

EFFECTOS DEL CONTEXTO CONSONÁNTICO Y DEL ACENTO LÉXICO EN LAS VOCALES DEL ESPAÑOL EN LA CIUDAD DE MAR DEL PLATA (BUENOS AIRES, ARGENTINA)¹

EFFECTS OF CONSONANTAL CONTEXT AND LEXICAL STRESS ON SPANISH VOWELS IN THE CITY OF MAR DEL PLATA (BUENOS AIRES, ARGENTINA)

Sofía Romanelli

Instituto de Humanidades y Ciencias Sociales (INHUS), CONICET-Universidad Nacional de Mar del Plata

<https://orcid.org/0000-0001-8065-9435>

RESUMEN

Este estudio analiza cómo el contexto consonántico y el acento léxico influyen en las trayectorias del F1 y F2 de las vocales /a e o/ del español a partir de datos tomados de hablantes de la ciudad de Mar del Plata (provincia de Buenos Aires, Argentina), caracterizadas mediante la transformada discreta del coseno (DCT), a través de sus coeficientes DCT 0 (promedio) y DCT 1 (magnitud y dirección del cambio formántico). Participaron 20 hablantes nativos (10 mujeres, 10 hombres), quienes produjeron las vocales precedidas por /p t k/. Los resultados revelan que /k/ y /p/ generaron vocales más bajas (F1 más alto) que /t/, siendo /k/ la consonante que promovió trayectorias más bajas del F1 y mayor movimiento formántico, especialmente en /e/ y /a/ tónicas. En el F2, /k/ y /t/ produjeron vocales más anteriores en los valores medios, pero trayectorias más posteriores; /p/ mostró un patrón

¹ Este trabajo fue financiado por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT; PICT 2017-1583) y por la Universidad Nacional de Mar del Plata (Proyecto HUM881/24).

mixto, con vocales más posteriores en los valores medios y trayectorias más anteriores. El acento léxico condicionó los efectos coarticulatorios: los valores medios fueron más sensibles al contexto en sílabas tónicas, mientras que las trayectorias del F2 mostraron mayor dinamismo y menor consistencia direccional en las átonas. La vocal /o/ fue la más estable en todos los contextos. Finalmente, se observaron diferencias entre géneros, con efectos no completamente uniformes del contexto y del acento.

PALABRAS CLAVE: contexto consonántico; acento léxico; vocales; español

ABSTRACT

Based on data from speakers in Mar del Plata (Buenos Aires, Argentina), this study analyzes the influence of consonantal context and lexical stress on the F1 and F2 trajectories of the Spanish vowels /a e o/. Formant trajectories were characterized using the Discrete Cosine Transform (DCT), specifically coefficients DCT 0 (mean value) and DCT 1 (magnitude and direction of formant change). The dataset comprises productions from twenty native speakers (10 female, 10 male), who produced vowels preceded by /p t k/. Results show that /k/ and /p/ conditioned lower vowel realizations (higher F1) than /t/, with /k/ consistently inducing lower F1 trajectories and greater formant movement, particularly in stressed tokens of /e/ and /a/. With respect to F2, /k/ and /t/ yielded more fronted vowels in mean values but more retracted trajectories, whereas /p/ showed a mixed pattern, producing more backed vowels in mean values, but fronting trajectories. Lexical stress also conditioned coarticulatory effects. Mean values were more sensitive to consonantal context in stressed syllables, while F2 trajectories in unstressed syllables showed greater dynamism and less consistent directional patterns. The vowel /o/ was the most stable in all contexts. Finally, some differences were observed between female and male speakers, suggesting that the effects of consonantal context and stress were not entirely uniform across genders.

KEYWORDS: consonantal context; lexical stress; vowels; Spanish

1. Introducción

La coarticulación, entendida como la interacción entre segmentos adyacentes en la producción del habla, influye significativamente en la configuración acústica de las vocales. Estudios clásicos han demostrado que las consonantes modifican

sistemáticamente las frecuencias de los formantes vocálicos: el F1 (asociado a la altura de la lengua) y el F2 (relacionado con la anterioridad/posterioridad del cuerpo de la lengua) (Stevens y House, 1963).

En el español rioplatense, el trabajo pionero de Guirao y Borzone de Manrique (1975) reveló que las vocales en contextos /bVd/ y /pVt/ presentaban un F1 más alto y un F2 variable en comparación con las vocales aisladas, siendo /e/ la vocal que exhibió el mayor incremento en el F1, aunque estos resultados no fueron estadísticamente validados. Recientemente, Hossain *et al.* (2025) examinaron los efectos consonánticos y del acento léxico en el español uruguayo, encontrando que /p/ aumentaba el F1 de /e/ y /a/ (medido en el punto medio de la vocal) mientras que /t/ y /k/ lo reducían, y que /o/ mostraba poca variación. Asimismo, en contexto de /k/ y /t/ el F2 de /i/ y /e/ aumentó, pero disminuyó en contexto de /p/.

A nivel interlingüístico, Hillenbrand *et al.* (2001) y Strange *et al.* (2007) demostraron que las consonantes bilabiales y alveolares, particularmente /p/ y /t/, inducían cambios significativos en los formantes: las bilabiales tendían a aumentar ligeramente el F1 y las velares a disminuirlo, mientras que las alveolares reducían el F1 en vocales medias y bajas (Gahl, 2015). Las variaciones dialectales complejizan aún más estos efectos. Cládková *et al.* (2011) documentaron patrones distintos del F2 para /e/, /o/, /u/ e /i/ en el español ibérico y al peruano, en contextos con /s/, /p/ y /t/. Estos estudios evidencian la fuerte influencia del punto de articulación consonántico sobre los formantes vocálicos y subrayan la necesidad de desarrollar investigaciones específicas sobre otras variedades del español.

Uno de los factores que podría interactuar con estos efectos consonánticos es el acento léxico, cuya influencia en la coarticulación ha sido ampliamente documentada. Las vocales tónicas suelen presentar formantes más periféricos y duraciones mayores debido a la hiperarticulación, mientras que las átonas tienden a la hipoarticulación y, con frecuencia, a una mayor coarticulación (Lindblom, 1990; Fowler, 1980). Desde una perspectiva articulatoria, Cho y Keating (2001) y Cho (2004) proponen un modelo de reducción gradual según el cual la prominencia prosódica modula el grado de solapamiento gestual: las sílabas tónicas mantienen objetivos articulatorios más estables, mientras que las átonas muestran una mayor variabilidad, sin que los efectos coarticulatorios desaparezcan por completo. No obstante, Harrington *et al.* (2013) reportaron resultados contradictorios al sugerir que las sílabas átonas se coarticulan en igual medida que las tónicas. En el caso del español, Nadeu (2014) encontró que la /a/ tónica era más baja y anterior (mayor F1 y F2) que la átona, y

que la /i/ tónica era más anterior. Por su parte, Torreira y Ernestus (2011) observaron valores más altos del F1 para /e/ y /o/ tónicas en ambos sexos, y para la /a/ tónica solo en mujeres. Romanelli *et al.* (2018) confirmaron valores más altos del F1 para /a/ y /e/ tónicas en hablantes de la ciudad de Mar del Plata (provincia de Buenos Aires, Argentina), con un espacio vocálico más expandido en las vocales tónicas. De modo similar, Hossain *et al.* (2025) reportaron que, en el español uruguayo, /a/, /o/ y /u/ tónicas tenían un F1 significativamente más alto que sus contrapartes átonas, mientras que /i/ y /e/ no presentaban diferencias en el F1; en el F2, la /e/ tónica era más anterior y la /u/ tónica más posterior, pero la /i/, /a/ y /o/ mostraban un F2 estable en ambas condiciones acentuales. Zellou y Scarborough (2012) y Cole *et al.* (2010) argumentaron que la hiperarticulación inducida por el acento reduce la coarticulación en las vocales acentuadas, manteniendo objetivos articulatorios más definidos, aunque estas afirmaciones requieren mayor verificación en el español de la zona bajo estudio, donde la prosodia dialectal y los efectos específicos del acento en las vocales podrían diferir.

Más allá de los valores puntuales del F1 y el F2, las características dinámicas de los formantes vocálicos, en particular las trayectorias, han recibido menos atención que las medidas estáticas, especialmente en el español. Romanelli y Menegotto (2018) estudiaron las vocales /a/, /e/ y /o/ en hablantes de la ciudad de Mar del Plata, encontrando que el habla clara aumentaba el movimiento formántico para /a/ y /o/ pero lo disminuía para /e/, y que la /a/ átona en contextos bilabiales mostraba mayor cambio espectral que la /a/ tónica. En otro estudio, Romanelli y Menegotto (2019) mostraron que /a/, /e/ y /o/ presentaban más movimiento del F1 y el F2 en la porción inicial (25–50%) de la duración vocálica, con un F1 que aumentaba al inicio de la vocal pero que luego se estabilizaba hacia el final. Romanelli y Vélez-Agudelo (2024) profundizaron en el estudio de los cambios en la trayectoria de los formantes, reportando que /a/, /e/ y /o/ átonas mostraban más movimiento formántico que las tónicas en hablantes de español como L1 y L2, usando medidas como la Longitud del Vector y la Longitud de la Trayectoria. Si bien estos hallazgos destacan la naturaleza dinámica de las vocales en el español, se centran principalmente en el estilo de habla, el acento léxico y la magnitud del movimiento de los formantes, dejando sin explorar cómo interactúan el contexto consonántico, el acento léxico y el género de los hablantes sobre las propiedades acústicas dinámicas de las vocales (medidas en 30 puntos temporales equidistantes de la vocal).

Estas observaciones reflejan vacíos importantes en la bibliografía, dado que son escasos los estudios que han examinado de forma sistemática los efectos combinados del contexto consonántico y el acento léxico sobre las trayectorias formánticas del F1 y F2 en variedades del español habladas en la Argentina. Aunque Hossain *et al.* (2025) ofrecen datos relevantes sobre el español uruguayo y el clásico estudio de Guirao y Borzone de Manrique (1975) describe las vocales del español rioplatense, ambos se basan en medidas estáticas (formantes en el punto medio). En particular, Guirao y Borzone de Manrique analizan vocales en sílabas trabadas (CVC), lo que introduce efectos coarticulatorios regresivos derivados de la consonante en coda; Hossain *et al.* (2025), por su parte, miden la vocal inicial en palabras bisílabas del tipo “CVCe/CVCo” (sílabas abiertas, pero seguidas inmediatamente por una consonante en la sílaba siguiente), lo cual también puede generar efectos regresivos significativos. En contraste, el presente estudio examina vocales en posición final de palabra (sílabas abiertas, CV, sin consonante inmediata siguiente dentro de la misma palabra), elicitadas tanto en lectura de listas de palabras como en discurso conectado (texto narrativo). Este diseño reduce los efectos coarticulatorios regresivos sistemáticos derivados de una coda o de una consonante de ataque inmediata dentro de la misma palabra, aunque en la modalidad de discurso conectado pueden persistir efectos anticipatorios variables hacia la palabra siguiente (dependiendo de si esta comienza con vocal o consonante, y de posibles procesos de resilabificación). Esta diferencia metodológica facilita una evaluación más controlada de los efectos progresivos del contexto consonántico inicial y de su evolución temporal a lo largo de la duración vocálica. De igual modo, estudios centrados en el español como los de Romanelli y Menegotto (2018, 2019) y Romanelli y Vélez-Agudelo (2024) abordan el estilo de habla, el acento y los patrones de movimiento de formantes, pero no integran de manera sistemática los efectos consonánticos con el acento léxico y el género aplicando medidas acústicas dinámicas. Además, las evidencias contradictorias sobre el papel del acento en la resistencia a la coarticulación, ya sea que las vocales acentuadas resistan más la coarticulación (Cole *et al.*, 2010) o lo hagan en igual medida (Harrington *et al.*, 2013), requieren mayor exploración en contextos específicos del español, donde las variaciones dialectales y las características específicas de las vocales podrían influir en los resultados. El presente estudio examina la interacción entre el contexto consonántico, el acento léxico y el género en la realización acústica de las vocales del español en hablantes de la ciudad de Mar del Plata (provincia de Buenos Aires, Argentina), modelando las

trayectorias vocálicas mediante la transformada discreta del coseno (DCT), a través de sus coeficientes DCT 0 (promedio) y DCT 1 (magnitud y dirección del cambio formántico). Si bien estas métricas dinámicas no son las más frecuentes en estudios sobre el español, este procedimiento, basado en un muestreo denso de los formantes, ha sido ampliamente utilizado para caracterizar especialmente las vocales del inglés (por ejemplo, Cox *et al.*, 2024; Hillenbrand *et al.*, 2001; Watson y Harrington, 1999; Williams y Escudero, 2014; Zahorian y Jagharghi, 1993).

