

## Sexo, espacio acústico y centralización de las vocales del español de Bogotá

Alejandro Correa

Instituto Caro y Cuervo, Bogotá (Colombia)  
alejandro.correa@caroycuervo.gov.co ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7330-0643>

Recibido: 01/10/2021; Aceptado: 17/11/2021; Publicado en línea: 21/11/2022

**Cómo citar este artículo / Citation:** Alejandro Correa (2021). Sexo, espacio acústico y centralización de las vocales del español de Bogotá. *Loquens*, 8(1-2), e084. <https://doi.org/10.3989/loquens.2021.e084>.

**RESUMEN:** En este estudio analizamos las diferencias fonéticas entre hombres y mujeres en la producción de las vocales del español de Bogotá (Colombia). En particular, nos interesa abordar las diferencias relacionadas con el área del espacio vocálico (AEV), la tasa de centralización de los formantes (TCF) y la dispersión de las vocales. Además, en esta investigación buscamos determinar si hay una correlación estadística entre la frecuencia fundamental ( $f_0$ ), un parámetro acústico conocido por transmitir información sobre el sexo de los hablantes, y el AEV.

Los resultados muestran, en línea con trabajos anteriores, que las mujeres tienen un AEV más amplia que los hombres, sin embargo, algunos hablantes producen vocales con el patrón opuesto al estereotipo de género predominante. La tasa de centralización y la dispersión varían en función de las características fonéticas individuales y del timbre vocálico respectivamente. Finalmente, los resultados sugieren que los hablantes con una  $f_0$  alta también tienen espacios acústicos más amplios.

**Palabras clave:** sexo, género, espacio vocálico, centralización.

**ABSTRACT:** *Sex, acoustic space and vowel centralization in Bogota Spanish.* - The present study analyses sex-specific differences in acoustic vowel space area (VSA), formant centralization ratio (FCR) and vowel dispersion in Bogota Spanish. In addition, we explore the relationship between speaking fundamental frequency ( $f_0$ ), an acoustic parameter that conveys speaker sex information, and VSA.

Results suggest that, in line with previous research, females have a larger VSA than males. However, some speakers produce vowels that show the opposite pattern to the gender stereotype. Formant centralization and vowel dispersion are related to individual phonetic differences and vowel type respectively. Finally, results show that speakers with a higher average  $f_0$  also have larger vowel spaces.

**Key Words:** sex, gender, vowel space, centralization.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las diferencias fonéticas entre hombres y mujeres se reflejan claramente en las propiedades acústicas de los sonidos vocálicos. Esta variación se relaciona principalmente con las características orgánicas de los hablantes, como la longitud de la faringe, el tamaño y masa de los pliegues vocales, y las dimensiones del espacio articulatorio (Laver y Trudgill, 1979). De acuerdo con Fant (1966, pp. 22-25), el valor de las frecuencias de los formantes es inversamente proporcional a la longitud del tracto vocal. Por este motivo, los formantes femeninos son, en promedio, 20 % más altos que los masculinos. Estas diferencias no son uniformes, es decir, varían en función del timbre. En general, las vocales cerradas tienen características acústicas semejantes en ambos sexos. Sin embargo, las vocales abiertas presentan diferencias acústicas significativas entre hombres y mujeres en diferentes lenguas del mundo (Podesva y Adisasmito-Smith, 1999; DiCano *et al.*, 2015). Los estudios sobre lenguas germánicas muestran que el habla masculina favorece la reducción espectral y temporal de las vocales, mientras que las mujeres producen formantes que ocupan un espacio acústico amplio y una posición periférica (Traunmüller, 1988; Byrd, 1994; Whiteside, 1996; Ericsson, 2001; Simpson y Ericsson, 2007; Weirich y Simpson, 2013; Weirich y Simpson, 2015).

Además de la explicación propuesta por Fant (1966), se han planteado al menos tres hipótesis que dan cuenta de las diferencias fonéticas entre hombres y mujeres en la producción de las vocales (Simpson, 2009, pp. 627-636). La primera sostiene que el dorso lingual masculino debe recorrer un mayor espacio articulatorio para alcanzar la postura característica de una vocal (Simpson, 2001, p. 2162). Esto quiere decir que, en condiciones controladas, las mujeres alcanzan posiciones articulatorias más extremas en menor tiempo, mientras que los hombres asimilan las vocales con las consonantes adyacentes o compensan esta diferencia aumentando la velocidad articulatoria (Simpson, 2001, p. 2155; 2002, p. 418).

