

---

This is the **published version** of the bachelor thesis:

Marquina Zarauza, Montserrat; Llisteri, Joaquim; Garrido Almiñana, Juan María. Estudio acústico de la variación inter e intralocutor en la frecuencia fundamental de hablantes bilingües de catalán y de castellano. 2011.

---

This version is available at <https://ddd.uab.cat/record/77033>

under the terms of the  license

**Estudio acústico de la variación inter e intralocutor en  
la frecuencia fundamental de hablantes bilingües de  
catalán y de castellano**

Doctorado en Filología Española

Trabajo de investigación de doctorado

Curso 2010/2011

Universitat Autònoma de Barcelona

Departamento de Filología Española

Montse Marquina Zarauza

Directores:

Dr. Joaquim Llisterri (Universitat Autònoma de Barcelona)

Dr. Juan María Garrido (Universitat Pompeu Fabra)

Julio de 2011

# **Estudio acústico de la variación inter e intralocutor en la frecuencia fundamental de hablantes bilingües de catalán y de castellano**

## ***Agradecimientos***

*A mis directores, el Dr. Joaquim Llisterri y el Dr. Juan María Garrido, por el tiempo que han dedicado y el conocimiento que han aportado a este estudio.*

*A Victoria Marrero, Juana Gil, Elena Battaner, María José Albalá, Joaquim Llisterri, María Machuca, Antonio Ríos y Carme de la Mota, por darme la oportunidad de participar en el proyecto “VILE: Estudio acústico y perceptivo de la variación inter e intralocutor en español” y enseñarme cómo se trabaja en este campo.*

*A Francesc Rocamora, Jordi Vidal, Lola Oria, Carmen López, Emili Corral, Lorraine Baqué, Arnau Vidal y Clara Borrell, por su ayuda en la búsqueda de los locutores.*

*A todos los locutores que han colaborado desinteresadamente en este trabajo, porque sin su ayuda, esta investigación no hubiera sido posible.*

*A Carles Salse, por su apoyo técnico durante las grabaciones.*

*A las personas que evaluaron la competencia de los locutores estudiados, por escuchar las 25 grabaciones y contestar a todas las preguntas que formaban la evaluación.*

*A Edgar González y Anabel Blasco por su asesoramiento en el tratamiento estadístico de los datos.*

*A María, por animarme y por su revisión final.*

*A Sandra Schwab, muy especialmente, por ayudarme y acompañarme durante el proceso de análisis de los datos y por todas sus revisiones y sugerencias.*

*A todos mis amigos y familiares por animarme y entender mis ausencias.*

*A Iolanda Alfano, porque su amistad ha sido el mejor hallazgo desde el inicio del doctorado.*

*A mis padres, Francesc y Claudina, de quienes todavía tengo mucho que aprender, por ser mis verdaderos maestros.*

*A Xavi, por su apoyo incondicional y su paciencia ilimitada.*

*A todos, muchas gracias.*

*Finalmente, quiero dedicar este trabajo a Xavi, Francesc y Claudina, porque nunca han dejado de confiar en mí y siempre han estado a mi lado.*

# **Estudio acústico de la variación inter e intralocutor en la frecuencia fundamental de hablantes bilingües de catalán y de castellano**

## ***Resum***

*Aquest treball vol contribuir a establir la individualitat de la veu dels parlants bilingües equilibrats de català i de castellà a partir de l'anàlisi de la freqüència fonamental i estudiar els efectes, en el nivell acústic, que l'ús d'una llengua o l'altra provoca en aquest paràmetre. Es vol obtenir, per tant, part del coneixement fonètic necessari per a millorar els sistemes de reconeixement, identificació o verificació automàtics del locutor i dotar els especialistes en fonètica judicial de dades acústiques noves que els permetin comparar, amb un grau més elevat de certesa, locutors dubitats i indubitats.*

*Paraules clau: Variació inter i intralocutor, variació inter i intralingüística, freqüència fonamental, bilingüisme.*

## ***Resumen***

*Este trabajo pretende contribuir a establecer la individualidad de la voz de los hablantes bilingües equilibrados de catalán y de castellano a partir del análisis de la frecuencia fundamental y estudiar los efectos, en el nivel acústico, que el uso de una lengua u otra produce en este parámetro. Se pretende obtener, así, parte del conocimiento fonético necesario para la mejora de los sistemas de reconocimiento, identificación o verificación automáticos del locutor y proporcionar a los especialistas en fonética judicial nuevos datos acústicos para que puedan comparar con un mayor grado de certeza locutores dubitados e indubitados.*

*Palabras clave: Variación inter e intralocutor, variación inter e intralingüística, frecuencia fundamental, bilingüismo.*

# Estudio acústico de la variación inter e intralocutor en la frecuencia fundamental de hablantes bilingües de catalán y de castellano

## Índice

<i>Agradecimientos</i>	1
<i>Resum</i>	3
<i>Resumen</i>	3
0. Introducción	6
1. Marco teórico	8
1.1 Estudio de la variación inter e intralocutor y de la variación inter e intralingüística: parámetros acústicos	8
1.2. El bilingüismo	14
2. Objetivos y posibles aplicaciones de este estudio	19
3. Metodología	21
3.1. Selección de los locutores	21
3.2. El corpus	25
3.2.1. Criterios de selección	25
3.2.2. Grabación	26
3.2.3. Segmentación y etiquetado	27
3.3. Parámetros analizados y procedimiento de análisis	30
3.4. Tratamiento estadístico de los datos	32
3.4.1. Análisis interlocutor e interlingüístico	32
3.4.2. Análisis intralocutor e intralingüístico	33

4. Resultados	35
4.1. Análisis de la media de $F_0$	35
4.2. Análisis de la desviación estándar de $F_0$	39
4.3. Análisis del coeficiente de asimetría de $F_0$	43
4.4. Análisis de la curtosis de $F_0$	47
4.5. Relación entre los valores de la $F_0$ y el uso de las lenguas	51
5. Discusión de los resultados y conclusiones	53
6. Referencias	56
7. Anexos	64
7.1. Corpus de grabación	64
7.1.1. Versión castellana	64
7.1.2. Versión catalana	65
7.2. Cuestionario sobre el uso de las lenguas de los locutores	66
7.3. Cuestionario para la evaluación de la competencia lingüística de los locutores	67
7.3.1. Versión catalana	67
7.3.2. Versión castellana	67
7.4. Fragmento del corpus seleccionado para la evaluación de la competencia lingüística de los locutores	67
7.4.1. Versión catalana	67
7.4.2. Versión castellana	68
7.5. <i>Script</i> utilizado en la segmentación del corpus	68
7.6. <i>Script</i> utilizado en el análisis de la señal	73

## 0. Introducción

Este trabajo ha estado motivado por el interés que me ha producido el estudio de la variación inter e intralocutor, tras participar en el proyecto *Estudio acústico y perceptivo de la variación inter e intralocutor en español*<sup>1</sup> (VILE), en el que se aborda el análisis acústico y perceptivo de la variación inter e intralocutor en español para aplicar los resultados a la mejora de los sistemas de reconocimiento, identificación y verificación automáticos del hablante, así como a las necesidades de la fonética judicial.

La pretensión de la presente investigación es contribuir a establecer la individualidad de la voz de los hablantes bilingües equilibrados de catalán y de castellano a partir del análisis de la frecuencia fundamental (de ahora en adelante,  $F_0$ ) y estudiar los efectos, en el nivel acústico, que el uso de una lengua u otra produce en este parámetro. Se pretende obtener, así, parte del conocimiento fonético necesario para la mejora de los sistemas de reconocimiento, identificación o verificación automáticos del locutor y proporcionar nuevos datos acústicos a los especialistas en fonética judicial, para que puedan comparar con un mayor grado de certeza locutores dubitados e indubitados.

El trabajo se divide en cinco partes, cuyo contenido se especifica a continuación:

En la primera parte (§ 1) se introduce el marco teórico en el que se sitúa este trabajo, que engloba tres campos: el bilingüismo, la variación inter e intralocutor y la variación inter e intralingüística. En el primer apartado (§ 1.1) se explica en qué consiste la variación inter e intralocutor y se presentan aquellos parámetros que son relevantes para determinar este tipo de variación y que, a su vez, también permiten estudiar la variación inter e intralingüística de los hablantes bilingües, campo también comentado en este apartado. En el segundo apartado (§ 1.2) se define el concepto de bilingüismo y se expone la realidad lingüística de Cataluña en relación a este fenómeno.

---

<sup>1</sup> Proyecto financiado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología - HUM2005-06980/FILO VILE II: Estudio perceptivo de la variación inter e intralocutor en español (2005-2008).

En la segunda parte (§ 2) se plantean los objetivos que pretende alcanzar esta investigación y las posibles aplicaciones de los resultados obtenidos.

En la tercera parte (§ 3) se especifica la metodología utilizada para llevar a cabo el estudio, incluyendo una explicación detallada sobre cómo se han analizado los datos y cómo se han tratado estadísticamente para obtener los resultados.

La cuarta (§ 4) y la quinta parte (§ 5) están dedicadas a la exposición de los resultados y de las conclusiones a las que ha permitido llegar este trabajo.

## **1. Marco teórico**

El marco teórico en el que se sitúa este trabajo engloba tres campos: la caracterización de la variación inter e intralocutor y de la variación inter e intralingüística, y la definición del bilingüismo. A continuación se presentan, en dos apartados, los principales parámetros acústicos analizados en el estudio de la variación inter e intralocutor y de la variación inter e intralingüística, y una breve exposición del concepto de bilingüismo.

### **1.1. Estudio de la variación inter e intralocutor y de la variación inter e intralingüística: parámetros acústicos**

El estudio de la variación interlocutor trata de establecer las diferencias existentes entre hablantes. Por el contrario, el estudio de la variación intralocutor pretende hallar las semejanzas entre las diversas realizaciones de un hablante determinado. Así pues, el objetivo del estudio de la variación inter e intralocutor consiste en determinar los parámetros que presentan una variación mayor entre locutores que entre las diferentes producciones de un mismo locutor.