1.1. Estudio actual

Este estudio examina los efectos del contexto consonántico, el acento léxico y el género sobre las vocales /e/, /a/ y /o/ del español, analizando tanto las frecuencias medias (coeficiente DCT 0, que representa el promedio de las resonancias del tracto vocal a lo largo de toda la duración vocálica) como las trayectorias formánticas (coeficiente DCT 1, que indica la magnitud y dirección del cambio formántico en el tiempo) del F1 y el F2. Se investiga cómo las consonantes /p/, /t/ y /k/ influyen sobre las trayectorias formánticas de las vocales tónicas y átonas, producidas por hablantes femeninos y masculinos. El objetivo es aportar evidencia empírica sobre los patrones coarticulatorios segmentales y prosódicos en esta variedad del español.

Este estudio pretende responder las siguientes preguntas:

1. ¿Cómo afecta el contexto consonántico la frecuencia media del F1 (F1 DCT 0) de las vocales /e/, /a/ y /o/ producidas por hablantes femeninos y masculinos?
2. ¿Cuáles son los efectos del contexto consonántico sobre la trayectoria del F1 (F1 DCT 1) de las vocales?
3. ¿Cómo influye el contexto consonántico en la frecuencia media del F2 (F2 DCT 0) de las vocales /e/, /a/ y /o/ producidas por hablantes femeninos y masculinos?
4. ¿Cuáles son los efectos del contexto consonántico sobre la trayectoria del F2 (F2 DCT 1) de las vocales?
5. ¿En qué medida difieren los efectos del contexto consonántico sobre las vocales /e/, /a/ y /o/ entre sílabas tónicas y átonas?
6. ¿Existen diferencias según el género en la forma en que el contexto consonántico y el acento léxico afectan las frecuencias medias y las trayectorias del F1 y el F2 de las vocales?

Las hipótesis propuestas son las que se presentan a continuación:

H1: El F1 disminuirá después de /t/ y /k/ (vocales más altas en el espacio vocálico) en comparación con /p/, donde el F1 aumentará (vocales más bajas) (Hillenbrand *et al.*, 2001; Hossain *et al.*, 2025; Stevens y House, 1963; Strange *et al.*, 2007).

H2: Basándose en los efectos consonánticos sobre la frecuencia media del F1, el F1 disminuirá a lo largo de la duración de la vocal después de /t/ y /k/ (trayectorias más altas, ascendentes) y aumentará después de /p/ (trayectorias más bajas, descendentes).

H3: En contexto de /p/, el F2 disminuirá (vocales más posteriores) y aumentará en contexto de /t/ y /k/ (vocales más anteriores) (Hillenbrand *et al.*, 2001; Hossain *et al.*, 2025; Stevens y House, 1963).

H4: Basándose en los efectos consonánticos sobre la frecuencia media del F2, en contexto de /p/, el F2 disminuirá (trayectorias más posteriores) y aumentará con el tiempo después de /t/ y /k/ (trayectorias más anteriores).

H5: En sílabas átonas, los efectos coarticulatorios sobre las frecuencias medias (DCT 0) y trayectorias (DCT 1) del F1 y el F2 serán más intensos y variables, debido a una menor precisión articulatoria y mayor solapamiento gestual. Esto se manifestará en: (1) diferencias más marcadas entre contextos consonánticos en los valores medios, con mayor variabilidad en las frecuencias formánticas; y (2) trayectorias con mayor movimiento formántico y patrones direccionales menos consistentes. En cambio, las sílabas tónicas exhibirán efectos consonánticos más atenuados, conforme al fortalecimiento prosódico (Nadeu, 2014; Romanelli *et al.*, 2018) caracterizándose por: (1) patrones formánticos estables que mantienen su configuración básica independientemente del contexto consonántico; y (2) trayectorias con menor movimiento formántico y comportamientos más regulares entre consonantes.

H6: Los efectos del contexto consonántico (H1–H4) y del acento léxico (H5) serán similares en hablantes de ambos géneros.

En el caso de las hipótesis H1 y H2, se espera que las consonantes /t/ y /k/ generen un descenso del F1 en las vocales adyacentes debido a la mayor constricción lingual asociada a su articulación. En particular, la producción de /t/ en español, de carácter dental, implica una elevación anterior de la lengua (ápice y lámina), mientras que /k/ involucra una elevación del dorso lingual en la región velar; ambos gestos tienden a reducir la apertura vocálica y, en consecuencia, a disminuir la frecuencia del F1.

En contraste, la articulación bilabial de /p/ no requiere elevación lingual, lo que permite una configuración vocálica asociada con un descenso de la lengua y una mayor apertura de la mandíbula, favoreciendo valores más altos del F1.

En lo que respecta al F2 (H3 y H4), la constricción dental anterior en la producción de /t/ tiende a favorecer una configuración lingual más adelantada en las vocales adyacentes, lo que se asocia con un aumento del F2. De manera similar, si bien la consonante /k/ presenta un punto de articulación velar, diversos estudios han mostrado que, en contextos vocálicos específicos, la coarticulación entre el gesto consonántico y el objetivo vocálico puede dar lugar a valores del F2 relativamente más altos, asociados con una mayor anterioridad vocálica. Finalmente, la consonante bilabial /p/, al implicar una constricción labial sin participación lingual, tiende a alargar la cavidad anterior, lo que se asocia con valores más bajos del F2.

2. Método

2.1. Participantes

Participaron 20 hablantes nativos de español: diez mujeres (edad entre 19 y 33 años, $M=28.4$) y diez varones (edad entre 20 y 33 años, $M=27.5$). Todos eran estudiantes universitarios nacidos en la ciudad de Mar del Plata, Argentina, con un nivel socioeconómico similar. Estaban inscriptos en diversas carreras como Profesorado de Inglés, Biología, Psicología, Ingeniería, entre otras. Cada participante completó un cuestionario sociolingüístico y firmó un consentimiento informado en el momento de la evaluación.

2.2. Materiales y procedimientos

Se seleccionaron exclusivamente las vocales /a e o/ debido a su relevancia gramatical en español. Tal como se ha señalado en estudios previos (Menegotto *et al.*, 2015; Romanelli *et al.*, 2015), estas vocales presentan una alta carga funcional cuando ocurren en posición final, ya que constituyen el segmento distintivo de las desinencias verbales de la primera y tercera persona del singular en la mayoría de los verbos.

Se utilizaron 54 palabras reales con las vocales /e a o/ en posición final de palabra en sílabas tónica y átona, las cuales se muestran en el Cuadro 1.

Vocal final	Tónica	Átona
/e/	busqué (×2), esté (×2), tupé (×2)	fuerte (×3), inteligente, parque, torpe (×3)
/a/	buscá (×3), despertá (×2), está, kipá (×2)	astuta (×2), cerca (×3), cierta, Europa (×2)
/o/	acercó, cantó (×2), replicó (×2), saltó (×2), trepó (×2), despertó	campo (×3), canto (×2), pronto, tronco (×4)

Cuadro 1. Palabras elicitadas por vocal y contexto acentual

Cada vocal final era precedida por una oclusiva sorda /p t k/ y aparecía en una fábula y en una lista de palabras.

Las grabaciones se realizaron individualmente en salas silenciosas de la Universidad Nacional de Mar del Plata y del Instituto Nacional de Tecnología Industrial, ambos ubicados en Mar del Plata, provincia de Buenos Aires, Argentina. Los participantes se sentaron junto al investigador frente a un monitor de computadora y hablaron con un micrófono Pure Audio NC-185VM USB PC de diadema (Andrea Electronics), ubicado a aproximadamente 3.8 centímetros de la boca y conectado a una computadora portátil. Se utilizó el software AudioCommander (Andrea Electronics) para la captura de audio.

Cada participante realizó dos tareas de lectura. Primero, leyó una versión adaptada de la fábula de Esopo “El gallo, el oso y la pantera”, seguida por una lista de palabras. Ambos materiales fueron presentados por escrito. Antes de la grabación, los participantes los leyeron en silencio para familiarizarse con el contenido. Una vez listos, fueron grabados leyendo en voz alta la fábula y la lista de palabras de forma natural.

De los 1.080 tokens vocálicos segmentados (54 palabras × 20 hablantes), se analizaron 1.036: 516 de hablantes femeninos y 520 de hablantes masculinos. Se excluyeron 44 tokens debido a formantes poco claros (n = 29), acento ambiguo (n = 3) o acentuación incorrecta (n = 8).

Las grabaciones se realizaron con una frecuencia de muestreo de 44.1 kHz y una resolución de 16 bits, en formato WAV y canal mono. No se aplicaron transformaciones manuales de la señal antes del análisis acústico.

2.3. Mediciones espectrales dinámicas

El principio y final de cada vocal fueron determinados de manera semiautomática en WebMaus (Kisler *et al.*, 2012) y luego corregidos manualmente. Los valores del F1 y el F2 se extrajeron en 30 puntos temporales equidistantes que cubrían el 60 % central de la duración de cada vocal (Williams y Escudero, 2014) por medio del software Praat 6.1.51 (Boersma y Weenink, 2021). Se excluyó el 20% inicial y final de cada vocal con el fin de reducir los efectos más extremos de las transiciones coarticulatorias con las consonantes adyacentes. Esta decisión metodológica permitió capturar de manera más estable las trayectorias formánticas de las vocales, sin eliminar la influencia del contexto consonántico, que se manifiesta a lo largo del núcleo vocálico y no únicamente en los márgenes segmentales. De este modo, el análisis se centró en la dinámica interna de las vocales en función de los distintos contextos consonánticos, minimizando la variabilidad asociada a los puntos de transición más abruptos.

Las trayectorias de F1 y F2 se obtuvieron mediante 30 mediciones equidistantes proporcionales a la duración de cada vocal, lo que permitió normalizar temporalmente las curvas independientemente de su longitud absoluta. Estos 30 valores crudos fueron modelados mediante la transformada discreta del coseno (del inglés *Discrete Cosine Transform*, DCT), un procedimiento que permite suavizar las trayectorias del F1 y el F2 y reducir la interferencia del ruido en la estimación de formantes. A partir de la DCT se extrajeron los coeficientes DCT 0 y DCT 1 que resumen eficazmente aspectos claves de estas trayectorias: el DCT 0 representa el promedio general de las resonancias del tracto vocal a lo largo de la duración vocálica, mientras que el DCT 1 refleja la dirección y magnitud del cambio formántico en el tiempo (Watson y Harrington, 1999). A diferencia de los enfoques basados en mediciones estáticas en un único punto temporal (p.ej. punto medio, Hossain *et al.*, 2025; Nadeu, 2014) o en pocos puntos discretos (p.ej. tres puntos, Romanelli *et al.*, 2018; Romanelli y Vélez-Agudelo, 2024), los coeficientes DCT calculados sobre 30 puntos temporales normalizados, ofrecen una caracterización más completa y robusta de la dinámica

formántica. Estos coeficientes DCT 0 y DCT 1 del F1 y el F2 se compararon entre contextos consonánticos en las vocales tónicas y átonas para evaluar el efecto del contexto consonántico dentro de cada condición acentual.