La segunda hipótesis sostiene que los hablantes con un tono de voz agudo producen vocales con mayor distancia acústica para evitar la confusión a nivel perceptivo. Esta hipótesis está inspirada en el trabajo de Ryalls y Lieberman (1982), quienes encontraron que la inteligibilidad de las vocales desciende cuando se incrementa el valor de la  $f_0$ . Posteriormente, Diehl *et al.* (1996) realizaron dos experimentos de identificación de estímulos de /ɪ/ y /ʊ/ con variaciones de la  $f_0$  entre 90 Hz y 390 Hz. Como predice la hipótesis, al incrementar la  $f_0$  se redujo la inteligibilidad, pero la mayoría de los errores de identificación fueron respuestas a los estímulos correspondientes a /ʊ/. Por el contrario, en el caso de /ɪ/, el incremento de la  $f_0$  mejoró la identificación de la vocal. Diehl *et al.* (1996, pp. 203-206) consideran que este resultado no invalida su hipótesis, sino que muestra que la influencia de la  $f_0$  no modifica de manera uniforme a todos los timbres vocálicos.

Los resultados de las investigaciones sobre el alemán no apoyan completamente esta hipótesis. En el trabajo de Simpson y Ericsson (2007), el área vocálica femenina resultó más amplia que la masculina, pero solamente se encontraron correlaciones significativas cuando se eliminaron los datos extremos. Más adelante, Simpson (2011) analizó el área acústica en un grupo de 61 mujeres. Para estimar la abertura vocálica midió la diferencia entre el primer formante ( $f_1$ ) y los valores de la  $f_0$ , y para determinar la anterioridad/posterioridad lingual calculó la diferencia entre los valores del primer y segundo formante. Los resultados estadísticos obtenidos no fueron concluyentes, pues las correlaciones entre estos parámetros y los valores de la  $f_0$  fueron positivas, pero moderadamente significativas.

En un estudio posterior, Weirich y Simpson (2013) analizaron los dos primeros formantes y los valores de la  $f_0$  en un corpus obtenido del habla de 56 mujeres. El análisis de los datos acústicos mostró que los formantes y el área vocálica no tienen una correlación con los valores de la  $f_0$ . Esto sugiere, según los autores, que estas diferencias fonéticas están determinadas por factores anatómicos y sociolingüísticos, pero no por factores de tipo perceptivo (Weirich y Simpson 2013, p. 2972).

Goldstein (1980, pp. 232-236) sostiene que las diferencias anatómicas entre sexos se pueden compensar articulatoriamente y, por tanto, no explican completamente por qué las mujeres tienen un espacio acústico más amplio que los hombres. Por esta razón, afirma, puede tratarse de una variación condicionada, por ejemplo, por la tendencia de las mujeres a pronunciar de una manera hiperarticulada y, en general, a usar las variantes de mayor prestigio (Labov, 1990, p. 213; Silva-Corvalán, 1989, p. 70). Los resultados sobre la reducción vocálica del inglés apoyan esta interpretación, pues, de acuerdo con el patrón predominante, las mujeres usan vocales menos centralizadas, eliden con menor frecuencia que los hombres y, como hemos dicho, tienen un espacio acústico más amplio (Byrd, 1994; Whiteside, 1996; Herrmann *et al.*, 2014; Simpson, 2009).

Esta última hipótesis permite al menos dos objeciones. Primero, se basa principalmente en datos de lenguas germánicas y, por tanto, puede reflejar una característica del habla femenina en zonas urbanas de países desarrollados, mas no una tendencia universal asociada con las diferencias anatómicas del tracto vocal (Goldstein, 1980 p. 235). Segundo, la categoría “sexo”, que se basa exclusivamente en las características biológicas de los hablantes, se superpone con la categoría “género”, una construcción social que no refleja de manera homogénea la identidad social de los individuos (Foulkes y Docherty, 2006, p. 412; Kendall y Fridland, 2021, p. 109).

El estudio de las diferencias fonéticas entre las vocales producidas por mujeres y hombres es fundamental para comprender los mecanismos generales de la producción y la percepción del habla y, como sugerimos anteriormente, es necesario para entender cómo interactúan los correlatos acústicos de los sonidos de una lengua con categorías sociales como el género de

los hablantes. Por otra parte, este tipo de trabajos son importantes para saber si: 1) las motivaciones sociales tienen las mismas manifestaciones fonéticas en comunidades con diferentes características socioeconómicas y culturales, y 2) determinar si las características orgánicas se pueden diferenciar de aquellas que reflejan un comportamiento estrictamente sociofonético.