Cuando la finalidad de dicho estudio es establecer la individualidad de la voz<sup>2</sup>, se trata de determinar, a partir del análisis de diferentes parámetros, la similitud fonética existente entre enunciados producidos por un mismo hablante y la diferencia fonética presente entre las realizaciones de hablantes distintos.

Para poder establecer la individualidad de la voz con fines judiciales se debe disponer de una muestra considerable de datos y los parámetros analizados deben presentar una elevada variabilidad entre los locutores estudiados y una baja variabilidad entre las producciones de un mismo locutor. Además, deben ser difíciles de imitar o distorsionar, ser lo suficientemente robustos para no sufrir modificaciones en la transmisión y, finalmente, su extracción de la señal y su posterior análisis no deben suponer excesivas dificultades. (Nolan, 1983).

---

<sup>2</sup> Véase también Battaner et al. (2003, 2004) y Cicres (2004)

Algunos estudios han basado dicho análisis en parámetros considerados de *alto nivel de información*, es decir, en parámetros relacionados con aspectos sociales y psicológicos del hablante, puesto que se fundamentan en rasgos dependientes de factores sociales, económicos, dialectales, educativos, psicológicos, físicos transitorios, sexuales o lingüísticos (Kuwabara y Sagisaka, 1995).

Otras investigaciones se han centrado en los parámetros llamados de *bajo nivel de información*, esto es, relacionados con la fisiología humana, como la amplitud espectral, la frecuencia fundamental y las frecuencias formánticas, entre otros parámetros acústicos (Kuwabara y Sagisaka, 1995).

La presente investigación ha partido de los trabajos que se han ocupado del análisis acústico de los parámetros más específicos del hablante, por lo tanto, relacionados con su fisiología, porque permiten analizar las propiedades acústicas del habla mediante técnicas de análisis acústico del habla (espectrografía, análisis multidimensional de la voz, análisis de la frecuencia fundamental, espectros medios, etc.) y técnicas de análisis estadístico.

Generalmente, este tipo de estudios se han realizado con hablantes monolingües y han considerado, por tanto, la variación inter e intralocutor en una única lengua<sup>3</sup>. El presente trabajo, sin embargo, pretende establecer la individualidad de la voz de hablantes bilingües equilibrados de catalán y de castellano<sup>4</sup> por lo que es imprescindible atender a los parámetros que, además, presentan diferencias mayores en sus valores entre las realizaciones producidas en diferentes lenguas que entre las producciones llevadas a cabo en un única lengua, puesto que pueden relacionarse, también, con la variación inter e intralingüística.

La calidad de la voz engloba todos los aspectos que se mantienen durante la cadena fónica y que están determinados por las propiedades fisiológicas de los hablantes y por el estado de los órganos que intervienen en la producción fónica. Por lo tanto, la calidad de la voz es el resultado de dos componentes: el orgánico y el articulatorio

---

<sup>3</sup> Véase, por ejemplo, Cicres (2007) para el catalán y Albalá et al. (2008) para el español.

<sup>4</sup> En este trabajo se utilizan los términos “español” y “castellano” como sinónimos.

(Rose, 2002). El componente orgánico hace referencia a los aspectos del sonido determinados por la fisiología del hablante y el componente articulatorio se refiere a la posición de los órganos articulatorios. De la combinación de estos dos componentes, surge la calidad de la voz. Por lo tanto, dado que todos los hablantes tienen una fisiología diferente, su calidad de voz también es distinta. Así, a pesar de que el componente articulatorio es parecido en todos los hablantes de una misma lengua, el componente orgánico provoca determinadas diferencias en la producción de los sonidos entre personas distintas y, como consecuencia, el sonido es también diferente (Cicres, 2007).

Diversos estudios han señalado que el cambio de lengua en un hablante puede influir en su calidad de voz. Algunos autores han tratado de objetivar la calidad de la voz a través de técnicas de análisis como el espectro medio (LTAS, *Long Term Average Spectrum*) y han observado que las variaciones en los LTAS pueden explicarse por el cambio de lengua (Harmegnies y Landercy, 1985; Harmegnies et al., 1989); sin embargo, los efectos de la lengua son menores que los ligados a los individuos (Harmegnies et al., 1987; Bruyninckx et al., 1994).

La voz de un hablante está formada por unas ondas sonoras complejas que se transmiten a través del aire hasta los oídos de los receptores. Estas ondas se estructuran en zonas frecuenciales de mayor intensidad, constituidas por ondas sonoras simples cuyas frecuencias han coincidido con las frecuencias de los resonadores supraglóticos. La percepción del timbre viene determinada por los *formantes*, es decir, por la configuración de aquellas zonas de frecuencia en las que un sonido presenta una concentración mayor de energía (Quilis, 1993). Sin embargo, no todos los formantes tienen la misma función. Mientras que el primer y segundo formante ( $F_1$  y  $F_2$ ) son indispensables para la diferenciación vocálica, puesto que aportan información sobre el grado de abertura y de anterioridad de las vocales, los formantes superiores, llamados *formantes individuales*, dependen de la configuración del tracto vocal de cada individuo, ya que a medida que aumenta la longitud del tracto vocal, disminuye la frecuencia de estos formantes (Stevens, 1971). Los formantes superiores están condicionados, también, por la lengua o dialecto utilizado, por las diferencias anatómicas individuales o sociales y por los hábitos educativos. Por lo tanto, aportan más información particular

sobre el hablante y la lengua utilizada que los dos primeros formantes, y presentan diferencias significativas entre hablantes (Cicres, 2003).

Del mismo modo, el valor medio y el contorno de la  $F_0$  reflejan también rasgos característicos del locutor como la edad, el sexo, la lengua o dialecto y el nivel social y cultural (Abberton y Fourcin, 1978; Nolan, 2002; Cicres y Turell, 2005).

Así, al igual que la distribución de parámetros espectrales, los parámetros relacionados con la prosodia contienen información sobre el locutor y el idioma. Ya es sabido que la  $F_0$  es el parámetro acústico que indica la frecuencia a la que vibran las cuerdas vocales, órganos que forman parte de la anatomía humana, por lo que dicho parámetro está muy relacionado con la fisiología de los hablantes. Cuanto más cortas y delgadas sean las cuerdas vocales de un locutor, estas vibrarán a más velocidad y la  $F_0$  tendrá valores altos; por el contrario, si las cuerdas vocales son largas y anchas, vibrarán más lentamente y, en consecuencia, la  $F_0$  tendrá valores bajos (Rose, 2002).

La  $F_0$  se considera un parámetro acústico tradicional en el estudio de la variación inter e intralocutor, puesto que muchos autores desde la década de los setenta, como Stevens (1971), hasta la actualidad, como Hollien (1990), Rose (2002) o Albalá et al. (2008), han destacado que el análisis de esta variable supone un método eficaz para establecer la individualidad del hablante en una lengua determinada. LaRiviere (1975) prueba que la  $F_0$  observada en vocales aisladas producidas por ocho hablantes masculinos del inglés contribuye a la identificación de hablantes, según los resultados obtenidos a partir del reconocimiento de doce oyentes.

Por otro lado, autores clásicos como Navarro Tomás (1944) mencionan que “tanto el tono normal como la amplitud del campo de entonación son factores esenciales en la caracterización de cada idioma o dialecto” (p. 29) y que “influyen más en la fisonomía fonética de un idioma las cadencias peculiares de su entonación que las circunstancias relacionadas más concretamente con la articulación y el timbre de sus sonidos (...) No se penetra enteramente en el dominio de una lengua mientras no se conoce la intimidad de su entonación.” (p. 8). Teniendo en cuenta que la  $F_0$  es el principal correlato acústico de la entonación, dicho parámetro podría contribuir a discriminar diferentes lenguas entre sí. Esta hipótesis se ha corroborado en trabajos en los que se han comparado

lenguas tipológicamente lejanas y con hablantes monolingües de cada lengua analizada, como en Rouas et al. (2003), en el que se plantea un método para identificar automáticamente el inglés, el alemán, el francés, el español, el mandarín, el vietnamita, el japonés, el coreano, el tamil y el persa, a partir del valor de la  $F_0$ . Para llevar a cabo dicha identificación los autores utilizaron la media, la desviación estándar, el coeficiente de asimetría y la curtosis de  $F_0$  de cada segmento<sup>5</sup>. Obtuvieron buenos resultados para la lectura, hasta alcanzar el 79% de aciertos, mientras que la tasa de error se vio incrementada en el habla espontánea. Hoy por hoy, sin embargo, existen pocos estudios en los que se haya analizado la  $F_0$  de hablantes bilingües.

En un trabajo realizado con 9 mujeres hablantes bilingües de ruso e inglés y 9 mujeres hablantes bilingües de inglés y cantonés, se han comparado las medias de  $F_0$  de estos sujetos con las de un grupo de control formado por 10 mujeres hablantes monolingües del inglés y se ha observado que la media de  $F_0$  del primer grupo de hablantes es más elevada cuando emplean el ruso que cuando se expresan en inglés; sin embargo, no se observan diferencias significativas entre la  $F_0$  media de las realizaciones en inglés y en cantonés del segundo grupo de hablantes (Altenberg y Ferrand, 2006). Otro estudio llevado a cabo con 22 hablantes bilingües del castellano y del euskera (11 hombres y 11 mujeres), grabados en 4 sesiones espaciadas en el tiempo, muestra que, aunque los parámetros prosódicos presentan diferencias significativas entre las dos lenguas, la variación interlocutor es mayor que la variación interlingüística (Luengo et al., 2008).