3. Resultados

3.1. Patrones coarticulatorios según inspección visual de los datos

En la Figura 1 se muestran las trayectorias promedio reconstruidas mediante la transformada discreta del coseno inversa (IDCT), utilizando únicamente los coeficientes DCT 0 y DCT 1 a partir de 30 mediciones proporcionales normalizadas en el tiempo. Este procedimiento genera curvas suavizadas que destacan la tendencia general del movimiento formántico, al eliminar variaciones de alta frecuencia asociadas principalmente al ruido o a errores de estimación formántica.

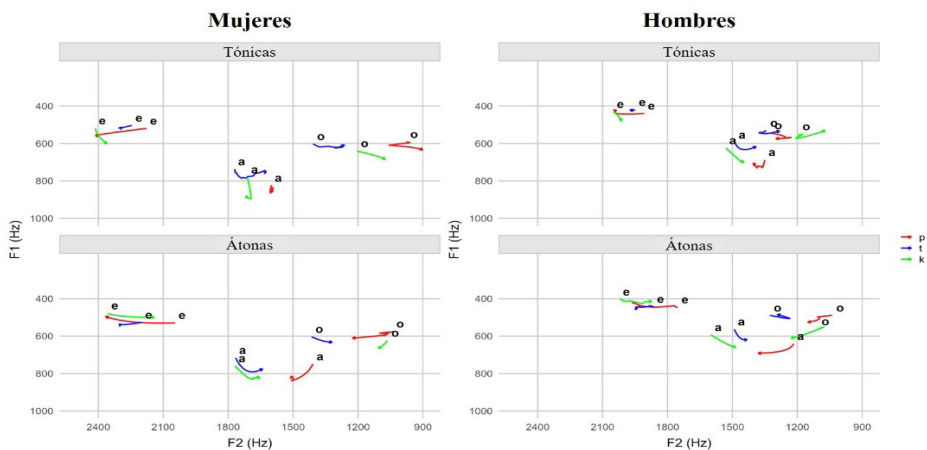


Figura 1. Trayectorias promedio suavizadas del F1 y F2 (reconstruidas mediante DCT 0 y DCT 1) de las vocales tónicas y átonas según el contexto consonántico (/p/, /t/, /k/) en mujeres y hombres.

El análisis visual de las trayectorias de los formantes vocálicos de las mujeres y los hombres en la Figura 1 muestra que el punto de inicio de las trayectorias del F2 en contexto de /p/ fue más posterior en el espacio vocálico en comparación

con los contextos /t/ y /k/, los cuales mostraban posiciones más anteriores. Esto sugiere que las vocales precedidas por /p/ presentaron un F2 más bajo (líneas rojas desplazadas hacia la derecha en el eje horizontal del F2), mientras que aquellas precedidas por /t/ y /k/ mostraron valores del F2 más altos al comienzo de la trayectoria (líneas azules y verdes desplazadas hacia la izquierda en el eje del F2).

El punto de articulación de las consonantes /p/, /t/ y /k/ influyó en las trayectorias del F1 y el F2 de /e/, /a/ y /o/, revelando patrones coarticulatorios consistentes en hablantes de ambos géneros. Específicamente, /p/ favoreció trayectorias bajas del F1 (el F1 aumentó) y trayectorias anteriores del F2 con un amplio movimiento formántico (el F2 también aumentó en el tiempo) (líneas rojas situadas más abajo en el eje vertical del F1 y más hacia la izquierda en el eje horizontal del F2); /t/ también mostró una trayectoria baja del F1, y una trayectoria modestamente anterior del F2 en las vocales anteriores (líneas azules desplazadas hacia abajo en el eje del F1 y levemente más hacia la izquierda en el eje del F2), pero posterior en /a/ y /o/; y /k/ promovió trayectorias del F1 bajas junto con trayectorias posteriores del F2 (el F2 disminuyó) (líneas verdes más abajo en el eje del F1 y más hacia la derecha en el eje horizontal del F2), con algunas excepciones en la /o/ átona. Estos efectos variaron según la vocal y el contexto acentual, observándose un mayor dinamismo en las trayectorias del F2 en las mujeres, especialmente en sílabas átonas, mientras que los hombres presentaron tendencias similares, aunque con trayectorias algo menos marcadas.

3.2. Resultados del análisis estadístico

Este estudio investigó los efectos de las consonantes sobre las vocales /e a o/ tónicas y átonas del español, utilizando cuatro medidas acústicas: F1 DCT 0, F1 DCT 1, F2 DCT 0 y F2 DCT 1. El análisis se llevó a cabo por separado para hablantes femeninos y masculinos. En cada caso, se aplicaron ANOVAs o pruebas no paramétricas de Kruskal–Wallis, según correspondiera, en función del cumplimiento de los supuestos de normalidad de los residuos y homogeneidad de varianzas; las comparaciones *posthoc* se realizaron mediante pruebas de Tukey o de Dunn, respectivamente. Los efectos principales e interacciones de los análisis se resumen en el Cuadro 2.

F1			DCT 0						DCT 1						F2						DCT 1					
Género	Vocal	Efecto	gl	F/χ²	η²/ ε²	gl	F/χ²	η²/ ε²	gl	F/χ²	η²/ ε²	gl	F/χ²	η²/ ε²	gl	F/χ²	η²/ ε²	gl	F/χ²	η²/ ε²						
Mujeres	/e/	Con	2, 171	1.32	.01	2	23.56***		2	3.92		2	102.27***		2	102.27***		2	102.27***							
		AL	1, 171	6.14*	.03	1	10.33**		1	8.67**		1	0.33		1	0.33		1	0.33							
		Con x AL	2, 171	7.04**	.07	5	45.16***	.02/ .18	5	16.72**	.08/ .00	5	105.52***	.53/ .61	5	105.52***	.53/ .61	5	105.52***	.53/ .61						
	/a/	Con	2	20.82***		2	12.94**		2, 143	38.63***	.36	2	56.05***		2, 143	38.63***	.36	2	56.05***							
		AL	1	5.84*		1	0.60		1, 143	4.05*	.02	1	0.15		1, 143	4.05*	.02	1	0.15							
		Con x AL	5	28.90***	.16/ .07	5	20.40**	.21/ .02	2, 143	6.27**	.05	5	72.30***	.33/ .51	2, 143	6.27**	.05	5	72.30***	.33/ .51						
Hombres	/o/	Con	2	10.26**		2	5.54		2	79.36***		2	35.12***		2	79.36***		2	35.12***							
		AL	1	0.22		1	1.00		1	0.36		1	14.91***		1	0.36		1	14.91***							
		Con x AL	5	12.65*	.05/ .04	5	7.48		5	87.53***	.49/ .36	5	45.11***	.08/ .21	5	87.53***	.49/ .36	5	45.11***	.08/ .21						
	/e/	Con	2	3.96		2	28.79***		2	4.39		2	74.58***		2	4.39		2	74.58***							
		AL	1	3.36		1	1.07		1	9.26**		1	0.21		1	9.26**		1	0.21							
		Con x AL	5	23.6***	.09/ .11	5	35.75***	.34/ .19	5	18.01**	.00/ .05	5	81.12***	.37/ .50	5	18.01**	.00/ .05	5	81.12***	.37/ .50						
/a/	Con	2	21.76***		2	11.87**		2	36.73***		2	65.49***		2	36.73***		2	65.49***								
	AL	1	4.47*		1	3.36		1	0.53		1	0.25		1	0.53		1	0.25								
	Con x AL	5	26.06***	.11/ .11	5	30.40***	.32/ .00	5	39.39***	.17/ .24	5	69.63***	.32/ .51	5	39.39***	.17/ .24	5	69.63***	.32/ .51							
/o/	Con	2	8.91*		2	0.90		2	19.26***		2	10.36**		2	19.26***		2	10.36**								
	AL	1	2.33		1	0.85		1	1.21		1	8.31**		1	1.21		1	8.31**								
	Con x AL	5	15.57**	.02/ .07	5	5.12		5	19.90**	.09/ .08	5	22.15***		5	19.90**	.09/ .08	5	22.15***								

Cuadro 2. Estadísticos de pruebas de ANOVA y Kruskal-Wallis

Nota Cuadro 2. Con = Consonante, AL= Acento Léxico. Las pruebas de ANOVA utilizan estadísticos F y η^2 ; las pruebas de Kruskal-Wallis utilizan χ^2 y ε^2 (indicados en la columna η^2/ε^2 como valores correspondientes a tónicas/átonas cuando corresponde). Los valores de eta cuadrado (η^2) y de epsilon cuadrado (ε^2) de .01, .06 y .14 indican tamaño de efecto pequeño, mediano y grande respectivamente; * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$.

El factor vocálico no se incluyó como variable en los análisis debido a que, por definición, cada vocal tiene formantes diferentes. Por ello, cada medida fue analizada por separado para cada vocal, como se ha hecho en otros estudios (Fox y Jacewicz, 2009; Romanelli y Vélez-Agudelo, 2024).

Los análisis se realizaron por separado para el F1 y el F2, ya que estos formantes no son comparables entre sí. El análisis independiente del F1 y el F2 es una práctica común en estudios acústicos sobre vocales (Chládková *et al.*, 2011; Herrero de Haro, 2021; Romanelli *et al.*, 2018; Romanelli y Vélez-Agudelo, 2024).

Todos los análisis estadísticos y gráficos se realizaron con el software R, versión 4.3.0 (R Core Team, 2023), utilizando paquetes complementarios.

3.2.1. F1

Se realizaron análisis separados para las medidas del F1 (F1 DCT 0 y F1 DCT 1) por cada vocal, con acento léxico y consonante como factores intra-sujetos, tanto para mujeres como para hombres. Los efectos principales e interacciones de las pruebas estadísticas se resumen en el Cuadro 2.

3.2.1.1. F1 DCT 0

El coeficiente F1 DCT 0 representa la frecuencia media del F1, que se asocia con la altura vocálica. Valores más altos del F1 indican vocales más bajas, mientras que valores más bajos del F1 representan vocales más altas en el espacio vocálico. Los valores del F1 DCT 0 para las mujeres y los hombres se muestran en las Figuras 2 y 3, respectivamente.