## 2. OBJETIVO

Si bien el español no es una lengua con reducción fonológica (Hualde y Colina, 2014), el timbre y la duración se reducen fonéticamente en habla espontánea (Harmegnies y Poch-Olivé, 1992) o según la tonicidad, el entorno consonántico y la velocidad de elocución (Nadeu, 2014; Correa, 2017, 2021; Romanelli y Menegotto, 2018). En ese sentido, se trata de un escenario diferente al que se considera en los estudios sobre lenguas germánicas, pero con las condiciones necesarias —la reducción espectral y temporal— para evaluar las hipótesis que explican las diferencias fonéticas entre hombres y mujeres en la producción de las vocales:

- El área del espacio vocálico (AEV) femenino es mayor que el masculino. Esto quiere decir que las vocales producidas por las mujeres son periféricas y, por tanto, tienen mayor área acústica.
- La centralización, esto es, el desplazamiento de los valores de  $f_1$  y de  $f_2$  hacia el centro del espacio acústico, es mayor entre los hombres que entre las mujeres.
- Los hablantes con una  $f_0$  alta tienen un AEV mayor que los hablantes con una  $f_0$  baja (Ryalls y Lieberman, 1982; Diehl *et al.*, 1996).

## 3. MÉTODO

### 3.1. Participantes y materiales

En este estudio participaron 11 mujeres y 11 hombres nacidos en la ciudad de Bogotá (Colombia), con edad media de 28 años y con estudios universitarios. Durante la sesión de grabación cada hablante leyó 4 textos con una velocidad de elocución normal, rápida y lenta. En esta investigación analizamos únicamente el habla leída a velocidad normal. En Correa (2021) se presenta un análisis acústico detallado de las vocales producidas en las tres velocidades.

El análisis de la centralización y el AEV se realizó con vocales no nasalizadas en sílabas abiertas, precedidas de consonantes labiales, dentoalveolares y velares, y seguidas de una consonante dentoalveolar perteneciente al ataque de la sílaba siguiente. Se analizó un total de 2509 vocales distribuidas como se muestra en la Tabla 1. El número de casos es diferente debido a la baja frecuencia de aparición que presentan las vocales cerradas en español /i, u/.

**Tabla 1:** Vocales y entornos consonánticos considerados en el presente estudio.

C1	i	e	a	o	u
Labial	65	251	282	141	79
Dentoalveolar	172	294	206	475	132
Velar	0	62	165	88	97
Total	237	607	653	704	308

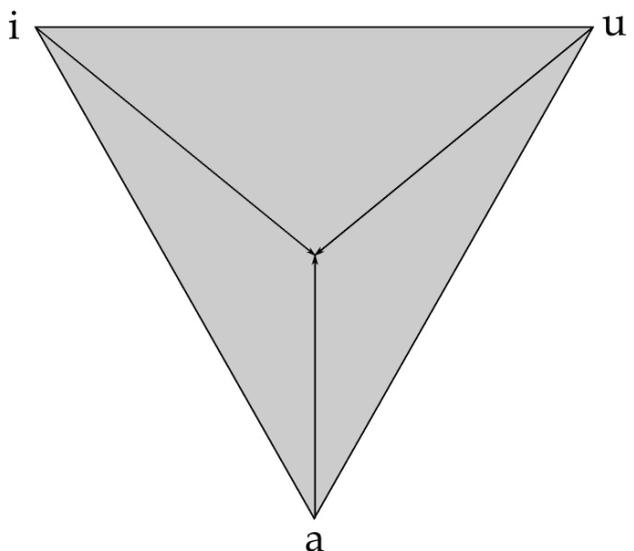
### 3.2. Mediciones acústicas

Los valores de los formantes y de la frecuencia fundamental se tomaron en el pulso glotal intermedio de cada vocal. Los formantes se analizaron con el algoritmo Burg de Praat (Boersma y Weenink, 2021) y luego se transformaron a la escala Bark para relacionar perceptivamente el AEV con la  $f_0$  (Weirich y Simpson, 2013, p. 2969). La conversión se realizó con la fórmula de Trau-müller (1997):

$$(1) \quad Z_i = 26.81 / (1 + 1960 / F_i) - 0.53$$

El área del espacio vocálico (AEV) se calculó teniendo en cuenta el triángulo formado por las frecuencias de los dos primeros formantes de las vocales /i, a, u/ siguiendo el método propuesto por Blomgren, Robb y Chen (1998, p. 1045).