Estos estudios, por tanto, muestran que la  $F_0$  podría diferenciar a determinadas lenguas entre sí, pero que dicha diferencia no se observa en la comparación de todas las lenguas ni en todos los hablantes. Además, hay que tener en cuenta que las lenguas estudiadas en Altenberg y Ferrand (2006) y en Luengo et al. (2008) no son tipológicamente afines y que, por lo tanto, los resultados obtenidos no permiten explicar si las variaciones observadas entre la  $F_0$  de estas lenguas existen también entre lenguas tan afines como el catalán y el castellano cuando son utilizadas por el mismo individuo.

---

<sup>5</sup> Rouas et al. (2003) segmentan la señal en “pseudosílabas”, que definen (p.4) como una unidad independiente del idioma, parecida a la sílaba y que puede extraerse automáticamente.

El presente trabajo se ha limitado al estudio de la  $F_0$ , puesto que este parámetro reúne las características que según Nolan (1983) deben reunir las variables analizadas para determinar la individualidad de la voz en el contexto judicial, mencionadas al inicio de este capítulo. Se ha observado, en diversas lenguas, que la variación de la  $F_0$  entre hablantes es mayor que la variación entre las realizaciones producidas por un mismo locutor (LaRiviere, 1975; Albalá et al., 2008). Además, la  $F_0$  destaca por ser uno de los parámetros acústicos más robustos, porque puede transmitirse sin distorsiones en condiciones adversas como a través de la línea telefónica o en ambientes muy ruidosos (Nolan, 1983; Baldwin y French, 1990; Braun y Köster, 1995; Künzel, 1997; Rose, 2002; Cicres, 2003). Sin embargo, algunos autores advierten que, a pesar de ser muy útil para obtener información acerca de la individualidad del locutor, es un parámetro que puede sufrir modificaciones por factores fisiológicos y psicológicos del hablante y por factores técnicos de la grabación (Yamazawa y Hollien, 1992; Gfroerer y Wagner, 1995; Braun y Köster, 1995; Rose, 1996; Schiller, Köster y Duckworth, 1997). También se ha especificado la necesidad de que las variables analizadas en este tipo de estudios sean difíciles de modificar e imitar; en este sentido cabe señalar que la voz de cada individuo presenta un espacio o campo tonal determinado (Prieto, 2002). A pesar de que el hablante puede modificar este espacio tonal, éste suele hacerlo siguiendo unos patrones habituales según los valores medios de la  $F_0$  propios de su habla natural (Künzel, 2000). Hay que tener en cuenta que, habitualmente, los imitadores tienden a producir una  $F_0$  sensiblemente más alta que la de su voz natural y que la de la voz de la persona imitada (Zetterholm, 2003). Finalmente, se debe aludir a la relativa facilidad de extracción de este parámetro<sup>6</sup>, puesto que la mayor parte de sistemas de análisis acústico permite la automatización de este proceso (Cicres, 2007), aunque para obtener de forma automática los valores de la  $F_0$  es imprescindible disponer de una grabación en condiciones óptimas, en lo que se refiere a la ausencia de ruidos de fondo.

A pesar de que el análisis de la  $F_0$  con el fin de establecer la individualidad del hablante se ha centrado tradicionalmente en la media y la desviación estándar de la  $F_0$ , Kinoshita et al. (2009) muestran que, según sus datos del japonés, también pueden ser útiles la curtosis y el coeficiente de asimetría. Cabe señalar que Albalá et al. (2008) ponen de manifiesto que las variaciones entre los locutores considerados en su trabajo

---

<sup>6</sup> Para una información detallada sobre los problemas de extracción y fiabilidad de la  $F_0$ , véase el apartado 3.3 del capítulo 3.

para el español vienen determinadas, desde un punto de vista acústico, por el valor medio de la  $F_0$ . Por el contrario, según los datos de este mismo estudio, la desviación estándar de la  $F_0$  no constituye una medida relevante para distinguir a los sujetos entre sí. No obstante, la presente investigación ha considerado las cuatro medidas de  $F_0$  propuestas por Kinoshita et al. (2009) para la identificación de hablantes, puesto que Rouas et al. (2003), como ya se ha mencionado, plantean un método con resultados favorables para identificar automáticamente determinadas lenguas mediante la media, la desviación estándar, el coeficiente de asimetría y la curtosis de  $F_0$ . Los resultados de este trabajo servirán para poner de manifiesto si estos valores -la media, la desviación estándar, el coeficiente de asimetría y la curtosis de  $F_0$ - son relevantes para el estudio de la variación inter e intralocutor y de la variación inter e intralingüística de los hablantes bilingües.

Aunque algunas de las investigaciones que han analizado la  $F_0$  con el fin de establecer la individualidad de la voz han tomado los valores de segmentos vocálicos y, en otros casos, de los grupos fónicos producidos por los locutores, en este trabajo solo se han tenido en cuenta los grupos fónicos, puesto que el sistema vocálico del catalán, con tres vocales átonas y siete tónicas, y del castellano, con cinco vocales átonas y cinco tónicas, no resultan fácilmente comparables.

## **1.2. El bilingüismo**

El objetivo principal de esta investigación es estudiar acústicamente la variación inter e intralocutor en hablantes bilingües equilibrados de catalán y de castellano. Por este motivo, se dedican algunas páginas a la cuestión del bilingüismo, fenómeno caracterizado por la variedad y la complejidad de las definiciones que han aportado los autores que se han ocupado de esta realidad lingüística.

En Cataluña se hablan varias lenguas, pero las principales son el catalán y el castellano, que constituyen las lenguas oficiales junto con el aranés (Catalunya, 2006). Generalmente los catalanes son bilingües y conocen las dos lenguas principales aunque difieren respecto al idioma que tienen por lengua materna y a la frecuencia con la que emplean una de las dos lenguas. Según los datos de *L'enquesta d'usos lingüístics de la*

*població 2008*, el 99,7% de los catalanes sabe hablar castellano; sin embargo, solo el 78,3% es capaz de expresarse en catalán. Dicha encuesta también informa de que el 35,6% de la población de Cataluña utiliza el catalán de forma habitual, frente al 45,9% que emplea el castellano. Solo un 12% de la población habla ambas lenguas indistintamente y usa la una o la otra según el ámbito social en el que se encuentre (Institut d'Estadística de Catalunya, 2008). Debido a que el castellano está ampliamente extendido en los medios de comunicación y a que se enseña en las escuelas, resulta prácticamente imposible encontrar un hablante monolingüe de catalán.<sup>7</sup>

Definir el concepto de *bilingüismo* es una tarea más compleja de lo que puede parecer, puesto que definir a un bilingüe, simplemente, como a la persona que puede hablar dos lenguas no es suficiente. Teniendo en cuenta únicamente la destreza lingüística de hablar, ya que la comprensión, la lectura y la escritura no son destrezas relevantes para este estudio, se debe distinguir entre la competencia que posee un individuo en ambas lenguas y el uso que realiza de ellas. Existen personas que poseen la habilidad de expresarse en dos lenguas pero que tienden a emplear en más situaciones una que la otra; o viceversa, puede suceder que un individuo utilice indistintamente ambas lenguas, pero que cuente con una mayor fluidez en una de las dos. A propósito de esta distinción, algunos autores han definido este concepto atendiendo, bien a la competencia de los hablantes, bien al uso de las dos lenguas en contacto.<sup>8</sup>

En cuanto a los autores que han centrado la definición del concepto que nos ocupa en el uso que los hablantes hacen de dos lenguas, destacan las aportaciones clásicas de Weinreich (1953) o de Mackey (1957), para quienes el bilingüismo es la práctica de usar alternativamente dos lenguas; sin embargo, Fishman y Cooper (1971) argumentan que la mayor parte de los bilingües utiliza cada lengua para diferentes propósitos y funciones. Esta situación sociolingüística en la que dos lenguas –o dos variantes de una misma lengua- adquieren un valor social diferente se conoce como *diglosia*, término acuñado por Ferguson (1959). Generalmente, una de las lenguas se emplea para las funciones formales, mientras que la otra se reserva básicamente para las funciones informales.

---

<sup>7</sup> Para una información más detallada, véase Hoffmann (1991).

<sup>8</sup> Para más información véase Appel y Muysken (1987), Grosjean (1982) y Romaine (1989).

Veamos, a continuación, opiniones de autores que han centrado su definición de este concepto en la competencia que muestra el hablante en ambas lenguas.

Marouzeau (1961) define *bilingüismo* como “La cualidad de un sujeto o de una población que puede expresarse correctamente en dos lenguas, sin una aptitud marcada por una más que por la otra” (p.39). En la misma línea, Brooks (1960) se refiere al bilingüismo como a la facultad que posee un individuo de saber expresarse en cualquiera de sus dos lenguas sin ningún tipo de dificultad cada vez que surge la ocasión y añade: “Si al hablar una segunda lengua, la conducta lingüística del hablante, tanto en su aspecto interno como en el externo, se caracteriza por una adhesión a los conceptos y esquemas de la segunda lengua más que a los de su lengua materna, diremos que esta persona, en lo que respecta a sus campos culturales, lingüísticos y semánticos, es bilingüe” (p.40). Con más exigencia que los dos autores anteriores, pero atendiendo también a la competencia de los individuos, Bloomfield (1933) caracteriza el bilingüismo como la capacidad de hablar dos lenguas con la competencia con la que se habla una lengua materna. Sin embargo, otros autores como Haugen (1953) entienden que la aptitud de producir expresiones significativas en otra lengua distinta a la materna define el bilingüismo. Finalmente, Diebold (1964) propone una visión más amplia del bilingüismo, puesto que considera que este término describe tanto a los individuos con un conocimiento pasivo de una segunda lengua, como a aquellos que mantienen un total contacto con los modelos de una segunda lengua al hablar la lengua materna.