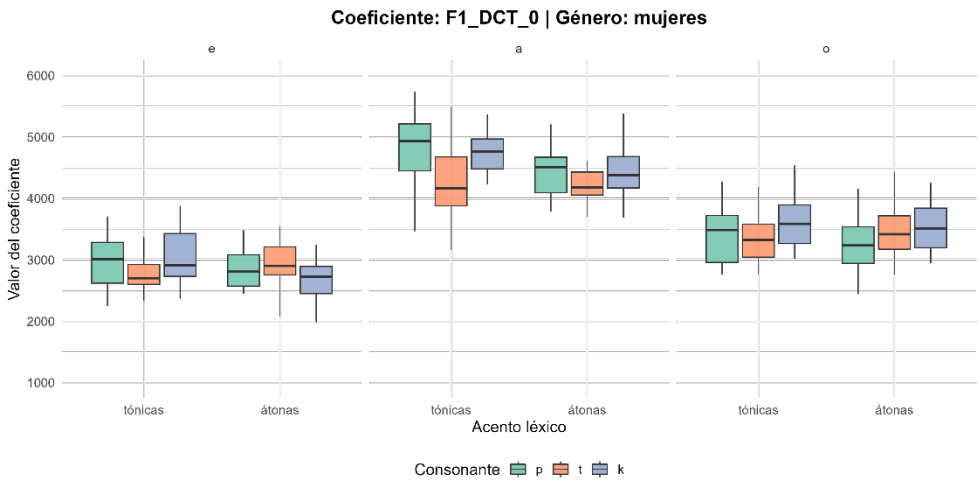


Figura 2. Boxplot del coeficiente DCT 0 del F1 en mujeres

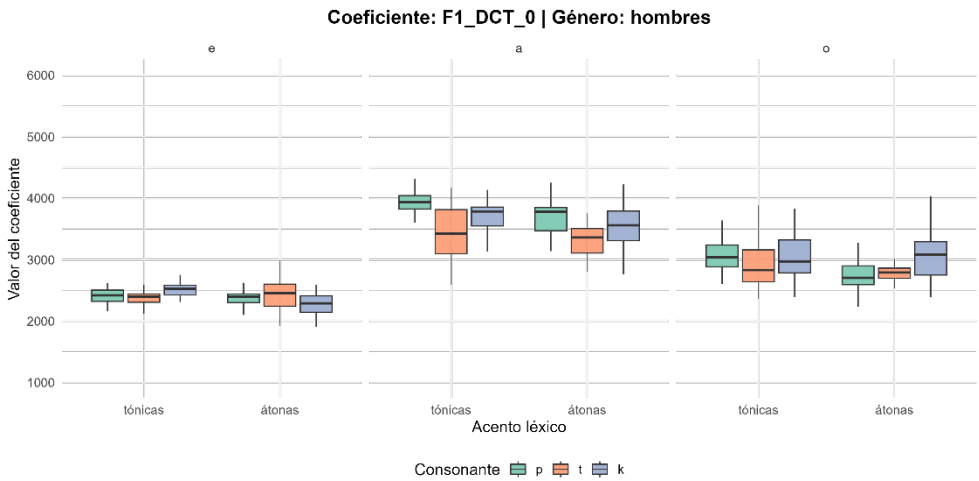


Figura 3. Boxplot del coeficiente DCT 0 del F1 en hombres

Para las mujeres, el ANOVA sobre los valores del F1 DCT 0 para /e/ arrojó un efecto principal significativo del acento léxico y una interacción significativa entre consonante y acento. Las pruebas *posthoc* de Tukey revelaron diferencias significativas entre /t/ (2926.61) y /k/ (2692.34) en las vocales átonas ($p = .003$),

pero no se observaron diferencias significativas en las vocales tónicas. La /e/ átona en contexto de /t/ presentó un F1 más alto que en /k/, lo que sugiere que /t/ dio lugar a vocales más bajas que /k/.

Para la /a/, las pruebas de Kruskal-Wallis mostraron efectos significativos de la consonante y del acento, y una interacción significativa Consonante $\times$ Acento. Las pruebas de Dunn identificaron diferencias significativas para las vocales tónicas entre /k/ y /t/ ($p = .014$) y entre /p/ y /t/ ($p = .004$), y para las vocales átonas entre /k/ y /t/ ($p = .046$). Las vocales tónicas fueron más bajas después de /k/ (4727.92) que después de /t/ (4264.77), como lo indican los valores más altos del F1 de la /a/ en contexto de /k/. Además, las vocales tónicas presentaron valores más altos del F1 en contexto de /p/ (4815.11) que de /t/. De forma similar, las vocales átonas fueron más bajas tras /k/ (4468.56) que tras /t/ (4193.88). En conjunto, /k/ y /p/ tendieron a generar vocales más bajas, mientras que /t/ produjo vocales generalmente más altas.

Para la /o/, las pruebas de Kruskal-Wallis mostraron efectos significativos de la consonante y una interacción significativa entre consonante y acento. Las pruebas de Dunn identificaron diferencias significativas para las vocales tónicas entre /k/ y /t/ ($p = .035$). La /o/ fue más baja (F1 más alto) en contexto de /k/ (3647.60) que de /t/ (3374.73).

En el caso de los hombres, las pruebas de Kruskal-Wallis sobre los valores del F1 DCT 0 para /e/ mostraron una interacción significativa entre consonante y acento. Las pruebas de Dunn indicaron diferencias significativas para las vocales tónicas entre /k/ y /t/ ($p = .026$). Las vocales producidas en contexto de /k/ (3604.87) fueron más bajas (F1 más alto) que las producidas tras /t/ (3282.41).

Para la /a/, las pruebas de Kruskal-Wallis revelaron efectos significativos de la consonante y del acento, y una interacción significativa entre ambos factores. Las pruebas de Dunn mostraron diferencias significativas para las vocales tónicas entre /p/ y /t/ ($p = .004$), y para las vocales átonas entre /p/ y /t/ ($p = .005$). El valor más alto del F1 para /a/ tónica tras /p/ (5599.08) sugiere que las vocales fueron significativamente más bajas que aquellas producidas tras /t/ (4750.93). De manera similar, aunque con una diferencia menor, el valor más alto del F1 para /a/ átona tras /p/ (5388.26) indica que estas vocales también fueron algo más bajas que aquellas tras /t/ (4686.08). En conjunto, las vocales producidas tras /p/ tendieron a ocupar una posición más baja en el espacio vocálico, mientras que las producidas tras /t/ se asociaron a una articulación más alta o cerrada.

Respecto a /o/, las pruebas de Kruskal-Wallis sobre los valores del F1 DCT 0 indicaron un efecto significativo de la consonante y una interacción significativa entre consonante y acento. Las pruebas de Dunn revelaron diferencias significativas para las vocales átonas entre /k/ y /p/ ($p = .025$). Dado que el valor medio del F1 fue más alto tras /k/ (4457.99) que tras /p/ (3897.65), se observa que las vocales átonas producidas tras /k/ fueron más bajas.

3.2.1.2. F1 DCT 1

El coeficiente F1 DCT 1 representa la trayectoria del cambio del F1 a lo largo del tiempo. Los valores negativos indican que el F1 aumenta con el tiempo, lo que corresponde a trayectorias del F1 más bajas. En cambio, los valores positivos indican una disminución del F1 con el tiempo, es decir, trayectorias del F1 más altas. Por su parte, el valor absoluto del coeficiente refleja la magnitud del movimiento formántico: cuanto mayor es este valor, mayor es el desplazamiento del F1 a lo largo de la vocal, lo que indica una articulación más dinámica. Los valores del F1 DCT 1 para las mujeres y los hombres se presentan en las Figuras 4 y 5, respectivamente.

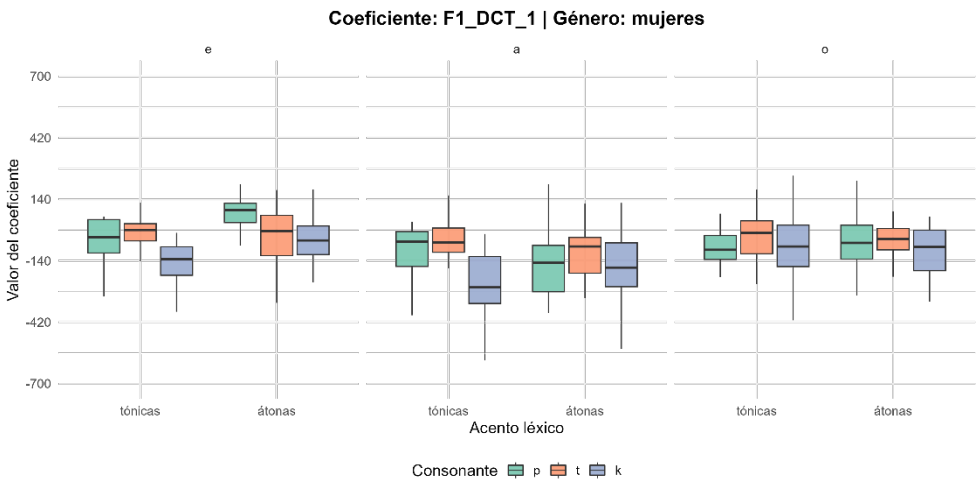


Figura 4. Boxplot del coeficiente DCT 1 del F1 en mujeres

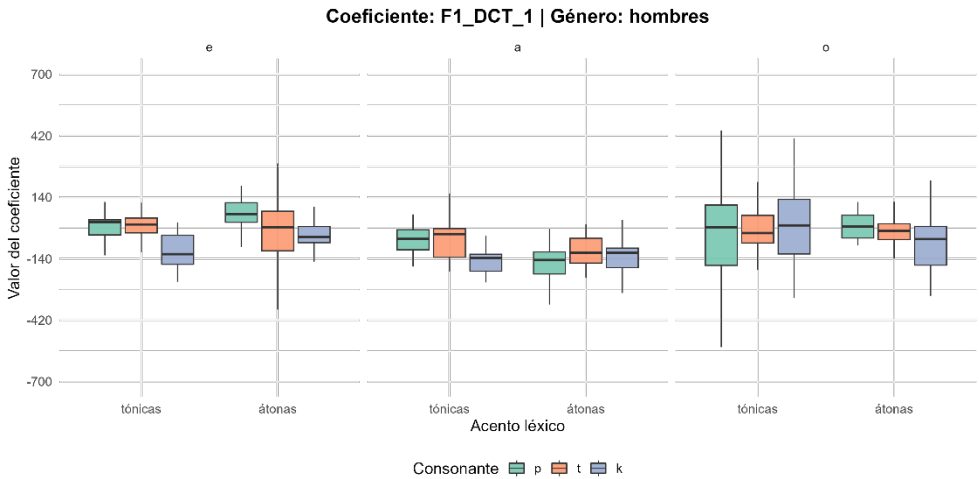


Figura 5. Boxplot del coeficiente DCT 1 del F1 en hombres

Para los hablantes femeninos, las pruebas de Kruskal-Wallis para la /e/ mostraron efectos significativos de la consonante, del acento y de su interacción. La trayectoria del F1 de /e/ se vio afectada tanto por el contexto consonántico como por el acento léxico. Las pruebas de Dunn revelaron diferencias significativas para las vocales tónicas entre /k/ y /t/ ($p < .001$) y entre /k/ y /p/ ($p = .012$), y para las átonas entre /k/ y /p/ ($p < .001$) y entre /p/ y /t/ ($p = .003$).

La /e/ tónica en contexto de /k/ (-158.05) presentó trayectorias más bajas del F1 y mayor movimiento formántico en comparación con /p/ (-73.77) y /t/ (-18.70). Sin embargo, las vocales átonas mostraron un patrón diferente. En contexto de /p/ (65.70), la /e/ átona exhibió trayectorias más altas del F1 y mayor movimiento formántico que en /k/ (-41.14) y /t/ (-15.80). En los contextos de /k/ y /t/, /e/ presentó trayectorias más bajas (el F1 aumentó con el tiempo) y menor dinamismo espectral. Independientemente de la condición acentual, /t/ fue el contexto consonántico que menos afectó a la vocal.

Las pruebas de Kruskal-Wallis para /a/ revelaron un efecto significativo de la consonante y de su interacción con el acento. Las pruebas de Dunn mostraron diferencias significativas para las vocales tónicas entre /k/ y /p/ ($p = .008$) y entre /k/ y /t/ ($p < .001$). La /a/ tónica tras /k/ (-244.25) presentó trayectorias más bajas del

F1, lo que refleja el mayor aumento del F1 con el tiempo y el movimiento formántico más amplio. En comparación, /p/ (-105.21) y /t/ (-83.69) mostraron trayectorias más altas del F1 y menor movimiento espectral que /k/. En contraste, no se observaron diferencias significativas en las vocales átonas.