**Figura 1:** Espacio vocálico conformado por vocales periféricas /i, a, u/ con relación a un centroide acústico.



En esta investigación, el grado de centralización se entiende como la distancia entre las frecuencias de los formantes y el centro del espacio acústico. Para

calcularlo usamos, en primer lugar, la distancia euclídea, que es la suma de las diferencias entre cada formante y su valor medio al cuadrado (Koopmans-van Beinum, 1983). En segundo lugar, usamos la tasa de centralización de los formantes (TCF) (Sapir, Raming y Spielman, 2010, p. 116), una medición que ha sido usada para estudiar habla normal y habla patológica. Esta tasa es independiente del sexo del hablante y, por tanto, aporta resultados que no dependen de las diferencias anatómicas.

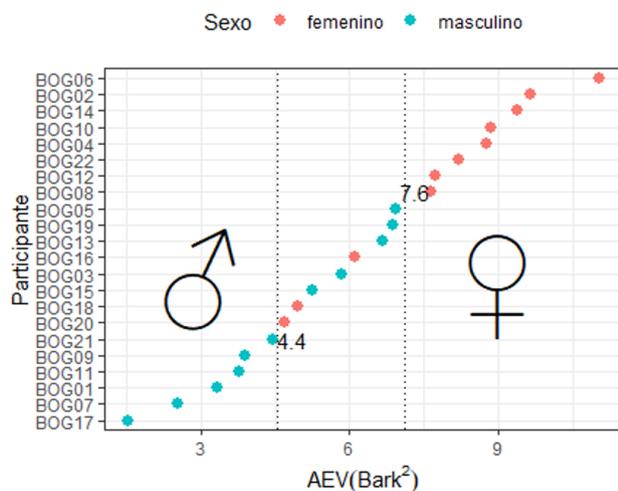
El análisis cuantitativo se realizó mediante el entorno de programación R (R Core Team, 2021). En particular, usamos el paquete *PhonR* (McCloy, 2012) para hacer las conversiones de las frecuencias de los formantes, y el paquete *ggplot2* (Wickham, 2016) para visualizar los datos acústicos.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Área del espacio vocálico (AEV)

Los resultados muestran que el AEV de las mujeres (M=7.90 Bark<sup>2</sup>, DE=1.9) es más amplia que el AEV de los hombres (M=4.64 Bark<sup>2</sup>, DE=1.8). De acuerdo con los resultados de una prueba t direccional, esta diferencia resultó estadísticamente significativa ( $t(19,8) = -4.02, p < .001$ ). Sin embargo, es importante tener en cuenta que en nuestro corpus algunos hombres tienen un AEV por encima del promedio (BOG03, BOG05, BOG13, BOG15, BOG19) y algunas mujeres tienen un AEV por debajo de lo esperado (BOG16, BOG18, BOG20). Esto indica que algunos hablantes usan un AEV que se aleja del patrón predominante en ambos sexos. La Figura 2 presenta el AEV en orden ascendente. Como se observa, estas variaciones individuales se ubican en una zona entre los 4.4 Bark<sup>2</sup> y los 7.6 Bark<sup>2</sup>, por fuera de la cual los valores del AEV corresponden a uno u otro sexo.

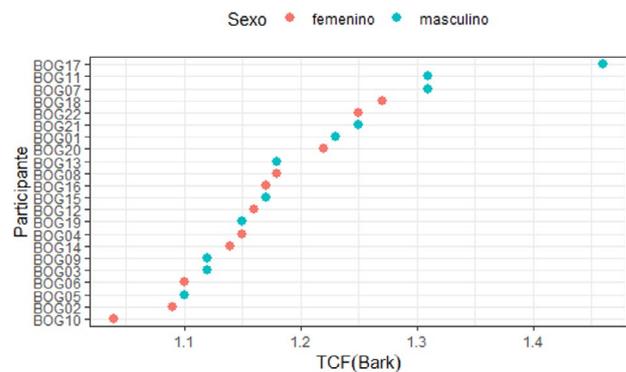
**Figura 2: Área del espacio vocálico (AEV).** Los números pares de la ordenada corresponden a las mujeres y los impares, a los hombres.



### 4.2. Tasa de centralización de los formantes (TCF)

La Figura 3 ilustra la TCF: los valores más altos indican mayor centralización y los más bajos corresponden a espacios acústicos amplios o hiperarticulados. Los resultados del análisis muestran que tanto los hombres como las mujeres centralizan el espacio acústico. Esto significa que en nuestro corpus la TCF de las vocales masculinas (M=1.21, DE=0.1) y femeninas (M=1.16, DE=0.6) no presentan diferencias estadísticamente significativas ( $t(19.9) = 1.47, p = .07$ ).