Cabe señalar que se debe clasificar, también, a los hablantes bilingües según el grado de bilingüismo que presentan. Las personas que emplean una lengua en un número de situaciones equivalente al número de ocasiones en las cuales se expresan en la otra poseen un grado de bilingüismo equilibrado en cuanto al uso. Sin embargo, es frecuente encontrar a individuos que, a pesar de hablar dos lenguas, tienden a comunicarse en una lengua más que en la otra, así pues, una de las dos lenguas domina respecto a la otra y poseen, por tanto, un grado de bilingüismo dominante en relación al uso. Dicha distinción es más problemática cuando se define el grado de bilingüismo según la competencia de los hablantes, puesto que la idea implícita en el bilingüismo equilibrado ha sido a menudo la de competencia razonable o buena en las dos lenguas. En este sentido, cabe señalar la opinión de Fishman y Cooper (1971), según la cual los bilingües que poseen la misma fluidez en las dos lenguas raramente presentan el mismo

grado de fluidez en ambas en todos los ámbitos sociales y situaciones lingüísticas. De hecho, Baker (1993) define al bilingüe equilibrado como alguien que tiene una fluidez casi equivalente en dos lenguas en varios contextos. Por su parte, Dornic (1978) muestra que los bilingües equilibrados son extremadamente poco frecuentes y que en situaciones de estrés o de fatiga, por ejemplo, pueden poner de manifiesto un desequilibrio latente que, en circunstancias normales, queda enmascarado por una buena pronunciación y una corrección aparentes. Finalmente, Baetens (1989) señala que el bilingüismo equilibrado se da cuando un hablante tiene unos conocimientos equivalentes de dos lenguas, siempre que estos conocimientos correspondan, en términos generales de referencia, a los de un monolingüe en cada una de las dos lenguas. Normalmente un bilingüe se diferencia de los hablantes monolingües de cada una de las dos lenguas, puesto que el bilingüe presenta rasgos pertenecientes a una lengua cuando habla o escribe en la otra (Mackey, 1968; Clyne, 1972). Estas desviaciones se dan en todos los niveles de la lengua: el léxico, el morfológico, el sintáctico, el fonológico y el fonético, y se conocen como *interferencias* (Haugen, 1956). Dicho fenómeno puede presentarse en las dos lenguas, caso en que se superponen rasgos de ambas o, como sucede normalmente, en una de las dos a causa de una mayor facilidad y fluidez en una lengua que en la otra. Cuando un hablante transfiere rasgos propios de una lengua cuando emplea la otra, puede considerarse que la primera lengua domina respecto a la otra y que, por lo tanto, posee un grado de bilingüismo dominante en lo que se refiere a la competencia. Los hablantes con un grado de bilingüismo equilibrado en cuanto a la competencia manifiestan una fluidez y un conocimiento equiparables en ambas lenguas; no obstante, el tipo de interferencia que sucede en el nivel fonético, especialmente en los rasgos relacionados con la prosodia, está presente en los bilingües más competentes y con menos marcas de interferencia en otros niveles, posiblemente, porque los rasgos suprasegmentales son los que se adquieren en primer lugar y, por lo tanto, están más arraigados en el hablante (Baetens, 1989). Las modificaciones que estas personas llevan a cabo en sus mecanismos de producción de los sonidos cuando hablan una u otra lengua inciden en las características acústicas de la voz, puesto que las interferencias de tipo suprasegmental provocan variaciones en los correlatos acústicos del acento, en los patrones melódicos y en la calidad de la voz, entre otros.

En este trabajo se ha definido el concepto de *bilingüe dominante* y de *bilingüe equilibrado*, únicamente, teniendo en cuenta la competencia de los individuos por la

dificultad que supone evaluar de forma objetiva y fiable si un hablante emplea ambas lenguas en un número equilibrado de situaciones o tiende a expresarse en una lengua más que en la otra. Así, se ha considerado que un hablante es bilingüe equilibrado cuando posee un conocimiento equiparable en dos lenguas y próximo al de los hablantes monolingües de estas lenguas. Los hablantes que manifiestan un nivel de conocimiento superior en una de las dos lenguas, se consideran bilingües dominantes.

Somos conscientes de que la definición de la que se ha partido en este trabajo sigue siendo ambigua y de que su aplicación para clasificar a los hablantes analizados plantea ciertas dificultades. Por este motivo, se ha diseñado un procedimiento de selección de los informantes, que se expone en el apartado 3.1 del capítulo 3.

## 2. Objetivos y posibles aplicaciones de este estudio

Tal y como se explica en el apartado 1.1 del capítulo 1, la  $F_0$  parece ser un parámetro que permite diferenciar tanto a los hablantes como a algunas lenguas, puesto que presenta variaciones significativamente mayores entre varios locutores que entre las realizaciones de un mismo locutor y, también, variaciones mayores entre algunas lenguas que entre diferentes producciones en una misma lengua.

Teniendo en cuenta esta premisa, el presente estudio pretende averiguar si se observan variaciones significativas en la media, la desviación estándar, el coeficiente de asimetría y la curtosis de la  $F_0$  de los grupos fónicos en un grupo de hablantes bilingües equilibrados de catalán y de castellano en función de la lengua utilizada, para determinar si a partir de los valores de  $F_0$  es posible establecer la individualidad de sus voces independientemente de la lengua en la que se expresen. Se pretende obtener, así, parte del conocimiento fonético necesario para la mejora de los sistemas de reconocimiento, identificación o verificación automáticos del locutor, además de proporcionar nuevos datos acústicos que permitan a los especialistas en fonética judicial comparar, con un mayor grado de certeza, locutores dubitados, de los que se desconoce la identidad, e indubitados, cuya identidad es conocida.

Para llevar a cabo esta investigación es necesario comprobar que la variación de los valores de  $F_0$  entre locutores es mayor que la variación intralocutor en cada lengua, con el objetivo de confirmar la posibilidad de establecer la individualidad de la voz de los hablantes bilingües, tanto en catalán como en castellano. Posteriormente, para averiguar si dicha individualidad también puede establecerse independientemente de la lengua que empleen los hablantes, debe verificarse si en un mismo locutor la variación interlingüística es mayor que la variación intralingüística, es decir, si los hablantes bilingües equilibrados de catalán y de castellano presentan diferencias en los valores de la media, la desviación estándar, el coeficiente de asimetría y la curtosis de la  $F_0$  en función de la lengua que utilizan. Si el cambio de lengua no afecta a los valores de la  $F_0$  en un hablante bilingüe equilibrado, podría determinarse la individualidad de la voz de estos sujetos -en lo que respecta a la  $F_0$ - independientemente de la lengua en la que se expresen.

Los resultados obtenidos en esta investigación podrían aportar nueva información a los profesionales del ámbito de la fonética judicial y a los trabajos relacionados con los sistemas automáticos de reconocimiento, identificación y verificación del locutor, especialmente, en entornos multilingües porque como ya se ha mencionado en el apartado 1.1, la  $F_0$  es un parámetro muy relevante en el campo de la fonética judicial (Cicres, 2007), en el ámbito del reconocimiento automático del locutor en entornos multilingües (Luengo et al., 2008) e incluso en la identificación automática del idioma (Rouas et al., 2003). Así pues, adquirir más conocimiento sobre el comportamiento de los hablantes bilingües equilibrados de catalán y de castellano, respecto a su  $F_0$ , podría determinar la posibilidad de identificar a este tipo de hablantes aunque estos se expresen en una lengua diferente a la de la muestra de habla indubitada de la que se disponga, contribuyendo a la mejora de las tareas de identificación y verificación del locutor de los sistemas automáticos y al avance de las prácticas con fines judiciales, además de ayudar a establecer si es posible diferenciar el catalán y el castellano, aunque sea el mismo hablante el que las utilice, aportando información relevante al ámbito del reconocimiento de la lengua.

### **3. Metodología**

En este apartado se presenta una explicación detallada sobre el procedimiento que se ha seguido en la selección de los locutores analizados, los criterios considerados para elegir el corpus con el que se ha trabajado, cómo se ha efectuado la grabación, el segmentado y el etiquetado del corpus elegido, el método utilizado para analizar los datos y, finalmente, qué tratamiento estadístico de los datos se ha llevado a cabo en este trabajo.

#### **3.1. Selección de los locutores**

Para alcanzar los objetivos planteados en este estudio (§ 2) era necesario que los informantes de los que se iba a obtener la señal acústica para el posterior análisis tuvieran unas características determinadas, con el fin de respetar el perfil propuesto y controlar variables que podían alterar los resultados.

Al tratarse de una investigación en la que se pretendía estudiar las variaciones inter e intralocutor, era necesario contar con el mayor número de sujetos posible que, además, tuvieran una competencia equilibrada en las dos lenguas analizadas, castellano y catalán. Debido a la falta de recursos económicos para obtener grabaciones en las que los informantes tuvieran estos requisitos, los posibles sujetos debían estar dispuestos a grabar de forma desinteresada; por esta razón, únicamente se pudo grabar a 25 locutores.

Todos los locutores seleccionados son masculinos, para controlar la variable sexo, y con una edad media de 42,5 años (entre 20 y 65 años) comprendida dentro del rango en el que se considera que la voz es madura, controlando así que los resultados no pudieran estar afectados por cambios físicos de la voz causados por la edad (Jackson-Menaldi, M., 2005).

Puesto que, como se ha mencionado anteriormente, en este trabajo se ha considerado que un hablante es bilingüe equilibrado cuando posee una competencia similar en dos lenguas y próxima a la de los hablantes monolingües de estas, se han seleccionado 25 locutores profesionales, actores de interpretación y actores de doblaje,

que trabajan en catalán y en castellano, factor que hacía presagiar una buena competencia de los sujetos en ambas lenguas.