Para la /o/, las pruebas de Kruskal-Wallis no arrojaron efectos significativos de la consonante o del acento, y tampoco una interacción significativa entre ambos factores, indicando trayectorias del F1 estables para esta vocal.

Para los hablantes masculinos, las pruebas de Kruskal-Wallis sobre los valores del F1 DCT 1 para /e/ revelaron un efecto significativo de la consonante y una interacción significativa entre consonante y acento. Las pruebas de Dunn mostraron diferencias significativas para las vocales tónicas entre /k/ y /p/ y entre /k/ y /t/ (ambas $p < .001$), así como para las vocales átonas entre /k/ y /p/ ($p < .001$) y entre /t/ y /p/ ($p = .016$). La /e/ tónica en contexto de /k/ (-124.84) presentó trayectorias más bajas del F1 y mayor movimiento formántico que en /p/ (82.01) y /t/ (6.35), donde las trayectorias fueron más altas y menos dinámicas. La /e/ átona exhibió una trayectoria más baja y un movimiento formántico más amplio tras /k/ (-53.83) y /t/ (-52.50) que tras /p/ (-18.03). En general, tanto en los hablantes masculinos como en los femeninos, la /e/ tónica mostró trayectorias con mayor movimiento formántico que las átonas.

Para la /a/, las pruebas de Kruskal-Wallis indicaron un efecto significativo de la consonante y una interacción significativa entre consonante y acento. Las pruebas de Dunn revelaron diferencias significativas para las vocales tónicas entre /k/ y /p/, y entre /k/ y /t/ (ambas $p < .001$). La /a/ tónica tras /k/ (-222.49) mostró una trayectoria más baja del F1 y mayor movimiento formántico en comparación con /p/ (-2.48) y /t/ (-15.42). Al igual que en los hablantes femeninos, el contexto consonántico no afectó significativamente a las vocales átonas.

Al igual que en los hablantes femeninos, las pruebas de Kruskal-Wallis para /o/ en los hablantes masculinos no mostraron efectos principales significativos de la consonante ni del acento, ni tampoco una interacción significativa entre estos factores. Estos resultados indican que la trayectoria del F1 de /o/ se mantuvo estable a lo largo del tiempo, lo que sugiere una articulación relativamente uniforme durante su producción.

3.2.2. F2

Se realizaron análisis separados de las medidas del F2 (F2 DCT 0 y F2 DCT 1) para cada vocal, considerando el acento léxico y la consonante como factores intrasujeto en mujeres y hombres. Los efectos principales e interacciones de las pruebas estadísticas se resumen en el Cuadro 2 que se incluye en la sección 3.2.

3.2.2.1. F2 DCT 0

El coeficiente F2 DCT 0 representa la frecuencia media del F2. Valores más altos del F2 indican vocales más anteriores, mientras que valores más bajos corresponden a vocales más posteriores en el espacio vocálico. Los valores del F2 DCT 0 para las mujeres y los hombres se presentan en las Figuras 6 y 7, respectivamente.

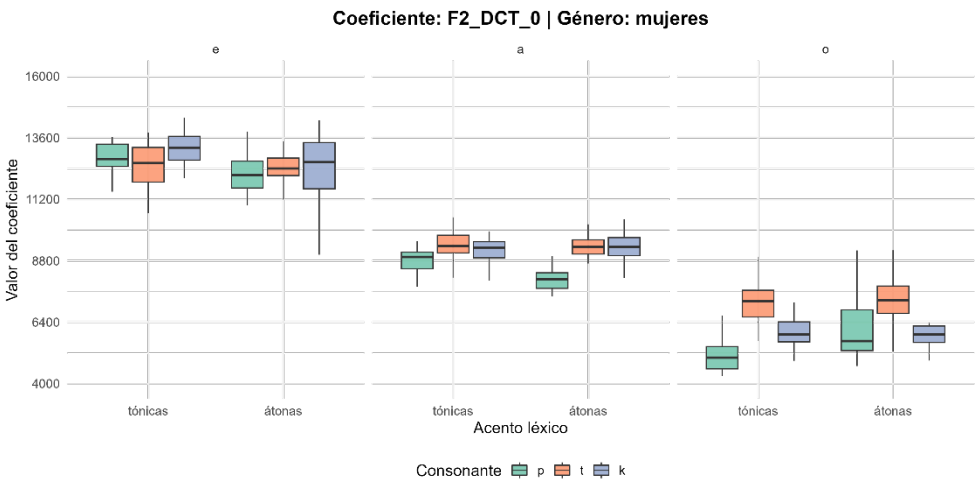


Figura 6. Boxplot del coeficiente DCT 0 del F2 en mujeres

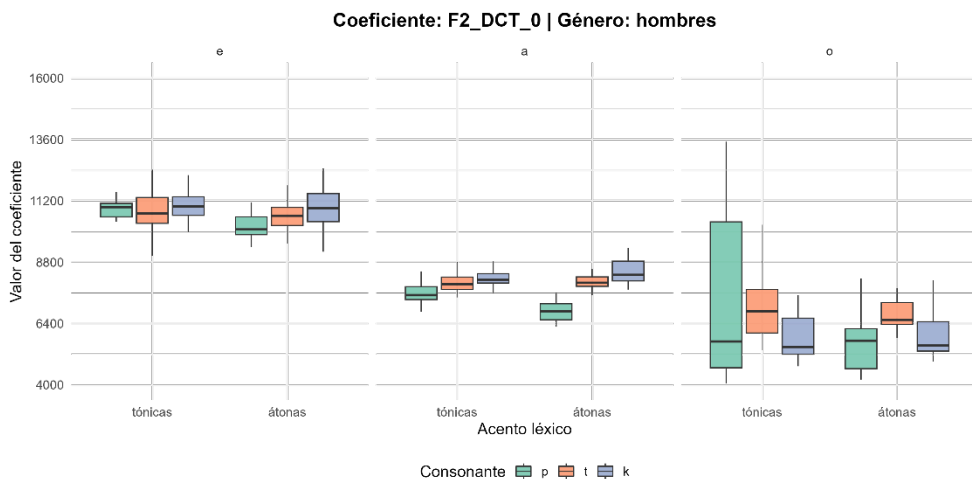


Figura 7. Boxplot del coeficiente DCT 0 del F2 en hombres

Para las mujeres, las pruebas de Kruskal-Wallis sobre los valores del F2 DCT 0 para /e/ mostraron un efecto significativo del acento y una interacción significativa entre consonante y acento. Las pruebas *post hoc* de Dunn identificaron diferencias significativas para las vocales tónicas entre /k/ y /t/ ($p = .040$). La /e/ tónica tras /k/ (13101.79) mostró un F2 significativamente más alto que tras /t/ (12485.30), sugiriendo que /e/ fue más anterior en contexto de /k/ que de /t/. No se observó influencia significativa del entorno fonético en las vocales átonas.

Para la /a/, el ANOVA demostró una interacción significativa entre consonante y acento, junto con efectos principales de ambos factores. Las pruebas *post hoc* de Tukey mostraron diferencias significativas para las vocales tónicas entre /p/ y /k/ ($p = .015$) y entre /p/ y /t/ ($p = .003$), y para las átonas entre /p/ y /k/, y entre /p/ y /t/ (ambas $p < .001$). La /a/ tónica tras /p/ (8802.19) exhibió un F2 más bajo comparado con /k/ (9310.89) y /t/ (9379.82). De manera similar, la /a/ átona mostró un F2 significativamente más bajo tras /p/ (8089.87) que tras /k/ (9338.07) y /t/ (9354.09). En ambos casos, /a/ fue más anterior en los contextos de /k/ y /t/, y más posterior en contexto de /p/.

Respecto a /o/, las pruebas de Kruskal-Wallis revelaron un efecto significativo de la consonante y una interacción significativa Consonante $\times$ Acento. Las pruebas de Dunn indicaron diferencias significativas para las vocales tónicas entre /t/ y /k/, y entre /t/ y /p/ (ambas $p < .001$), y para las vocales átonas entre /t/ y /k/, y entre /t/ y /p/ (ambas $p < .001$). La /o/ tónica tras /t/ (7324.61) resultó en un F2 más alto que tras /k/ (6164.22) y /p/ (5354.31), mostrando que /o/ fue más anterior en contexto de /t/. Paralelamente, la /o/ átona tras /t/ (7479.00) también presentó un F2 más alto que tras /k/ (5915.87) y /p/ (6117.35).

En los hombres, las pruebas de Kruskal-Wallis para /e/ indicaron un efecto significativo del acento y una interacción significativa entre consonante y acento. Las pruebas de Dunn revelaron diferencias significativas solo para las vocales átonas entre /k/ y /p/ ($p = .018$). La /e/ presentó un F2 significativamente más bajo en contexto de /k/ (11857.91) comparado con /p/ (15198.45), lo que indica que /e/ fue más posterior tras /k/ y más anterior tras /p/. La /e/ en contexto de /p/ tuvo un F2 similar al de /t/ (15038.24), induciendo adelantamiento más que retraimiento.

Para la vocal /a/, las pruebas de Kruskal-Wallis mostraron efectos significativos de la consonante y una interacción significativa Consonante $\times$ Acento. Las pruebas de Dunn evidenciaron diferencias significativas en las vocales tónicas entre /p/ y /k/ ($p < .001$), y entre /p/ y /t/ ($p = .036$), y para las vocales átonas entre /p/ y /k/ ($p < .001$) y entre /p/ y /t/ ($p = .018$). La /a/ tónica tras /p/ (10663.75) exhibió un F2 más bajo comparado con /k/ (11639.13) y /t/ (11235.56), indicando que fue más posterior en /p/ y más anterior en /k/ y /t/. De manera similar, la /a/ átona fue más posterior en contexto de /p/ (10784.95) pero más anterior tras /k/ (12092.15) y /t/ (11426.31). Estos hallazgos concuerdan con los observados en las mujeres, donde /a/ resultó más posterior tras /p/ pero más anterior en los contextos de /k/ y /t/.

Respecto a /o/, las pruebas de Kruskal-Wallis mostraron un efecto significativo de la consonante y una interacción significativa entre consonante y acento. Las pruebas de Dunn indicaron diferencias significativas para las vocales tónicas entre /t/ y /k/ ($p = .011$), y para las átonas entre /t/ y /p/ ($p = .010$). La /o/ tónica tras /t/ (11289.79) presentó un F2 más alto que tras /k/ (9036.17), mostrando que /o/ fue más anterior en contexto de /t/. Paralelamente, la /o/ átona tras /t/ (10713.72) exhibió un F2 más alto que tras /p/ (8721.40), confirmando este patrón de anterioridad en /t/ versus posterioridad en /p/. Este comportamiento coincide con el observado en las mujeres, donde /o/ resultó más anterior en contexto de /t/ y más posterior en los contextos de /k/ y /p/.

3.2.2.2. *F2 DCT 1*

El coeficiente F2 DCT 1 representa la trayectoria del cambio del F2 a lo largo de la duración de la vocal. Los valores negativos indican un aumento progresivo del F2 (trayectorias más anteriores), mientras que los valores positivos señalan una disminución del F2 a lo largo del tiempo, correspondiente a un movimiento hacia posiciones más posteriores. Los valores absolutos expresan la magnitud del desplazamiento formántico: cuanto mayor es este valor, mayor es el movimiento del F2, lo que sugiere cambios espectrales más dinámicos durante la producción de la vocal. Los valores del F2 DCT 1 para las mujeres y los hombres se muestran en las Figuras 8 y 9, respectivamente.