**Figura 3: Tasa de centralización de los formantes (TCF).** Los números pares en la ordenada corresponden a las mujeres y los impares, a los hombres.

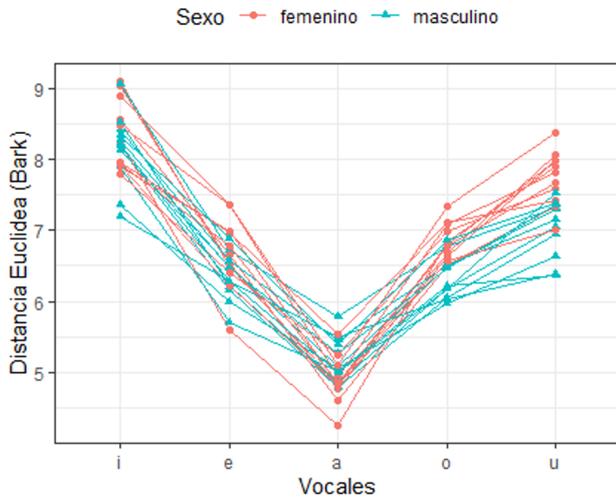


### 4.3. Dispersión vocálica

La Figura 4 muestra la distancia euclídea de las cinco vocales españolas. El centro acústico es el valor de frecuencia medio del *f1* y *f2* de cada hablante. Como se ve, la centralización sigue el mismo patrón en ambos sexos: las vocales cerradas /i, u/ están más alejadas del centro del espacio acústico que las medias /e, o/, y la vocal abierta /a/ es la más centralizada en el habla de todos los informantes. Tomados los datos en conjunto, la dispersión no presenta diferencias estadísticamente significativas ( $t(104.5) = 1.30, p = .097$ ) entre los hombres y las mujeres analizados en este estudio.

Al comparar los datos por timbre (Figura 4), encontramos que la dispersión no varía de manera uniforme. Las vocales posteriores son más centralizadas entre los hombres que entre las mujeres (/o/:  $t(19.5) = 4.28, p = .00$ ; /u/:  $t(19.9) = 4.16, p = .00$ ). Las vocales anteriores no presentan diferencias significativas entre sexos (/i/:  $t(19.9) = 0.94, p = .17$ ; /e/:  $t(19.8) = -2.3, p = .98$ ), aunque se aprecian variaciones individuales importantes. Como se dijo anteriormente, /a/ es el timbre más centralizado [a] en todos los hablantes, aunque, de acuerdo con los resultados de una prueba t direccional, esta tendencia es mayor entre las mujeres ( $t(19.8) = 2.32, p = .01$ ).

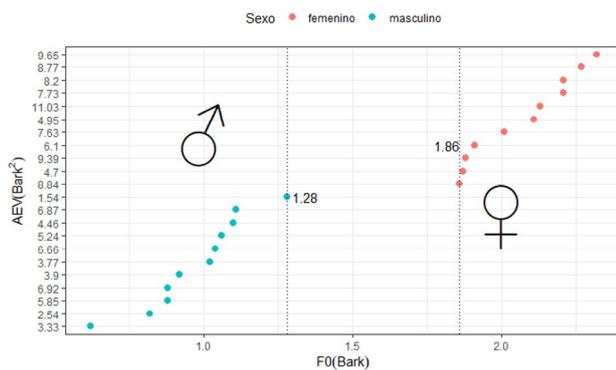
**Figura 4:** Dispersión vocálica determinada por medio de la distancia euclídea en escala Bark.



**4.4. Correlación entre el AEV y la  $f_0$**

En el corpus analizado, los hombres tienen una  $f_0$  media de 116.7 Hz (0.9 Bark) y las mujeres tienen un valor promedio de 210 Hz (2.0 Bark). Como se ve en la Figura 5, mientras que el AEV de los hablantes se ordena en una escala gradual, la frecuencia fundamental tiene una distribución bimodal, pues los hombres siempre tienen valores de frecuencia fundamental más bajos que las mujeres. En consecuencia, no obtuvimos valores medios de  $f_0$  ubicados entre los 141 Hz (1.28 Bark) y los 191 Hz (1.86 Bark).

**Figura 5:** Correlación entre la AEV y  $f_0$  en escala Bark.



Para determinar si el espacio acústico tiene una correlación con la frecuencia fundamental, se calculó el coeficiente de correlación de Pearson entre el AEV y la media de  $f_0$  de cada hablante. Los resultados indican que, en efecto, hay una correlación positiva, moderada y estadísticamente significativa ( $r = 0.67$ ,  $df = 20$ ,  $p < .001$ )

entre la AEV y la  $f_0$  de los hablantes (Figura 5). La correlación es moderada debido a la ausencia de valores de frecuencia fundamental en la parte intermedia de la línea de regresión, así que no podemos decir que exista una relación completamente monotónica entre ambas variables.