Además, para confirmar que la competencia de los sujetos era similar en las dos lenguas, se realizó una evaluación llevada a cabo por 6 hablantes nativos sin estudios relacionados con la lingüística, seleccionados en función de su dominancia lingüística, castellano o catalán. Así, se escogió a 3 personas que, aunque conocen el castellano, se autodefinen básicamente como hablantes del catalán, para evaluar la competencia de los sujetos en esta lengua, y a 3 evaluadores concedores del catalán, pero que se consideran hablantes principalmente del castellano, para valorar la competencia en español. Se eligió un fragmento de la grabación<sup>9</sup> que realizaron los locutores de la parte central del texto y perteneciente a la primera lectura de cada lengua. De esta manera se pretendía que los evaluadores escucharan a los locutores en un momento de la lectura en el que ni la tensión del principio de la grabación ni la fatiga del final estuvieran presentes. Dicho fragmento está formado por 40 palabras en la versión catalana y 42 en la castellana, y tiene una duración de entre 15 y 20 segundos aproximadamente, dependiendo de la velocidad de locución de cada locutor. Se solicitó a las 6 personas seleccionadas para realizar la evaluación que escucharan este fragmento y que respondieran a un cuestionario<sup>10</sup> en el que, sobre cada locutor, se preguntaba si les parecía que la persona que escuchaban era un hablante habitual o no de la lengua que estaban evaluando, catalán o castellano. Se les pedía que puntuaran su nivel de competencia del 1 (muy bajo) al 5 (muy alto) y, finalmente, se les preguntaba si consideraban que ese locutor que estaban escuchando tenía un nivel adecuado para ser presentador de una radio o televisión, portavoz del gobierno o actor. Los evaluadores de cada lengua escucharon a cada locutor en el mismo momento, sin auriculares y sin ruidos externos.

Para decidir si un locutor era bilingüe equilibrado o bilingüe dominante, a partir de las respuestas obtenidas de estos cuestionarios, se ha atendido a la pregunta en la que se requería a los evaluadores que puntuaran del 1 al 5 el nivel de competencia de los locutores que estaban escuchando, puesto que las respuestas a las otras preguntas no

---

<sup>9</sup> Para ver el fragmento seleccionado, consúltese el anexo 7.4.

<sup>10</sup> Para ver el cuestionario utilizado en la evaluación, consúltese el anexo 7.3.

ofrecían datos cuantificables y solamente se han utilizado para comprobar la coherencia de las puntuaciones realizadas. Posteriormente se ha realizado un análisis de la puntuación media obtenida en los dos idiomas y se ha comprobado, mediante un t-test, que la diferencia de puntuación existente entre las dos lenguas no es estadísticamente significativa (media de 4,35 para el castellano y de 4,41 para el catalán;  $t(74) = 0,712$ ,  $p = 0,479^{11}$ ). Además se ha probado, realizando un test de chi-cuadrado para cada lengua, que las puntuaciones obtenidas por cada locutor en cada lengua no dependían del evaluador que las proporcionaba ( $p > 0,05$ ). Según estos resultados, es posible considerar que la competencia en catalán y en castellano de los locutores con los que se ha trabajado es equilibrada. Las puntuaciones obtenidas para cada locutor se resumen en la tabla 1.

Locutor	Evaluación del catalán				Evaluación del castellano			
	Evaluador 1	Evaluador 2	Evaluador 3	Total	Evaluador 1	Evaluador 2	Evaluador 3	Total
AB	5	5	4	4,67	5	5	4	4,67
AL	4	4	4	4,00	5	4	3	4,00
AV	5	4	4	4,33	5	5	3	4,33
CA	5	5	4	4,67	5	5	4	4,67
CI	4	4	3	3,67	5	5	5	5,00
CM	5	4	4	4,33	5	5	3	4,33
EC	5	4	4	4,33	5	5	3	4,33
EI	5	4	5	4,67	5	5	4	4,67
ES	5	5	4	4,67	5	4	3	4,00
FR	5	4	4	4,33	5	4	3	4,00
GJ	5	4	4	4,33	5	4	3	4,00
IC	5	4	4	4,33	5	5	4	4,67
JG	5	5	4	4,67	5	3	3	3,67
JL	5	4	4	4,33	5	4	3	4,00
JP	5	5	3	4,33	5	4	4	4,33
JV	5	4	4	4,33	5	5	4	4,67
MG	5	4	4	4,33	5	4	3	4,00
PC	5	5	4	4,67	5	4	4	4,33
RC	5	5	4	4,67	5	4	4	4,33
RI	5	4	4	4,33	5	4	4	4,33
RM	4	4	4	4,00	5	5	4	4,67
SM	5	5	4	4,67	5	5	4	4,67
TV	5	5	4	4,67	5	4	3	4,00
XC	5	5	4	4,67	5	4	4	4,33
XM	5	4	4	4,33	5	5	4	4,67

**Tabla 1: Puntuación obtenida por cada locutor de todos los evaluadores en catalán y en castellano. Se especifica, también, la media de cada locutor en cada lengua.**

Aunque en este trabajo únicamente se ha tenido en cuenta la competencia para definir a un individuo bilingüe equilibrado, al finalizar la grabación, a pesar de que se les había preguntado antes si su lengua habitual era el catalán, se pidió también a los

<sup>11</sup> El valor de p es significativo al nivel del 0,05.

locutores que rellenaran un cuestionario<sup>12</sup> pensado para evaluar el uso del catalán y del castellano con el objetivo de poder tener en cuenta este factor en el momento de valorar los resultados. En este cuestionario se les preguntaba sobre la lengua que utilizaban en diferentes situaciones (en casa, con los padres, con los amigos, con los vecinos y en el trabajo), en qué lengua habían recibido la educación primaria y secundaria, en qué lengua veían la televisión, escuchaban la radio y leían el periódico, en qué lengua se sabían su número de DNI, su número de teléfono o contaban mentalmente y, también, preguntas sobre el lugar y año de nacimiento y lugares en los que habían residido y durante cuánto tiempo. Conviene señalar que se permitía a los locutores que respondieran a una misma pregunta “catalán y castellano”.

En este caso, la clasificación entre uso equilibrado y uso dominante de las dos lenguas se ha llevado a cabo mediante el siguiente procedimiento: se ha realizado un recuento de las preguntas a las que los locutores han contestado “catalán” y de las preguntas a las que han respondido “castellano”, las respuestas “catalán y castellano” se han computado en las dos lenguas. Posteriormente, se ha realizado un test de chi-cuadrado a partir de los datos obtenidos de las respuestas de todos los locutores y se ha observado que el número de preguntas a las que los locutores han respondido catalán es significativamente diferente al número de respuestas obtenidas para el castellano. Con la intención de averiguar qué locutores presentaban diferencias significativas en cuanto al uso de ambas lenguas y cuáles usaban equilibradamente los dos idiomas, se ha repetido la misma prueba para cada locutor. Dicho análisis ha llevado a considerar que 20 de los locutores utilizan ambas lenguas de forma equilibrada ( $p > 0,05$ ), mientras que los 5 locutores restantes utilizan más el catalán que el castellano ( $p < 0,05$ ). En la tabla 2 se detallan los recuentos efectuados sobre cada locutor, a partir de las respuestas recogidas en el cuestionario.

Locutor	Respuesta: “catalán”	Respuesta: “castellano”	Respuesta: “catalán y castellano”	Recuento respuestas “catalán”	Recuento respuestas “castellano”	p-valor	Clasificación
AB	5	0	8	13	8	0,275	Equilibrado
AL	3	6	4	7	10	0,467	Equilibrado
AV	8	0	5	13	5	0,059	Equilibrado
CA	4	2	7	11	9	0,655	Equilibrado
CI	3	5	5	8	10	0,637	Equilibrado

<sup>12</sup> Para consultar el cuestionario, véase el anexo 7.2.

CM	5	3	5	10	8	0,637	Equilibrado
EC	2	6	5	7	11	0,346	Equilibrado
EI	2	3	8	10	11	0,827	Equilibrado
ES	11	0	2	13	2	0,005	Dominancia
FR	5	2	6	11	8	0,491	Equilibrado
GJ	6	0	7	13	7	0,180	Equilibrado
IC	0	0	13	13	13	Nulo	Equilibrado
JG	8	0	5	13	5	0,059	Equilibrado
JL	4	6	3	7	9	0,617	Equilibrado
JP	9	0	4	13	4	0,029	Dominancia
JV	8	2	3	11	5	0,134	Equilibrado
MG	7	1	5	12	6	0,157	Equilibrado
PC	8	1	4	12	5	0,090	Equilibrado
RC	10	0	3	13	3	0,012	Dominancia
RI	9	0	4	13	4	0,029	Dominancia
RM	10	0	3	13	3	0,012	Dominancia
SM	0	3	10	10	13	0,532	Equilibrado
TV	6	0	7	13	7	0,180	Equilibrado
XC	4	1	8	12	9	0,513	Equilibrado
XM	4	0	9	13	9	0,394	Equilibrado

**Tabla 2: Recuento del número de respuestas a las que cada locutor ha contestado “catalán”, “castellano” o “catalán y castellano” y clasificación entre uso equilibrado y uso no equilibrado de las dos lenguas.**

En este estudio se han analizado, pues, los valores de la  $F_0$  de 25 hablantes bilingües equilibrados, puesto que no se han observado diferencias significativas entre las puntuaciones obtenidas en la evaluación de la competencia de las dos lenguas, pero debe tenerse en cuenta, a la hora de interpretar los resultados, que 5 de los locutores analizados usan el catalán en más situaciones que el castellano. Cabe señalar que ningún locutor presenta un uso predominante del castellano porque uno de los requisitos de selección para colaborar en esta investigación era que trabajaran como locutores profesionales en ambas lenguas, pero que su lengua habitual fuera el catalán.

## 3.2. El corpus

En este apartado se facilita la información relacionada con el corpus utilizado en este estudio, atendiendo a los procesos de selección, grabación, segmentación y etiquetado del mismo.

### 3.2.1. Criterios de selección

El corpus empleado<sup>13</sup> en este trabajo consiste en la versión catalana y la versión castellana de una misma noticia extraída de *El Periódico*, diario que ofrece la edición en

<sup>13</sup> Véase el anexo 7.1.

las dos lenguas y cuya traducción catalana suele ser bastante fiel a la versión original en castellano.