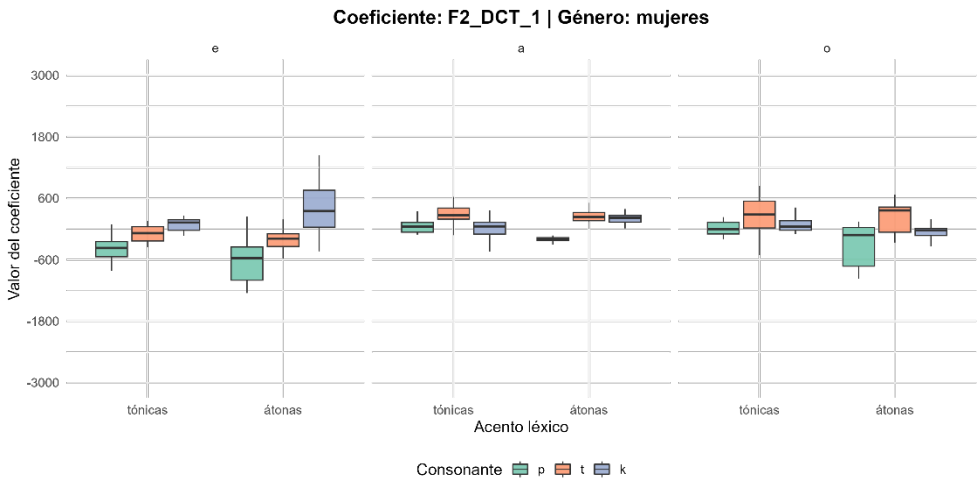


Figura 8. Boxplot del coeficiente DCT 1 del F2 en mujeres

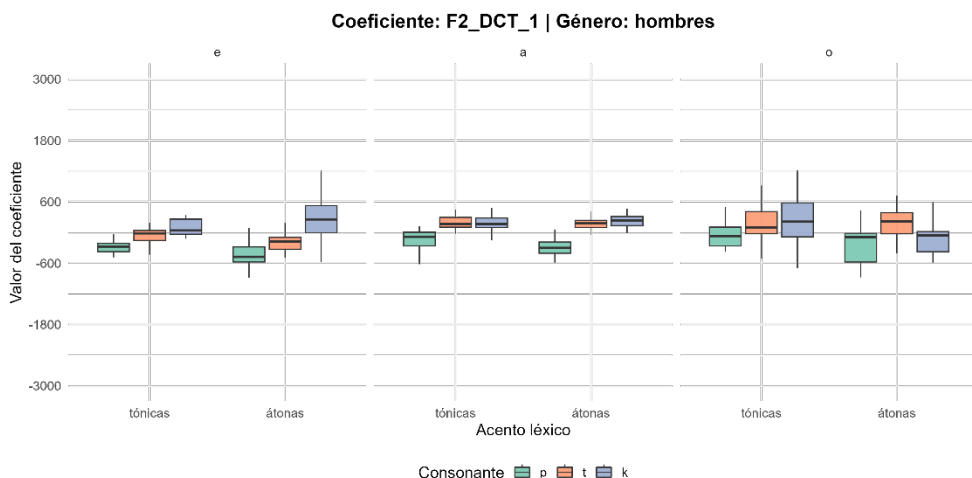


Figura 9. Boxplot del coeficiente DCT 1 del F2 en hombres

Para las mujeres, las pruebas de Kruskal-Wallis realizadas sobre los valores del F2 DCT 1 para la /e/ mostraron un efecto significativo de la consonante y una interacción significativa con el acento. Las pruebas de Dunn indicaron diferencias significativas para las vocales tónicas entre /p/ y /k/ ($p < .001$), /p/ y /t/ ($p = .004$) y /k/ y /t/ ($p = .045$), y para las átonas entre /k/ y /p/, /k/ y /t/ (ambas $p < .001$), y /p/ y /t/ ($p = .007$). La /e/ tónica en contexto de /p/ (-430.40) mostró trayectorias más anteriores del F2 y mayor movimiento formántico en comparación con /k/ (101.86) y /t/ (-93.98). Aunque las vocales en contexto de /k/ y /t/ mostraron movimientos formánticos similares, /k/ causó un desplazamiento posterior de la trayectoria de /e/, mientras que /t/ generó un desplazamiento anterior. Para las vocales átonas, /e/ tras /p/ (-620.92) exhibió nuevamente la trayectoria más anterior y mayor movimiento formántico comparado con /t/ (-198.95) y /k/ (414.41). En contexto de /k/, las vocales tónicas y átonas mostraron trayectorias posteriores, aunque con mayor movimiento en las átonas.

Para la /a/, las pruebas de Kruskal-Wallis indicaron un efecto significativo de la consonante y una interacción significativa Consonante $\times$ Acento. Las pruebas de Dunn identificaron diferencias significativas en las vocales tónicas entre /t/ y /k/ y entre /t/ y /p/ (ambas $p < .001$), y en las vocales átonas entre /p/ y /k/ y entre /p/ y /t/ (ambas $p < .001$). La /a/ tónica en contexto de /t/ (276.93) mostró la trayectoria

más retraída del F2 y el mayor movimiento formántico. Sin embargo, en contextos de /k/ (21.38) y /p/ (-27.85), la /a/ tónica exhibió una trayectoria más neutral y menor movimiento espectral. Las consonantes afectaron de manera diferente a las vocales átonas. En contexto de /p/ (-304.56), la /a/ átona mostró una trayectoria más anterior y mayor movimiento formántico comparada con /k/ (210.93) y /t/ (239.77), donde las trayectorias del F2 se desplazaron a una posición más retraída. Aunque la /a/ átona exhibió el mayor movimiento formántico tras /p/, también mostró un movimiento considerable en contextos de /k/ y /t/.

Las pruebas de Kruskal-Wallis para la /o/ mostraron efectos significativos de la consonante y el acento, así como su interacción. Las pruebas de Dunn revelaron diferencias significativas para las vocales tónicas entre /p/ y /t/ ($p = .028$), y para las vocales átonas entre /t/ y /k/ ($p = .018$) y entre /t/ y /p/ ($p = .010$). La /o/ tónica en contexto de /p/ (369.88) mostró mayor movimiento formántico que tras /t/ (279.42), pero ambas consonantes produjeron trayectorias retraídas. La /o/ átona también exhibió un movimiento formántico similar tras /t/ (183.13) y /p/ (-193.44) comparado con /k/ (-74.75). Sin embargo, mientras /t/ resultó en una trayectoria más retraída del F2, /p/ produjo la trayectoria más anterior.

Para los hombres, las pruebas de Kruskal-Wallis sobre los valores del F2 DCT 1 de la vocal /e/ revelaron un efecto significativo de la consonante y una interacción significativa entre consonante y acento. Las pruebas de Dunn mostraron diferencias significativas para las vocales tónicas entre /p/ y /k/ ($p < .001$) y entre /p/ y /t/ ($p = .003$), así como para las vocales átonas entre /k/ y /p/ y entre /k/ y /t/ (ambas $p < .001$). La /e/ tónica en contexto de /p/ (-240.40) exhibió la trayectoria más anterior del F2 y el mayor movimiento formántico. En contraste, /k/ (38.82) y /t/ (11.97) mostraron desplazamientos posteriores más débiles y menor movimiento formántico. De manera similar, para las vocales átonas, /p/ (-482.95) presentó nuevamente la trayectoria más anterior y el mayor movimiento formántico. En contexto de /t/ (-243.19), la /e/ también mostró una trayectoria anterior pero con un movimiento formántico menor comparado con /p/. Por otro lado, /k/ (274.51) resultó en la trayectoria más posterior mientras aún demostraba un gran movimiento formántico. Al igual que en los hablantes femeninos, la /e/ en contexto de /p/ exhibió la trayectoria más anterior y el mayor movimiento espectral.

Para la /a/, las pruebas de Kruskal-Wallis revelaron efectos significativos de la consonante y una interacción significativa entre consonante y acento. Las pruebas

de Dunn mostraron diferencias significativas para las vocales tónicas entre /k/ y /p/ y entre /p/ y /t/ (ambas $p < .001$), y para las átonas entre /k/ y /p/ y entre /p/ y /t/ (ambas $p < .001$). La /a/ tónica en contexto de /k/ (242.55) mostró la trayectoria más posterior del F2 y el mayor movimiento formántico. En contexto de /t/ (205.35), la /a/ fue ligeramente menos posterior que en contexto de /k/ pero exhibió un movimiento formántico similar. En contraste, /p/ (-84.05) mostró una trayectoria débilmente anterior y el menor movimiento formántico, sugiriendo una articulación más estable. Para las vocales átonas, /p/ (-529.69) demostró la trayectoria más anterior y el mayor movimiento formántico, reflejando cambios espectrales significativos. En comparación, /k/ (275.01) y /t/ (135.02) resultaron en trayectorias vocálicas más posteriores, con /k/ mostrando un mayor movimiento formántico.

Respecto a /o/, las pruebas de Kruskal-Wallis indicaron efectos significativos de la consonante y el acento, y una interacción significativa Consonante $\times$ Acento. Las pruebas de Dunn mostraron diferencias significativas solo para las vocales átonas entre /k/ y /t/ ($p = .018$) y entre /p/ y /t/ ($p = .010$). La /o/ en contexto de /t/ (-42.79) exhibió la trayectoria menos anterior del F2 y el menor movimiento formántico, indicando una articulación relativamente estable. En contraste, la /o/ en contextos de /p/ (-244.88) y /k/ (-240.51) mostró trayectorias más anteriores y movimientos formánticos más dinámicos. De manera similar a los hablantes femeninos, la /o/ tónica no se vio afectada por el contexto consonántico en los hablantes masculinos.

En general, en ambos géneros, las vocales átonas mostraron mayor movimiento del F2 que las tónicas, excepto en la /o/ femenina.

4. Discusión

4.1. Efectos consonánticos sobre las diversas medidas acústicas y el rol del acento léxico

4.1.1. Valores medios del F1 (F1 DCT 0)

El análisis de los valores medios del F1 (F1 DCT 0) reveló que la interacción entre el contexto consonántico y el acento léxico produce patrones sistemáticos en la variación de la altura vocálica. En línea con la hipótesis H1, las vocales en contexto

de /p/ generalmente presentaron valores más altos del F1 (vocales más bajas) que tras /t/, que mostraron valores más bajos del F1 (vocales más altas), especialmente para /a/ en ambos géneros. Este patrón refleja influencias articulatorias como el descenso mandibular y el redondeamiento labial en las bilabiales, frente al rol limitado del dorso lingual en /t/ (Hillenbrand *et al.*, 2001; Stevens y House, 1963; Recasens, 1984; Strange *et al.*, 2007).

Contrariamente a lo hipotetizado, /k/ generalmente también indujo valores más altos del F1 (vocales más bajas) que /t/, sugiriendo que, en el español, las velares, como las bilabiales, favorecen una mayor apertura vocálica. Esto se observó particularmente en /a/ y /o/ tónicas y /a/ átona en las mujeres, y en la /e/ tónica en los hombres. De hecho, estudios previos sobre el inglés muestran que las vocales medias y bajas presentan valores más bajos del F1 tras /t/ en comparación con /p/ y /k/ (Strange *et al.*, 2007).

Se observaron también patrones específicos por género para la /e/. En los hombres, la /e/ tónica mostró un aumento del F1 tras /k/ en relación con /t/, mientras que en las mujeres no hubo diferencias significativas, posiblemente debido a una mayor estabilidad articulatoria o resistencia coarticulatoria (Herrmann *et al.*, 2014; Simpson, 2002; Strycharczuk *et al.*, 2024). Para la /o/ tónica, los efectos consonánticos se observaron solo en mujeres, lo que sugiere una sensibilidad coarticulatoria dependiente de la vocal y el género del hablante (Bučar Shigemori *et al.*, 2023).