**Tabla 2:** Valores medios (por hablante) del AEV, la TCF y la  $f_0$ . Los hablantes identificados con números pares corresponden a las mujeres y los impares, a los hombres.

Hablante	AEV (Bark <sup>2</sup> )	TCF (Bark)	F0 (Bark)
2	9.65	1.09	2.32
4	8.77	1.15	2.27
6	11.03	1.10	2.13
8	7.63	1.18	2.01
10	8.84	1.04	1.86
12	7.73	1.16	2.21
14	9.39	1.14	1.88
16	6.10	1.17	1.91
18	4.95	1.27	2.11
20	4.70	1.22	1.87
22	8.20	1.25	2.21
<b>Media</b>	<b>7.90</b>	<b>1.16</b>	<b>2.07</b>
1	3.33	1.23	0.62
3	5.85	1.12	0.88
5	6.92	1.10	0.88
7	2.54	1.31	0.82
9	3.90	1.12	0.92
11	3.77	1.31	1.02
13	6.66	1.18	1.04
15	5.24	1.17	1.06
17	1.54	1.46	1.28
19	6.87	1.15	1.11
21	4.45	1.25	1.10
<b>Media</b>	<b>4.64</b>	<b>1.21</b>	<b>0.97</b>

La Tabla 2 presenta un resumen de los datos correspondientes al AEV, la TCF y la  $f_0$ . Como se observa, el área vocálica femenina es, en promedio, casi dos veces más amplia que la masculina. También se caracteriza por presentar un amplio rango de valores que dependen de la actuación fonética de cada hablante. La TCF se ubica entre los 1.04 y 1.46 Bark y sus valores dependen de la variación individual. En la Tabla 2 se aprecia que, si bien hay una correlación entre el AEV y la  $f_0$ , estos parámetros parecen ajustarse de manera independiente. Es decir, los hablantes pueden usar una AEV amplia pero una frecuencia fundamental baja y, viceversa, una AEV estrecha con una  $f_0$  alta.

## 5. CONCLUSIONES

En este estudio analizamos las diferencias fonéticas entre hombres y mujeres en la producción de las vocales del español de Bogotá (Colombia). Evaluamos la hipótesis según la cual las mujeres producen vocales que tienen un espacio acústico periférico y los hombres un espacio vocálico centralizado. Nuestros resultados muestran, en primer lugar, que, como supone la hipótesis, las mujeres tienen un AEV más amplia que los hombres. El AEV parece estar bajo el control del hablante, pues identificamos participantes que pronuncian las vocales con el patrón contrario. De acuerdo con la teoría acústica de la producción del habla (Fant, 1966), estas diferencias en el AEV están determinadas por las características orgánicas como la longitud de la faringe y las dimensiones del espacio articulatorio. Sin embargo, como ha sugerido Goldstein (1980, p. 232-235), el efecto de las características anatómicas sobre los valores de frecuencia de los formantes se puede contrarrestar. Por esta razón, el AEV presenta una zona entre 4.4 y 7.6 Bark<sup>2</sup> en la cual los sexos se solapan y, según nuestra interpretación, permite a los hablantes alejarse de las tendencias asociadas a uno u otro sexo.

En segundo lugar, encontramos que, en el español de Bogotá, tanto los hombres como las mujeres centralizan las vocales. Este resultado lo obtuvimos al analizar la TCF y la dispersión de los formantes vocálicos de los participantes en conjunto. No obstante, al analizar la dispersión por timbre, encontramos que la vocal abierta /a/ es centralizada [a̠] en la mayoría de los hablantes, principalmente entre las mujeres. Las vocales anteriores /i, e/ no presentan diferencias significativas entre los dos sexos, y las posteriores /o, u/ son más centralizadas en el habla masculina. Concluimos que la centralización del espacio vocálico es una característica fonética individual, mientras que la dispersión, determinada por medio de la distancia euclídea, varía en función de factores lingüísticos como el timbre.