En la elección de la noticia se ha tenido en cuenta que el texto incluyera el menor número posible de nombres propios en cualquiera de las dos lenguas, para evitar interferencias lingüísticas por el cambio de idioma. También se han descartado los artículos que incluyeran extranjerismos y nombres propios en otras lenguas.

Se ha optado por una noticia, debido al uso de frases declarativas que caracteriza este tipo de textos y para evitar la presencia de patrones melódicos diferentes a los declarativos, como los interrogativos o los exclamativos, que podrían repercutir en los valores de la  $F_0$  que se pretende analizar.

El texto seleccionado está compuesto por 413 palabras en la versión castellana, y 385 en la catalana. Ambas versiones contienen 28 grupos fónicos ortográficos, delimitados por signos de puntuación, aunque los locutores han realizado en la oralización del texto un mínimo de 34 y un máximo de 90 grupos fónicos, puesto que efectúan pausas que no coinciden con ningún signo de puntuación. La duración de cada lectura es de unos 150 segundos aproximadamente, dependiendo de la velocidad de locución de cada hablante.

Se indicó a los locutores que debían leer dos veces cada artículo, para disponer de dos repeticiones de cada lengua por cada hablante y poder analizar, así, la variación intralocutor. Cada informante, por lo tanto, realizó un total de 4 lecturas.

### **3.2.2. Grabación**

La grabación del corpus se realizó en la cámara anecoica de la *Facultat de Filosofia i Lletres* de la *Universitat Autònoma de Barcelona*.

Se utilizó un micrófono MKH 20 P48 U3 Sennheiser omnidireccional, con una frecuencia de respuesta de 20 a 20000 Hz y con una relación señal-ruido de 134 dB.

Se registró la señal con una frecuencia de muestreo de 44000 Hz y una resolución de 16 bits, mediante una grabadora PDR-609 Pioneer, que ofrece una frecuencia de respuesta de 2 a 20000 Hz y una relación señal-ruido en grabación de 92 dB y 112 dB en reproducción.

Como se ha mencionado en el apartado anterior (§ 3.2.1), se solicitó a los locutores que leyeran el texto dos veces en cada lengua en el orden que prefirieran, para poder disponer de diferentes realizaciones de cada locutor y utilizar la repetición como variable en el análisis de la variación intralocutor. En la mayoría de los casos, los locutores optaron por realizar al inicio las dos lecturas en castellano y, al final, las dos lecturas en catalán. Solo dos locutores decidieron invertir este orden.

### 3.2.3. Segmentación y etiquetado

La segmentación y el etiquetado del corpus aplicados en este trabajo se llevó a cabo mediante el programa Praat (Boersma y Weenink, 2008).

La grabación realizada se segmentó manualmente en 100 archivos, de modo que cada archivo corresponde a una lectura (primera o segunda) en una lengua (catalán o castellano) de cada uno de los 25 locutores.

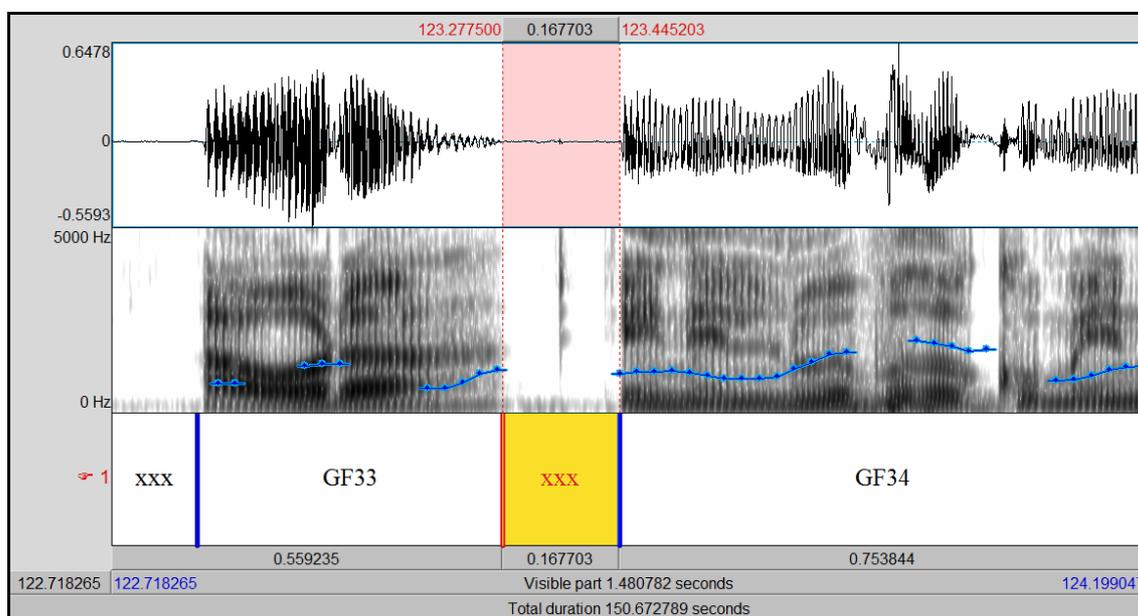
Posteriormente se segmentó cada archivo en grupos fónicos, entendiendo por “grupo fónico” aquella porción del discurso comprendida entre dos pausas (Quilis, 1981), y considerando solamente las pausas silenciosas, que se definen como un silencio o interrupción de la cadena hablada (Quilis, 1981).

Para llevar a cabo esta última segmentación se ha utilizado un *script*<sup>14</sup> de Praat, que detectaba automáticamente las pausas con una duración mínima de 200 ms. A pesar de que autores como Hawkins (1971) indican que las pausas tienen una duración mínima de 300 ms y una duración máxima de 5000 ms, otros autores consideran que las pausas silenciosas duran entre 42 y 1344 ms (Rebollo, 1997). En la revisión manual de

---

<sup>14</sup> Véase el anexo 7.5.

estas detecciones se han añadido pausas de menor duración que la considerada en el *script*, como la que se muestra en la figura 1, siempre que en los silencios de duración inferior a 100 ms el segmento siguiente no fuese una consonante oclusiva sorda o sonora, siguiendo el criterio de Lastra y Martín Butragueño (2005).



**Figura 1:** Pausa inferior a 200 ms añadida manualmente, correspondiente al enunciado “Ahora, en el nuevo documento” realizado por el locutor AB en la primera lectura de castellano.

Esta segmentación se ha representado en un *textgrid* con un único *tier* en el que se han anotado los grupos fónicos numerados y las pausas, estas últimas sin numerar, puesto que no eran objeto de estudio de este trabajo. En la figura 2 se muestra un ejemplo de esta segmentación.

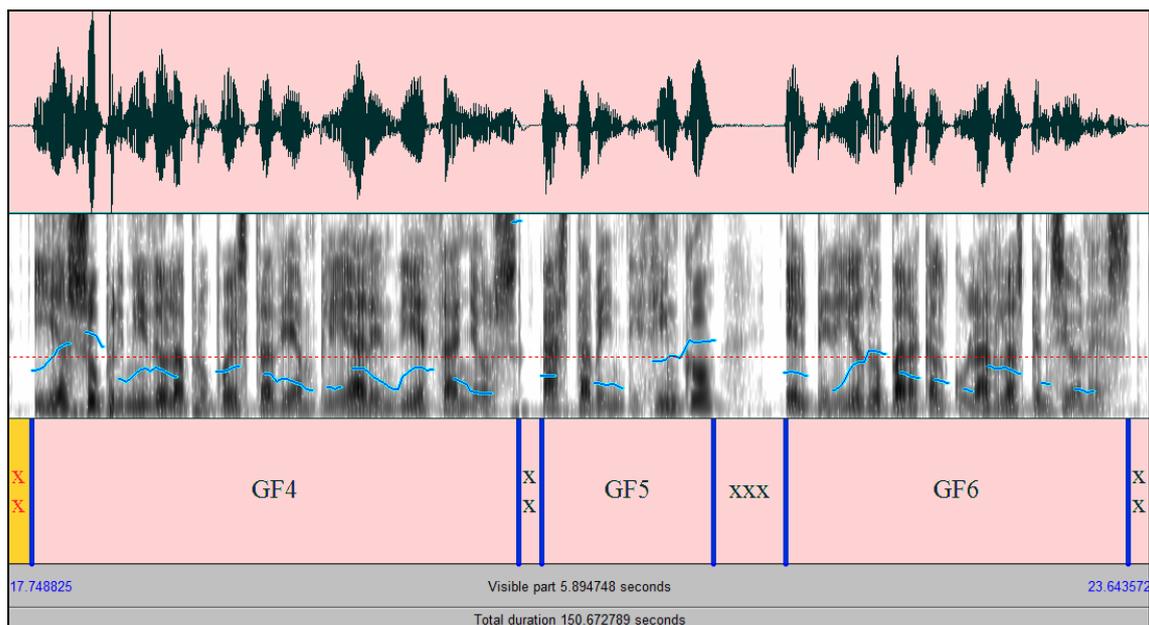


Figura 2: Ejemplo del etiquetado del corpus utilizado, perteneciente a la primera lectura en castellano del locutor AB. Las pausas se han marcado con la etiqueta “xxx”.

Como se ha mencionado en el apartado 3.2.1, cada texto está formado por 28 grupos fónicos ortográficos, cada locutor realizó un total de 4 lecturas y se ha trabajado con 25 locutores, por lo tanto, se contaba con 2800 grupos fónicos ortográficos. Sin embargo, como ya se ha indicado, los locutores han realizado más grupos fónicos de los que se marcaban ortográficamente en el texto; en estos casos también se han considerado en el etiquetado, así, finalmente se ha obtenido un total de 5277 grupos fónicos reales. La tabla 3 muestra el número de grupos fónicos realizados por cada locutor en las cuatro lecturas realizadas.