Para la /a/, los efectos del contexto consonántico se manifestaron tanto en sílabas tónicas como átonas, aunque más marcados en las tónicas, en línea con el modelo de reducción gradual de Cho (2004), donde la prominencia prosódica atenúa pero no elimina los efectos coarticulatorios.

Un hallazgo inesperado fue que la /e/ átona en las mujeres presentó valores más altos del F1 en contexto de /t/ que de /k/, invirtiendo el patrón esperado, posiblemente debido a efectos prosódicos que alteran las relaciones coarticulatorias típicas (Cho y Keating, 2001). En cambio, la /o/ átona en mujeres se mantuvo estable en todos los contextos, como también se reportó para el español uruguayo (Hossain *et al.*, 2025), coincidiendo con su resistencia coarticulatoria (Recasens, 1984). En los hombres, sin embargo, la /o/ átona mostró una disminución significativa del F1 tras /p/ respecto de /k/, indicando una posición vocálica más alta tras /p/, posiblemente debido al ascenso mandibular durante el cierre bilabial, que facilita la elevación lingual y el redondeamiento en /o/ (Recasens, 2012; Romanelli y Menegotto, 2018).

Estos resultados no respaldan consistentemente la H5. Aunque se esperaban mayores efectos consonánticos en las vocales átonas, los patrones observados fueron más claros y robustos en sílabas tónicas, lo que sugiere una interacción compleja entre acento, tipo vocálico y género.

4.1.2. Trayectorias del F1 (F1 DCT 1)

El análisis de las trayectorias del F1 (F1 DCT 1) mostró que, contrariamente a lo esperado en la hipótesis H2, /k/ generó las trayectorias más bajas y con mayor movimiento del F1 (aumento del F1 en el tiempo) en /e/ y /a/ tónicas, en ambos géneros. Este patrón se alinea con los valores medios del F1 (DCT 0) y refleja una fuerte coarticulación velar, probablemente vinculada al retroceso del dorso lingual (Stevens, 1998).

La bilabial /p/ mostró efectos específicos por género, especialmente en /e/: las mujeres presentaron trayectorias moderadamente bajas del F1 (aumento del F1), en línea con el descenso vocálico esperado, mientras que los hombres exhibieron trayectorias más altas (disminución del F1), lo que sugiere diferencias de género en la coarticulación labial. Para la /a/ tónica, /p/ generó trayectorias menos bajas del F1 que /k/, pero más dinámicas que /t/, reflejando un patrón gradual donde la influencia labial es menor que la velar.

La dental /t/ produjo trayectorias más estables del F1 en todas las vocales y géneros, en contraste con Strange *et al.* (2007), quienes reportaron mayor variabilidad en contexto de /t/.

Las sílabas átonas mostraron trayectorias del F1 con direcciones menos consistentes, especialmente en la /e/ femenina, donde las trayectorias fueron más altas tras /p/, en contraste con las trayectorias más bajas en las tónicas. En los hombres, las trayectorias de /e/ átona coincidieron en dirección con las tónicas tras /k/, pero se invirtieron tras /t/ y /p/, indicando que el efecto consonántico fue menos sistemático entre condiciones acentuales. Respecto a la magnitud del movimiento formántico, fue mayor en la /e/ tónica en ambos géneros. Para /a/, no se observaron diferencias significativas en las vocales átonas, y /o/ mostró trayectorias del F1 altamente estables, lo que confirma su resistencia coarticulatoria (Recasens, 1984, Hossain *et al.*, 2025). En conjunto, los resultados sugieren que la reducción prosódica altera principalmente la dirección esperada de las trayectorias (Cho y Keating, 2001, 2009), en línea con estudios que vinculan el debilitamiento prosódico con una menor

precisión articulatoria (Herrmann *et al.*, 2014; Strycharczuk *et al.*, 2024). Así, la H5 se cumple parcialmente: se observó menor consistencia direccional en las vocales átonas, pero no mayor movimiento formántico. Por último, los resultados apoyan parcialmente la H6, ya que los patrones observados fueron en gran medida similares entre géneros, salvo diferencias notables en la vocal /e/ en contexto de /p/.

4.1.3. Valores medios del F2 (F2 DCT 0)

El análisis de los valores del F2 DCT 0 evidenció efectos sistemáticos del contexto consonántico y del acento léxico sobre la anterioridad y posterioridad vocálica. Los patrones fueron consistentes entre géneros para la /a/ y /o/, y más variables para la /e/. En línea con la H3, /p/ tendió a reducir el F2 (vocales más posteriores), mientras que /t/ y /k/ lo aumentaron (vocales más anteriores). Este patrón fue robusto para /a/ en ambos grupos y condiciones acentuales, en concordancia con modelos articulatorios que asocian el cierre bilabial con un retroceso lingual (Browman y Goldstein, 1992; Hillenbrand *et al.*, 2001; Stevens y House, 1963).

Para /o/, /t/ promovió vocales más anteriores, mientras que /p/ y /k/ indujeron posteriorización, lo que apoya la idea de que las coronales acortan la cavidad anterior y favorecen la anteriorización (Flemming, 2002). Aunque se esperaba que las velares generaran vocales más anteriores (Hillenbrand *et al.*, 2001; Stevens y House, 1963), /k/ produjo vocales más posteriores para /o/, posiblemente por la combinación de una posición lingual posterior y una cavidad oral elongada (Flemming, 2002).

Los efectos sobre /e/ fueron más variables. En mujeres, la /e/ tónica fue más anterior en contexto de /k/ que de /t/, mientras que en la /e/ átona no hubo diferencias significativas. En hombres, la /e/ átona fue más posterior en contexto de /k/ que de /p/. Esta variabilidad de /k/ probablemente refleje la interacción compleja entre los gestos dorsales, la coarticulación progresiva y la estructura prosódica, especialmente en vocales medias como /e/ (Recasens, 2018; Strycharczuk *et al.*, 2021).

Contrariamente a la H5, no se observaron efectos más intensos o variables del contexto consonántico en sílabas átonas. En /a/ y /o/, los patrones fueron estables entre condiciones acentuales y géneros, pese a reportes previos de centralización en sílabas átonas (Santiago y Mairano, 2018; Romanelli *et al.*, 2018). Esto sugiere que, aunque se centralicen, estas vocales mantienen patrones coarticulatorios consistentes. En el caso de /e/, los efectos del acento fueron dependientes del género, contrario

a la hipótesis planteada en H6: en mujeres se observaron diferencias en las vocales tónicas, pero no en las átonas; en hombres, ocurrió lo opuesto. Estos resultados indican que el acento léxico no intensificó los efectos coarticulatorios en las vocales átonas, y que la interacción entre acento, calidad vocálica y género modula los patrones coarticulatorios de forma no uniforme, en línea con estudios previos sobre variabilidad articulatoria (Herrmann *et al.*, 2014; Strycharczuk *et al.*, 2024).

4.1.4. Trayectorias del F2 (F2 DCT 1)

El análisis de las trayectorias del F2 reveló patrones sistemáticos según el contexto consonántico y el acento léxico. Se predijo que /p/ induciría trayectorias más posteriores (descenso del F2 en el tiempo) y que /t/ y /k/ generarían trayectorias más anteriores (aumento del F2). Sin embargo, contrariamente a lo hipotetizado en H4, /p/ promovió trayectorias más anteriores en todas las vocales y géneros, particularmente en /e/, que mostró el mayor avance espectral tanto en sílabas tónicas como átonas. También /a/ y /o/ átonas presentaron trayectorias más anteriores tras /p/, coincidiendo con hallazgos del francés (Paillereau, 2016). Esta anteriorización podría atribuirse a la ausencia de redondeamiento en /p/, que acorta el tracto vocal y facilita el avance lingual. Estos resultados contrastan con los del español uruguayo, donde se observó descenso del F2 tras /p/ (Hossain *et al.*, 2025).

El patrón esperado para /t/ y /k/ fue parcialmente confirmado (H4). La dental /t/ generó trayectorias más anteriores o neutras, especialmente en /e/. En cambio, /k/ produjo trayectorias más posteriores en /e/ y /a/, coherentes con el retroceso del dorso lingual (Recasens, 2018), y en línea con los valores medios del F2 que fueron más bajos tras /k/. Esto contrasta con lo reportado en el español uruguayo, donde /k/ promovió anteriorización (Hossain *et al.*, 2025).

El acento influyó en los efectos consonánticos. En general, las vocales átonas, especialmente /e/ y /a/, mostraron un mayor movimiento formántico que sus contrapartes tónicas, mientras que para /o/ esto se observó solo en los hablantes masculinos. Además, las trayectorias del F2 de las vocales átonas tendieron a ser menos consistentes en su dirección entre contextos consonánticos, particularmente en la /o/ femenina y /e/ masculina, donde se registraron inversiones direccionales entre sílabas tónicas y átonas. Estos patrones apoyan parcialmente la H5: las vocales átonas evidenciaron mayor dinamismo y menor regularidad direccional, posiblemente debido a una menor precisión articulatoria y mayor solapamiento gestual en

contextos prosódicamente débiles (Cole *et al.*, 2010; Herrmann *et al.*, 2014). En contraste, las vocales tónicas mostraron trayectorias más estables y consistentes con el fortalecimiento prosódico, que refuerza los contrastes segmentales y restringe la variabilidad contextual (Nadeu, 2014; Romanelli *et al.*, 2018).

Aunque se observaron patrones generales compartidos entre géneros, algunas divergencias, como la mayor estabilidad articulatoria en el F1 en la /e/ tónica de las mujeres y en la /e/ átona de los hombres (F1 DCT 0), o las trayectorias del F2 con direcciones opuestas entre tónicas y átonas en la /e/ masculina y /o/ femenina, sugieren que los efectos del contexto consonántico y del acento léxico no fueron completamente uniformes entre hombres y mujeres, apoyando parcialmente la hipótesis H6.

5. Conclusión

Este estudio demuestra la compleja influencia del contexto consonántico y del acento léxico en la articulación vocálica del español hablado en la ciudad de Mar del Plata (Provincia de Buenos Aires, Argentina), mediante el análisis conjunto de los valores formánticos medios y de las trayectorias dinámicas. En términos de posición vocálica promedio, las consonantes /k/ y /p/ generaron vocales más bajas (valores más altos del F1) que /t/, que se asoció consistentemente con vocales más altas. En el plano dinámico, /k/ promovió de manera sistemática trayectorias más bajas del F1 y un mayor movimiento formántico, especialmente en /e/ y /a/ tónicas. En contraste, /p/ mostró efectos dinámicos más moderados y variables, mientras que /t/ se asoció predominantemente con trayectorias del F1 más estables y con menor desplazamiento, en concordancia con sus valores medios más altos en el espacio vocálico.

En el F2, /k/ tendió a producir valores medios más altos (vocales más anteriores), pero trayectorias que se desplazaron hacia posiciones más posteriores a lo largo del tiempo. La /t/ generó vocales más anteriores en los valores medios, pero trayectorias también más posteriores. En cambio, /p/ mostró un patrón mixto: valores medios más bajos (más posteriores) y trayectorias que tendieron a desplazarse a posiciones más anteriores. Estos hallazgos resaltan el valor complementario de los coeficientes DCT 0 y DCT 1 para caracterizar las trayectorias de los formantes vocálicos a lo largo del tiempo.