Tercero, evaluamos, motivados por experimentos previos sobre la percepción de las vocales, si hay una relación entre la frecuencia fundamental y el AEV. Los resultados estadísticos sugieren que hay una correlación positiva, pero moderadamente significativa, entre los dos parámetros acústicos. La correlación es moderada debido a que ningún hablante tuvo una frecuencia fundamental media entre los 141 Hz (1.28 Bark) y los 191 Hz (1.86 Bark). Este patrón concuerda con lo reportado por Simpson (2011) para el alemán. Esto indica que la frecuencia fundamental de los hablantes se correlaciona con el AEV, pero se agrupa de manera categórica en ambos estudios. Esta diferenciación binaria de la  $f_0$  no excluye, de ninguna manera, la posibilidad de que existan hablantes bogotanos que se alejen de los estereotipos, como ocurre en el caso del AEV.

En futuros estudios es necesario investigar en mayor detalle cuáles son los efectos perceptivos de las variaciones en el AEV, el grado de centralización y la  $f_0$ . En especial, es importante conocer la relación entre estas propiedades acústicas y la percepción del sexo y la identidad de género. Consideramos que los estudios sociofonéticos,

como los que proponemos aquí, permiten entender mejor cuáles son las diferencias fonéticas entre hombres y mujeres, cómo se construye la identidad fonética individual y categorías más complejas como el género.

## 6. AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada por el Instituto Caro y Cuervo (Bogotá D. C., Colombia) en el marco del proyecto *CoRe: Habla conectada y reducción fonética en el español de Colombia*. El autor agradece a Linda Rodríguez y a dos revisores anónimos por sus comentarios, correcciones y sugerencias al texto.

## 7. REFERENCIAS

- Blomgren, M., Robb, M. y Chen, Y. (1998). A note on vowel centralization in stuttering and nonstuttering individuals. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 41, 1042-1051. <https://doi.org/10.1044/jslhr.4105.1042>
- Boersma, P. y Weenink, D. (2021). *Praat: doing phonetics by computer* [Programa de computador]. Versión 6.1.09 <http://www.praat.org/>
- Byrd, D. (1994). Relations of sex and dialect to reduction. *Speech Communication*, 15, 39-54. [https://doi.org/10.1016/0167-6393\(94\)90039-6](https://doi.org/10.1016/0167-6393(94)90039-6)
- Correa, J. A. (2021). *Reducción fonética de las vocales del español de Bogotá (Colombia)*. [Tesis doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona] <http://hdl.handle.net/10803/673154>
- Correa, J. A. (2017). Caracterización acústica de la reducción vocálica en el español hablado en Bogotá (Colombia). *Estudios de Fonética Experimental*, 26(1), 63-91.
- DiCanio, C., Nam, H., Amith, J. y Castillo García, R. (2015). Vowel variability in elicited versus spontaneous speech: evidence from Miztec. *Journal of Phonetics*, 48, 45-59. <https://doi.org/10.1016/j.wocn.2014.10.003>
- Diehl, R., Lindblom, B., Hoemeke, K. y Fahey, R. (1996). On explaining certain male-female differences in the phonetic realization of vowel categories. *Journal of Phonetics*, 24, 187-208. <https://doi.org/10.1006/jpho.1996.0011>
- Ericsson, C. y Ericsson, A. (2001). Gender differences in vowel duration in read Swedish: Preliminary results. *Fonetik 2001, XIVth Swedish Phonetics Conference*, (pp. 34-37). 30 de mayo - 1 de junio, Lund: Lunds Universitet.
- Fant, G. (1966). A note on vocal tract size factors and non-uniform F-pattern scalings. *STL-Quarterly Progress and Status Report*, 7(4), 22-30.
- Foulkes, P. y Docherty, G. (2006). The social life of phonetics and phonology. *Journal of Phonetics*, 34, 409-438. <https://doi.org/10.1016/j.wocn.2005.08.002>
- Goldstein, U. (1980). *An Articulatory Model for the Vocal Tracts of Growing Children* [Tesis doctoral, Massachusetts Institute of Technology] <http://hdl.handle.net/1721.1/22386>
- Harmegnies, B. y Poch-Olivé, D. (1992). A study of style-induced vowel variability: Laboratory versus spontaneous speech in Spanish. *Speech Communication*, 11, 429-437. [https://doi.org/10.1016/0167-6393\(92\)90048-C](https://doi.org/10.1016/0167-6393(92)90048-C)
- Herrmann, F., Cunningham, S. y Whiteside, S. (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>
- Hualde, I. y Colina, S. (2014). *Los sonidos del español*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Johnson, K. (2006). Resonance in an exemplar-based lexicon: The emergence of social identity and phonology. *Journal of Phonetics*, 34, 485-499. <https://doi.org/10.1016/j.wocn.2005.08.004>
- Kendall, T. y Fridland, V. (2021). *Sociophonetics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Koopmans van Beinum, F. (1983). Systematics in vowel systems. En M. von den Broecke, V. van Heuven y W. Zonneveld (Eds.) *Sound Structures Studies for Antonie Cohen* (pp. 159-172). Dordrecht: Foris Publications.