Locutor	Grupos fónicos Primera lectura en catalán	Grupos fónicos Segunda lectura en catalán	Grupos fónicos Primera lectura en castellano	Grupos fónicos Segunda lectura en castellano	Total grupos fónicos
AB	49	66	40	50	205
AL	58	47	44	44	193
AV	64	62	70	62	258
CA	51	57	49	47	204
CI	55	56	52	56	219
CM	50	49	57	54	210
EC	55	55	57	58	225
EI	47	47	47	51	192
ES	69	65	66	66	266
FR	58	58	51	54	221
GJ	69	68	53	61	251
IC	51	55	49	52	207
JG	35	37	34	40	146
JL	42	47	42	40	171
JP	89	80	82	79	330
JV	46	41	44	40	171
MG	58	56	55	56	225
PC	46	51	49	44	190

<b>RC</b>	66	63	59	66	254
<b>RI</b>	43	40	47	44	174
<b>RM</b>	45	53	45	49	192
<b>SM</b>	55	64	55	55	229
<b>TV</b>	48	52	55	52	207
<b>XC</b>	40	42	36	42	160
<b>XM</b>	42	41	47	47	177
<b>TOTAL</b>	1331	1352	1285	1309	<b>5277</b>

**Tabla 3: Número de grupos fónicos realizados por cada locutor en las cuatro lecturas y recuento del total de grupos fónicos reales.**

### 3.3. Parámetros analizados y procedimiento de análisis

Una vez segmentado el corpus (véase el apartado 3.2.3), se han extraído automáticamente los valores de la  $F_0$  de cada 12,5 ms, mediante un *script*<sup>15</sup> del programa Praat.

A partir de estos valores se ha calculado mediante el mismo *script*, para cada grupo fónico, la media de  $F_0$ , la desviación estándar de  $F_0$ , el coeficiente de asimetría de  $F_0$  y la curtosis de  $F_0$ .

La media de  $F_0$  es el cociente de dividir la suma de los valores de  $F_0$  de cada *frame* por el número de ellos. La desviación estándar de  $F_0$  es la medida de dispersión de los valores de  $F_0$  respecto a la media. El coeficiente de asimetría permite identificar si los valores se distribuyen de forma uniforme respecto a la media, y la curtosis determina el grado de apuntamiento de una distribución tomando como referencia la distribución normal. Cuando el valor del coeficiente de asimetría es cero se acepta que la distribución es simétrica, puesto que significa que se encuentra una cantidad de valores parecida a los dos lados de la media. Si el valor es mayor que cero, la distribución es asimétricamente positiva y se considera que los valores tienden a concentrarse a la izquierda de la media. Si, por el contrario, el valor es menor que cero, los valores tienden a agruparse a la derecha de la media y, por lo tanto, la distribución es asimétricamente negativa. Respecto a la curtosis, cuando el valor es cero debe considerarse que existe una concentración normal de los valores en la región central de la distribución. Si el valor es mayor que cero, significa que se da una gran concentración de los valores y, finalmente, cuando el valor es menor que cero, la concentración de los

<sup>15</sup> Véase el anexo 7.6.

valores es muy baja. Cabe señalar que encontrar el valor cero para ambos coeficientes es poco probable y se aceptan como distribuciones normales los valores  $\pm 0,5$  (Martínez, 2005).

Para controlar los posibles errores de detección de la  $F_0$  y evitar trabajar con valores irreales, que podían interferir en los resultados de la investigación, se procesaron todos los ficheros 3 veces, todas marcando en el *script* que se extrajeran los valores de la  $F_0$  con un valor mínimo de 30 Hz, pero con diferentes valores máximos cada una de las veces que se procesaron los ficheros, con la intención de averiguar cuáles eran los valores máximos de la  $F_0$  de los grupos fónicos. En la primera ocasión, se marcó en el *script* como valor máximo de  $F_0$ , 400 Hz; la segunda vez se procesaron los mismos ficheros con un máximo de 300 Hz y, finalmente, con un máximo de 250 Hz.

A continuación, se observaron los valores máximos de cada grupo fónico y pudo comprobarse que los valores reales de  $F_0$  no superaban los 258 Hz; todos los valores encontrados por encima de este valor eran casos de detecciones erróneas (*jumps*) del programa Praat. Se observó, también, que entre los 250 Hz y los 260 Hz se encontraban 8 casos de errores de detección y 9 casos de valores reales de  $F_0$  máximo. Se decidió que era preferible procesar los ficheros con un valor máximo de  $F_0$  a 250 Hz y perder estos 9 valores reales, a marcar el límite a 260 Hz y trabajar con valores irreales, productos de errores de detección de Praat. Se estableció, por tanto, que la detección de la  $F_0$  se realizaría en el rango comprendido entre 30 y 250 Hz.

Puesto que cabía la posibilidad de que se produjeran errores de detección de  $F_0$  entre los 30 y los 250 Hz, se decidió extraer la  $F_0$  de cada grupo fónico mediante la opción *To Pitch(AC)* y no con la tradicional *To Pitch*, puesto que permite el cálculo de la  $F_0$  con los parámetros que se presentan a continuación y que se explican en el párrafo siguiente: *Pitch floor*: 30 Hz, *Pitch ceiling*: 250 Hz, *Max. number of candidates*: 15, *Very accurate*: yes, *Silence threshold*: 0.03, *Voicing threshold*: 0.5, *Octave cost*: 0.01, *Octave-jump cost*: 0.5 y *Voiced/unvoiced cost*: 0.45.

Por los motivos previamente explicados, se estableció como rango para calcular la  $F_0$  entre 30 y 250 Hz. Los valores de  $F_0$  superiores o inferiores a este rango fueron ignorados por el sistema. El parámetro *very accurate* se utiliza para procesar los *frames*

utilizando una ventana de Gauss con un valor de 6 dividido por el valor mínimo en el rango de frecuencia (en este caso 6/30). Este valor es el doble que el de la ventana utilizada cuando se usa la opción tradicional, *To Pitch*. *Silence threshold* controla el umbral de amplitud por debajo del cual se considerará que una trama contiene silencios. *Voicing threshold* determina las tramas que se consideran sordas. *Octave cost* precisa las frecuencias que se consideran altas. *Octave-jump cost* establece cuándo los cambios de  $F_0$  son improbables y, finalmente, *Voiced/unvoiced cost* estipula qué transiciones entre sordas y sonoras son sospechosas de ser errores de detección (González Hautamäki, 2005).<sup>16</sup>

A pesar de las precauciones tomadas, observando los datos obtenidos, se detectaron 124 casos en los que el valor de la curtosis de  $F_0$  era superior a 2, valor por encima del cual dicho valor deja de ser significativo y se considera que puede haber algún error en los datos (Tabachnick y Fidell, 1996). Se revisaron los 124 grupos fónicos sospechosos de contener valores erróneos y en 80 casos se identificó un error de detección de la  $F_0$ . Se eliminaron de la base de datos estos 80 grupos fónicos y se trabajó, finalmente, con 5188 grupos fónicos.

### **3.4. Tratamiento estadístico de los datos**

El análisis estadístico de los datos se ha llevado a cabo mediante el programa *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) (versión 17). A continuación (§ 3.4.1 y 3.4.2) se explica qué métodos se han utilizado para llevar a cabo tanto el análisis interlocutor e interlingüístico como el análisis intralocutor e intralingüístico y qué criterios se han seguido para seleccionarlos.

#### **3.4.1. Análisis interlocutor e interlingüístico**

En el capítulo dedicado a los objetivos de este trabajo (§ 2) se ha explicado que se pretende averiguar si la media, la desviación estándar, el coeficiente de asimetría y la curtosis de  $F_0$  son valores cuya variación es dependiente del locutor y de la lengua en el caso de hablantes bilingües equilibrados de catalán y de castellano. En este estudio los

---

<sup>16</sup> Para una información más detallada, véase [http://www.fon.hum.uva.nl/praat/manual/Sound\\_To\\_Pitch\\_ac.html](http://www.fon.hum.uva.nl/praat/manual/Sound_To_Pitch_ac.html).

valores relacionados con la  $F_0$  son variables dependientes, y el locutor y la lengua son las variables independientes o factores, puesto que se quiere verificar si las variables independientes (locutor y lengua) determinan los valores de las variables dependientes (media, desviación estándar, coeficiente de asimetría y curtosis de  $F_0$ ).

Para realizar un análisis adecuado de los datos hay que tener en cuenta que los locutores repitieron dos veces la lectura en cada lengua y que los diferentes valores de  $F_0$  se han obtenido de distintos grupos fónicos. Se deben incorporar al análisis, por tanto, las diferentes observaciones relacionadas con el locutor y la lengua, en este caso la repetición y el grupo fónico, que constituyen las variables anidadas.

El análisis de los datos relativos a la variación interlocutor e interlingüística se ha realizado mediante el método *Generalized Estimating Equations* (GEE), puesto que permite incorporar las observaciones relacionadas con los factores y tratarlas asumiendo la independencia existente entre dichos factores (SPSS Inc., 2007) . También se ha observado si la interacción de los factores locutor y lengua determinaba los valores de la  $F_0$ .

Cabe señalar que al analizar la influencia de la variable locutor sobre los valores de  $F_0$  se han realizado, siempre mediante GEE, dos tipos de análisis: uno global en el que se tienen en cuenta todos los locutores a la vez, y un análisis *post-hoc* para determinar qué locutores se diferenciaban entre sí mediante una comparación entre pares de locutores atendiendo a todas las combinaciones posibles, es decir, 600 comparaciones.

Los resultados obtenidos de estos análisis se explican en el capítulo 4.