En relación con el acento léxico, los efectos fueron más claros y sistemáticos en las vocales tónicas en los valores medios del F1 y F2, mientras que las vocales átonas generalmente mostraron mayor movimiento formántico en las trayectorias del F2

y menor consistencia direccional. La vocal /o/ se mantuvo relativamente estable en todos los contextos, confirmando su resistencia coarticulatoria. Finalmente, se observaron algunas diferencias entre géneros, lo que sugiere que los efectos del contexto y del acento no fueron totalmente uniformes entre mujeres y hombres. En conjunto, estos resultados brindan apoyo parcial y no uniforme a las hipótesis planteadas (H1–H6), lo que pone de relieve la compleja interacción entre el contexto consonántico, el acento léxico, la calidad vocálica y el género del hablante.

Una limitación del presente estudio reside en la combinación de dos modalidades de elicitación: lectura de lista de palabras y lectura de un texto conectado. Aunque esta estrategia permitió obtener un mayor volumen de datos y aportar mayor naturalidad a parte del corpus, la producción en discurso conectado puede introducir variabilidad prosódica y coarticulatoria adicional (por ejemplo, efectos anticipatorios o resilabificación), asociada también a diferencias de estilo de habla, lo cual podría contribuir a explicar algunas divergencias observadas entre los resultados y las hipótesis planteadas, y los estudios previos.

En investigaciones futuras se pretende comparar sistemáticamente las trayectorias de las vocales según la posición de la palabra en la frase (por ejemplo, en palabras aisladas vs. palabras insertas en oraciones portadoras), así como evaluar con mayor precisión los efectos coarticulatorios consonánticos controlando tanto la consonante precedente como la siguiente a la vocal. Finalmente, se espera incorporar Modelos Aditivos Generalizados Mixtos (GAMM), un procedimiento que está ganando popularidad en el análisis de datos fonéticos dinámicos, para modelar de manera más flexible las trayectorias formánticas.

Referencias

- Boersma, P. y Weenink, D. (2021). *Praat: Doing phonetics by computer* (Versión 6.1.51) [Programa informático]. <http://www.praat.org/>
- Browman, C. P. y Goldstein, L. M. (1992). Articulatory phonology: An overview. *Phonetica*, 49(3-4), 155–180. <https://doi.org/1159/000261913>
- Bučar Shigemori, L., Franzke, R. y Hoole, P. (2023). Articulatory and acoustic analysis of coarticulated /u/ and /y/ produced by female and male speakers of German. En R. Skarnitzl y J. Volín (Eds.), *Proceedings of the 20th International Congress of Phonetic Sciences, ICPhS 2023* (pp. 1087-1091). https://www.internationalphoneticassociation.org/icphs-proceedings/ICPhS2023/full_papers/803.pdf

- Chládková, K., Escudero, P. y Boersma, P. (2011). Context-specific acoustic differences between Peruvian and Iberian Spanish vowels. *Journal of the Acoustical Society of America*, 130 (1), 416–428. <https://doi.org/10.1121/1.3592242>
- Cho, T. (2004). Prosodically-conditioned strengthening and vowel-to-vowel coarticulation in English. *Journal of Phonetics*, 32(2), 141-176. [https://doi.org/10.1016/S0095-4470\(03\)00043-3](https://doi.org/10.1016/S0095-4470(03)00043-3)
- Cho, T. y Keating, P. (2001). Articulatory and acoustic studies of domain-initial strengthening in Korean. *Journal of Phonetics*, 29, 155-190. <https://doi.org/10.1006/jpho.2001.0131>
- Cho, T. y Keating, P. (2009). Effects of initial position versus prominence in English. *UCLA Working Papers in Phonetics*, 106, 1-33. <https://escholarship.org/uc/item/8rv9t589>
- Cole, J., Linebaugh, G., Munson, C. y McMurray, B. (2010). Unmasking the acoustic effects of vowel-to-vowel coarticulation: A statistical modeling approach. *Journal of Phonetics*, 38(2), 167-184. <https://doi.org/10.1016/j.wocn.2009.08.004>
- Cox, F., Penney, J. y Palethorpe, S. (2024). Australian English monophthong change across 50 years: Static versus dynamic measures. *Languages*, 9(3), 99. <https://doi.org/10.3390/languages9030099>
- Flemming, E. (2002). *Auditory representations in phonology*. Routledge.
- Fowler, C. A. (1980). Coarticulation and theories of extrinsic timing. *Journal of Phonetics*, 8(1), 113-133. [https://doi.org/10.1016/S0095-4470\(19\)31446-9](https://doi.org/10.1016/S0095-4470(19)31446-9)
- 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. <https://doi.org/10.1121/1.3212921>
- Gahl, S. (2015). Lexical competition in vowel articulation revisited: Vowel dispersion in the Easy/Hard database. *Journal of Phonetics*, 49, 96-116. <https://doi.org/10.1016/j.wocn.2014.12.002>
- Guirao, M. y Borzone de Manrique, A. M. (1975). Identification of Argentine Spanish vowels. *Journal of Psycholinguistic Research*, 4(1), 17-25.
- Harrington, J., Kleber, F. y Reubold, U. (2013). The effect of prosodic weakening on the production and perception of trans-consonantal vowel coarticulation in German. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 134(1), 551–561. <https://doi.org/10.1121/1.4808328>
- Herrero de Haro, A. (2021). The vowel system of Eastern Andalusian Spanish speakers with articulation disorders. *Lingua* 249. <https://doi.org/10.1016/j.lingua.2020.102958>
- Herrmann, F., Cunningham, S. P. y Whiteside, S. P. (2014). Speaker sex effects on temporal and spectro-temporal measures of speech. *Journal of the International Phonetic Association*, 44(1), 59-74. <https://doi.org/10.1017/S0025100313000315>
- Hillenbrand, J. M., Clark, M. J. y Nearey, T. M. (2001). Effects of consonant environment on vowel formant patterns. *Journal of the Acoustical Society of America*, 109(2), 748-763. <https://doi.org/10.1121/1.1337959>

- Hossain, M. I., Michel, C., Rivera, J. y Rossato, S. (2025). Vocales en contexto: Un estudio acústico sobre el español uruguayo. *Estudios de Fonética Experimental*, 34, 77-112. <https://doi.org/10.1344/efe-2025-34-77-112>
- Kisler, T., Schiel, F. y Sloetjes, H. (2012). Signal processing via Web Services: The use case WebMAUS. En *Proceedings of Digital Humanities 2012* (pp. 30-34).
- Menegotto, A., Cármenes, J., Cocora, A. y Ochoa, M.A. (2015). *El microscopio gramatical del español*. Tinta Fresca.
- Nadeu, M. (2014). Stress- and speech rate-induced vowel quality variation in Catalan and Spanish. *Journal of Phonetics*, 46, 1-22. <https://doi.org/10.1016/j.wocn.2014.05.003>
- Paillereau, N. (2016). Do isolated vowels represent vowel targets in French? An acoustic study on coarticulation. En F. Neveu, G. Bergounioux, M.-H. Côté, J.-M. Fournier, L. Hriba y S. Prévost (Eds.), *Congrès Mondial de Linguistique Française – CMLF 2016: SHS Web of Conferences* (Vol. 27, Article 09003, pp. 1-10). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/shsconf/20162709003>
- R Core Team (2023). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>
- Recasens, D. (2018, 26 de febrero). Coarticulation. *Oxford research encyclopedia of linguistics*. Accedido el 28 de Mayo 2025, de <https://oxfordre.com/linguistics/view/10.1093/acrefore/9780199384655.001.0001/acrefore-9780199384655-e-416>
- Recasens, D. (1984). Vowel-to-consonant coarticulation in Catalan VCV sequences. *Journal of the Acoustical Society of America*, 76(6), 1624-1635. <https://doi.org/10.1121/1.391609>
- Recasens, D. (2012). A study of jaw coarticulatory resistance and aggressiveness for Catalan consonants and vowels. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 132(1), 412-420. <https://doi.org/10.1121/1.4726048>
- Romanelli, S. y Vélez-Agudelo, C. (2024). Variation in formant dynamics of L1 and L2 Spanish vowels. *Lingua*, 301, 1-25. <https://doi.org/10.1016/j.lingua.2024.103685>
- Romanelli, S., Menegotto, A. y Smyth, R. (2015). Stress perception: Effects of training and a study abroad program for L1 English late learners of Spanish”. *Journal of Second Language Pronunciation*, 1(2), 181-210. <https://doi.org/10.1075/jslp.1.2.03rom>
- Romanelli, S., Menegotto, A. y Smyth, R. (2018). Stress-induced acoustic variation in L2 and L1 Spanish vowels. *Phonetica*, 75(3), 190-218. <https://doi.org/10.1159/000484611>
- Romanelli, S. y Menegotto, A. (2018). Características acústicas de las vocales tónicas y átonas del español rioplatense: Efectos del estilo de habla y del contexto consonántico. *Signo y Seña*, 33, 157-179. <https://doi.org/10.34096/sys.n33.5263>
- Romanelli, S. y Menegotto, A. (2019). Naturaleza dinámica de las vocales del español rioplatense. *RASAL Lingüística*, 2, 29-53. ARK: [ark:/s26183455/axogw4b8r](https://doi.org/10.21437/SpeechProsody.2018-92)
- Santiago, F. y Mairano, P. (2018). The role of lexical stress on vowel duration and vowel space in two varieties of Spanish. En K. Klessa, J. Bachan, A. Wagner, M. Karpiński y D. Śledziński (Eds.), *Proceedings of the 9th International Conference on Speech Prosody 2018* (pp. 453-457). <https://doi.org/10.21437/SpeechProsody.2018-92>

- Simpson, A. (2002). Gender-specific articulatory–acoustic relations in vowel sequences. *Journal of Phonetics*, 30(3), 417–435. <https://doi.org/10.1006/jpho.2002.0171>
- Stevens, K. N. (1998). *Acoustic phonetics*. MIT Press.
- Stevens, K. N. y House, A. S. (1963). Studies of formant transitions using a vocal tract analog. *Journal of the Acoustical Society of America*, 35(8), 1251–1258. <https://doi.org/10.1121/1.1908403>
- Strange, W., Weber, A., Levy, E. S., Shafiro, V., Hisagi, M. y Nishi, K. (2007). Acoustic variability within and across German, French, and American English vowels: Phonetic context effects. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 122(2), 1111–1129. <https://doi.org/10.1121/1.2749716>
- Strycharczuk, P., Kirkham, S., Gorman, E., Nagamine, T. y Leemann, A. (2024). Gender-specific behaviour in vowel articulation. En T. Cho, S. Kim, J. Holliday y S. Lee-Kim (Eds.), *Proceedings of the 19th Conference on Laboratory Phonology, LabPhon 19* (pp. 10–11). https://labphon.org/sites/default/files/labphon19/Papers/LabPhon19_paper_139.pdf
- Torreira, F. y Ernestus, M. (2011). Realization of voiceless stops and vowels in conversational French and Spanish. *Laboratory Phonology*, 2(2), 331–353. <https://doi.org/10.1515/labphon.2011.012>
- Watson, C. I. y Harrington, J. (1999). Acoustic evidence for dynamic formant trajectories in Australian English vowels. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 106(1), 458–468. <https://doi.org/10.1121/1.427069>
- Williams, D. y Escudero, P. (2014). A cross-dialectal acoustic comparison of vowels in Northern and Southern British English. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 136(5), 2751–2761. <https://doi.org/10.1121/1.4896471>
- Zahorian, S. A., y Jagharghi, A. J. (1993). Spectral-shape features versus formants as acoustic correlates for vowels. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 94, 1966–1982
- Zellou, G. y Scarborough, R. (2012). Nasal coarticulation and contrastive stress. En *Proceedings of the Thirteenth Annual Conference of the International Speech Communication Association, INTERSPEECH 2012* (pp. 2686–2689). ISCA. https://www.isca-archive.org/interspeech_2012/zellou12b_interspeech.html