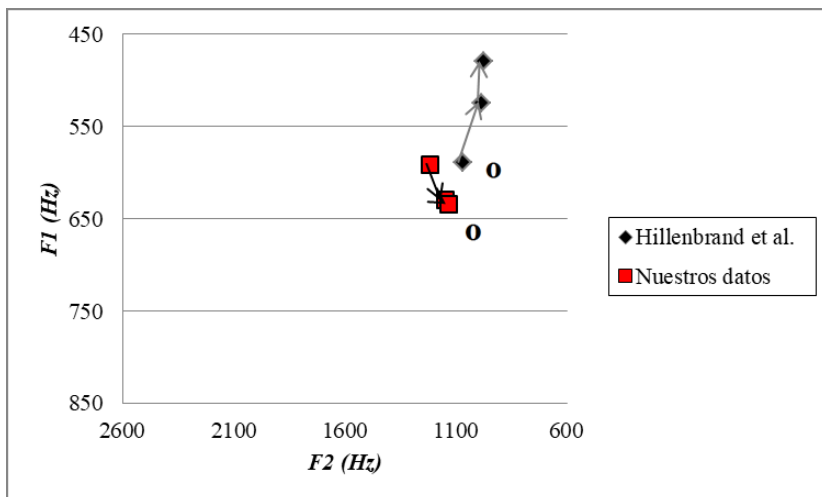


Figura 4. Comparación de la trayectoria formántica de /o/ del español rioplatense y de la vocal del inglés americano /o/ reportada en Hillenbrand *et al.* (1995).



## Referencias bibliográficas

- Aronson, L., Furmanski, H., Rufiner, L. & Estienne, P. (2000). Características acústicas de las vocales del español rioplatense. *Fonoaudiológica*, 46(2), 12-20.
- Assmann, P., y Katz, F. (2000). Time-varying spectral change in the vowels of children and adults. *Journal of the Acoustical Society of America*, 108(4), 1856-1866.
- Boersma, P., y Weenink, D. (2014). “Praat: doing phonetics by computer (version 5.4.)” (programa de computación), <http://www.praat.org/>.
- Elvin, J., Williams, D., y Escudero, P. (2016). Dynamic acoustic properties of monophthongs and diphthongs in Western Sydney Australian English. *Journal of the Acoustical Society of America*, 140(1), 576-581.
- Escudero, P., y Vasiliev, P. (2011). Cross-language acoustic similarity predicts perceptual assimilation of Canadian English and Canadian French vowels. *Journal of the Acoustical Society of America*, 120, EL277–EL283.
- Fox, R. A., y Jacewicz, E. (2009). Cross-dialectal variation in formant dynamics of American English vowels. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 126(5), 2603–2618.
- Gordon, L. (2008). *Factors affecting English speakers’ perception of L2 Spanish vowels*. Disertación doctoral. Georgetown University, Washington DC.
- Gordon, L. (2011). English speakers’ perception of Spanish vowels: evidence for multiple-category assimilation. En C. Sanz y R. P. Leow (Eds.), *Implicit and Explicit Language Learning: Conditions, Processes and Knowledge in SLA and Bilingualism* (pp. 177-193). Washington DC: Georgetown University Press.
- Guirao, M. & Borzone de Manrique A. M. (1975). Identification of Argentine Spanish vowels. *Journal of Psycholinguistic Research*, 4(1), 17-25.
- Hillenbrand, J., Getty, L. A., Clark, M. J., y Wheeler, K. (1995). Acoustic characteristics of American English vowels. *Journal of the Acoustical Society of America*, 97, 3099–3111.
- Base de datos de las vocales reportadas en Hillenbrand *et al.* (1995): <https://homepages.wmich.edu/~hillenbr/voweldata.html>

- Jacewicz, E., y Fox, R. A. (2012). The effects of cross-generational and cross-dialectal variation on vowel identification and classification. *Journal of the Acoustical Society of America*, 131, 1413–1433. doi:10.1121/1.3676603
- Jacewicz, E., Fox, R. A., y Salmons J. (2011). Vowel change across three age groups of speakers in three regional varieties of American English. *Journal of Phonetics* 39(4), 683-693.
- Martínez Celdrán, E. (1995). En torno a las vocales del español: análisis y reconocimiento. *Estudios de fonética experimental*, 7, 195-218.
- Morrison, G. S. (2003). Perception and production of Spanish vowels by English speakers. En M. J. Solé, D. Recansens, & J Romero (Eds.), *Proceedings of the 15th International Congress of Phonetic Sciences: Barcelona 2003* (pp. 1533–1536). Adelaide, South Australia: Causal Productions.
- Nadeu, M. (2014). Stress- and speech rate-induced vowel quality variation in Catalan and Spanish. *Journal of Phonetics*, 46, 1-22.
- Nearey, T., y Assmann, P. (1986). Modeling the role of inherent spectral change in vowel identification. *Journal of the Acoustical Society of America*, 80, 1297-1308.
- Peterson, G., y Barney, H. (1952). Control methods used in a study of the vowels. *Journal of the Acoustical Society of America*, 24(2), 175-184.
- Romanelli, S., Menegotto, A., y Smyth, R. (2018). Stress-induced acoustic variation in L2 and L1 Spanish vowels. *Phonetica* 5(3), 190-218.
- Stevens, K. N. (1998). Acoustic Phonetics. *Current studies in linguistics series*, 30. Massachusetts: MIT press.
- Vasiliev, P. (2013). *The initial state for Californian English learners of Spanish and Portuguese vowels*. Disertación doctoral, University of California, Los Angeles.
- Watson, C. I., y Harrington, J. (1999). Acoustic evidence for dynamic formant trajectories in Australian English vowels. *Journal of the Acoustical Society of America*, 106, 458-468.
- Zahorian, S. A., y Jagharghi, A. J. (1993). Spectral-shape features versus formants as acoustic correlates for vowels. *Journal of the Acoustical Society of America*, 94, 1966-1982.