- Labov, W. (1990). The intersection of sex and social class in the course of linguistic change. *Language, Variation and Change*, 2, 205-254. <http://doi.org/10.1017/S0954394500000338>
- Laver, J. y Trudgill, P. (1979). Phonetic and linguistic markers in speech. En K. R. Scherer y H. Giles (Eds.), *Social Markers in Speech* (pp. 1-32). Cambridge: Cambridge University Press.
- McCloy, D. (2012). Vowel normalization and plotting with the PhonR package. *Technical Reports of the UW Linguistic Phonetics Laboratory*, 1-8.
- Nadeu, M. (2014). Stress- and speech rate-induced vowel quality variation in Catalan. *Journal of Phonetics*, 46, 1-22. <https://doi.org/10.1016/j.wocn.2014.05.003>
- Podesva, R. y Adisasmito-Smith, N. (1999). Acoustic investigation of the vowel systems of Buginese and Toba Batak. En J. Ohala, Y. Hasegawa, M. Ohala, D. Granville y A. C. Bailey (Eds.), *Proceedings of the International Congress of Phonetic Sciences* (pp. 535-538). 1-7 de agosto. San Francisco: University of California, Berkeley.
- R Core Team (2021). R: A Language and Environment for Statistical Computing. *R Foundation for Statistical Computing*. [<https://www.R-project.org>]
- 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>
- Ryalls, J. y Lieberman, P. (1982). Fundamental frequency and vowel perception. *Journal of the Acoustical Society of America*, 72(5), 1631-1634. <https://doi.org/10.1121/1.388499>
- Sapir, S., Raming, L. y Spielman, J. (2010). Formant centralization ratio: a proposal for a new acoustic measure of dysarthric speech. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 53, 114-125. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2009/08-0184\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2009/08-0184))
- Silva-Corvalán, C. (1989). *Sociolingüística. Teoría y análisis*. Editorial Alhambra.
- Simpson, A. (2001). Dynamic consequences of differences in male and female vocal tract dimensions. *Journal of the Acoustical Society of America*, 109(5), 2153-2164. <https://doi.org/10.1121/1.1356020>
- Simpson, A. (2002). Gender-specific articulatory-acoustic relations in vowel sequences. *Journal of Phonetics*, 30, 417-435. <https://doi.org/10.1006/jpho.2002.0171>
- Simpson, A. (2009). Phonetic differences between male and female speech. *Language and Linguistics Compass*, 3/2, 621-640. <https://doi.org/10.1111/j.1749-818X.2009.00125.x>
- Simpson, A. (2011). Is there a relationship between acoustic vowel space size and fundamental frequency? *17th International Congress of Phonetic Sciences*, (pp. 1854-1858). Hong Kong: City University of Hong-Kong.
- Simpson, A. y Ericsson, C. (2007). Sex-specific differences in f0 and vowel space. En J. Trouvain y W. J. Barry (Eds.), *16th International Congress of Phonetic Sciences* (pp. 933-936). 6-10 de agosto. Saarbrücken: Universität des Saarlandes.
- Trautmüller, H. (1988). Paralinguistic variation and invariance in the characteristic frequencies of vowels. *Phonetica*, 45, 1-29. <https://doi.org/10.1159/000261809>
- Trautmüller, H. (1997). *Auditory Scales of Frequency Representation*. <https://bit.ly/3Hco5wJ>
- Weirich, M. y Simpson, A. (2013). Investigating the relationship between average speaker fundamental frequency and acoustic vowel space size. *Journal of the Acoustical Society of America*, 134(4), 2965-1974. <https://doi.org/10.1121/1.4818891>
- Weirich, M. y Simpson, A. (2015). Impact and interaction of accent realization of speaker sex on vowel length in German. En S. Schmid, V. Dellwo, A. Leemann y M.-J. Kolly (Eds.), *Trends in Phonetics and Phonology: Studies from German-speaking Europe* (pp. 109-123). Berna: Peter Lang.
- Whiteside, S. (1996). Temporal-based acoustic-phonetic patterns in read speech: some evidence for speaker sex differences. *Journal of the International Phonetic Association*, 26(1), 23-40. <http://doi.org/10.1017/S0025100300005302>
- Wickham, H. (2016). *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Berlín: Springer-Verlag.