### **3.4.2. Análisis intralocutor e intralingüístico**

Otro de los objetivos de este trabajo (§ 2) es verificar que los valores de la media, la desviación estándar, el coeficiente de asimetría y la curtosis de la  $F_0$  no varían significativamente en un mismo locutor y en una misma lengua y observar si hablar en catalán o en castellano produce variaciones significativas en los valores de  $F_0$  de los

hablantes bilingües equilibrados. Así pues, las variables dependientes de este análisis siguen siendo la media, la desviación estándar, el coeficiente de asimetría y la curtosis de la  $F_0$ , pero las variables independientes son, en este caso, la repetición y la lengua. El objetivo de este análisis es, por tanto, establecer si la repetición y la lengua determinan los valores de las variables dependientes en cada locutor y si estos valores presentan diferencias significativas en una misma lengua teniendo en cuenta la totalidad de los datos.

Para analizar el comportamiento del factor lengua y del factor repetición se ha efectuado un análisis de varianza multivariado (*MANOVA*), utilizando el método *Generalized Linear Model Multivariate* (GLMM), que tiene como objetivo describir el efecto de una o más variables independientes sobre una o más variables dependientes (SPSS Inc., 2003). No se ha empleado el procedimiento GEE porque se trata de un análisis intraindividual y, por lo tanto, no era necesario considerar que las diferentes observaciones relacionadas con los factores pertenecían a un individuo concreto, puesto que se ha trabajado con los datos de cada locutor de forma independiente sin tener en cuenta los datos del resto de locutores. En el análisis intralingüístico tampoco era imprescindible determinar a qué lengua pertenecían las observaciones relacionadas con las variables independientes porque se trabajaba con cada lengua individualmente sin considerar los datos de la otra. En este caso, también se ha analizado si la interacción de los dos factores, repetición y lengua, influyen en los valores de  $F_0$ .

Posteriormente, para poder relacionar la influencia de la lengua en las variaciones de la  $F_0$  y el uso equilibrado o dominante de las lenguas por parte de los locutores (§ 2), se han comparado los resultados obtenidos mediante el método *MANOVA* y los datos obtenidos a partir de los cuestionarios de uso de ambas lenguas (§ 2.1). Dicha comparación se ha llevado a cabo mediante tablas de contingencia, puesto que permiten analizar la dependencia entre dos o más variables cualitativas.

En el capítulo 4, se detallan los resultados obtenidos de los análisis explicados en este apartado.

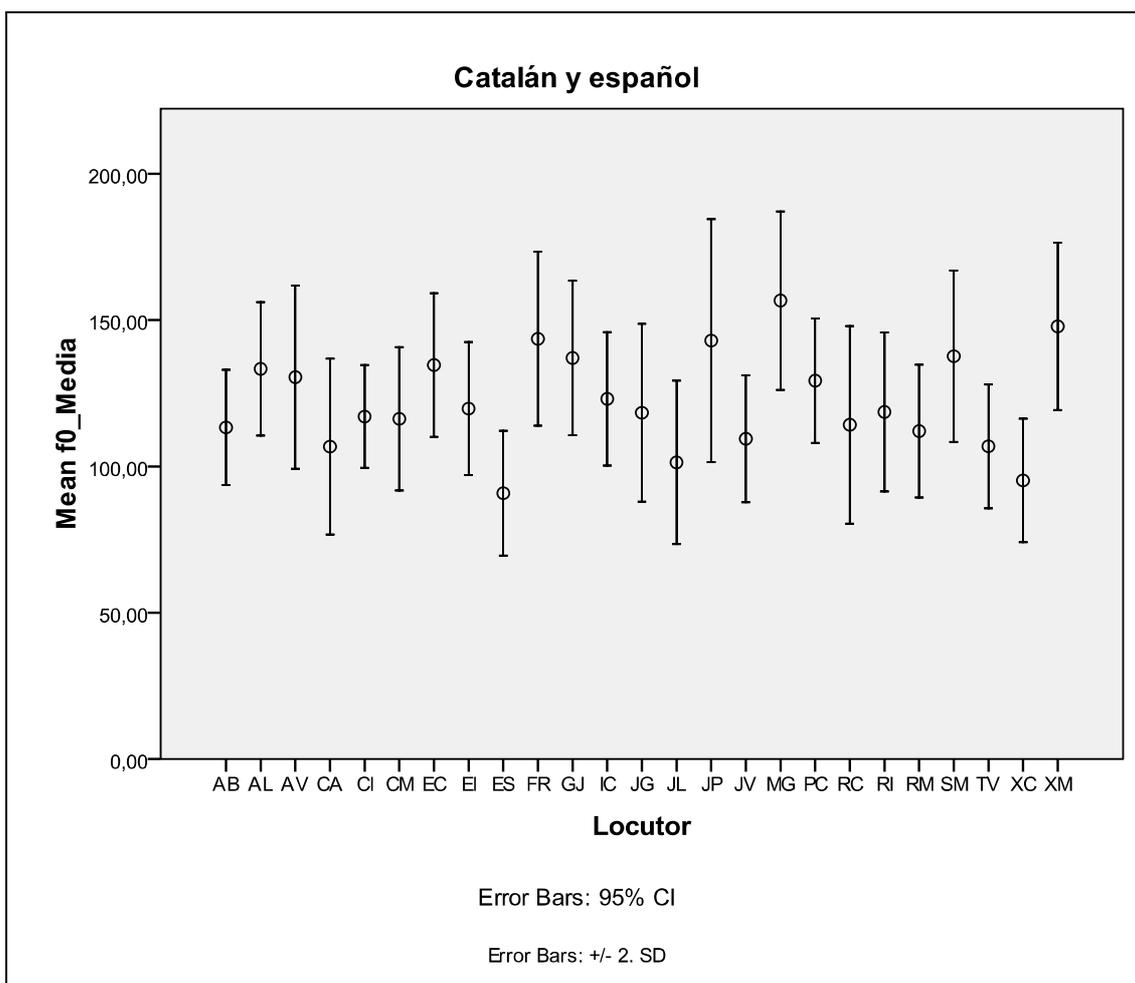
## 4. Resultados

A continuación se presentan los resultados obtenidos a partir del análisis de la media, la desviación estándar, el coeficiente de asimetría y la curtosis de la  $F_0$ .

### 4.1. Análisis de la media de $F_0$

Los resultados del análisis GEE, que se ha llevado a cabo para examinar el impacto del locutor y de la lengua (variabilidad interlocutor e interlingüística) en los valores de la media de  $F_0$ , muestran un efecto de la variable locutor ( $df = 24$ ,  $p = 0,000$ ), de la variable lengua ( $df = 1$ ,  $p = 0,000$ ) y una interacción entre ambas variables ( $df = 24$ ,  $p = 0,000$ ) en los valores de la media de la  $F_0$ .

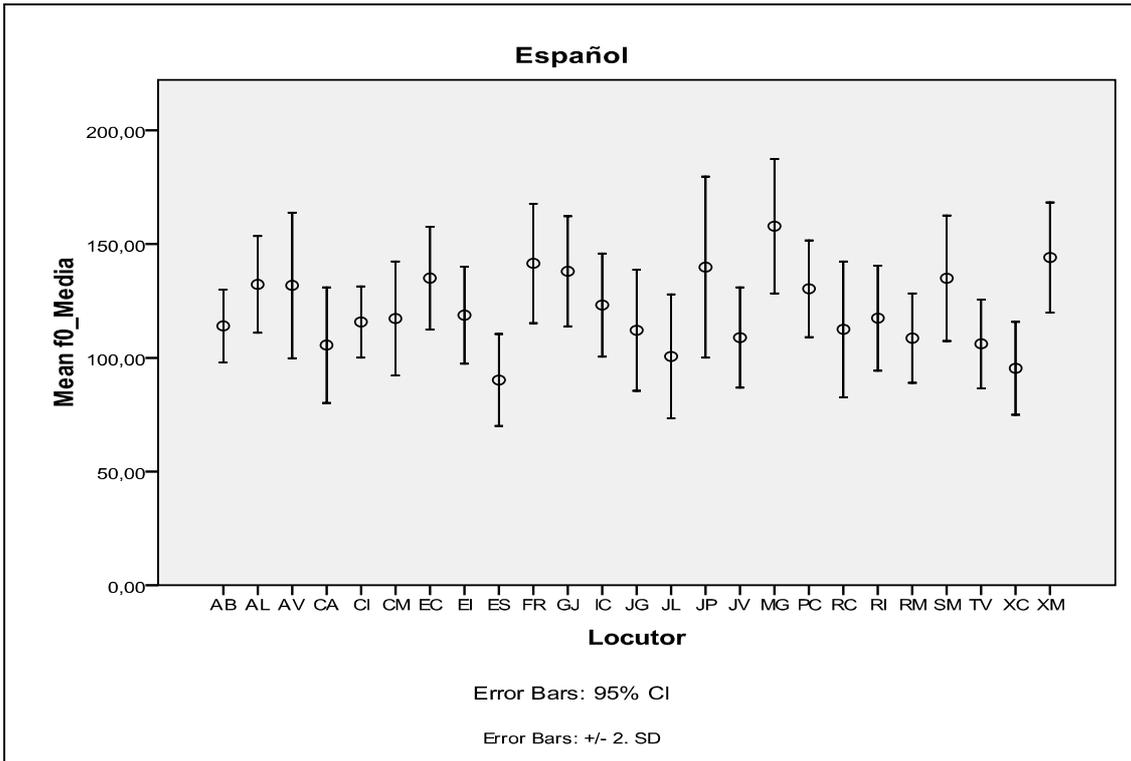
En cuanto al efecto del locutor, de las comparaciones de los locutores realizadas por parejas a través de las pruebas *post-hoc* se desprende que en un 98,33% de las comparaciones entre locutores, la diferencia ha sido estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ) con un nivel de confianza del 95%. La figura 3 muestra esta variación existente entre locutores representando en un gráfico la distribución de los datos reuniendo los valores de ambas lenguas.



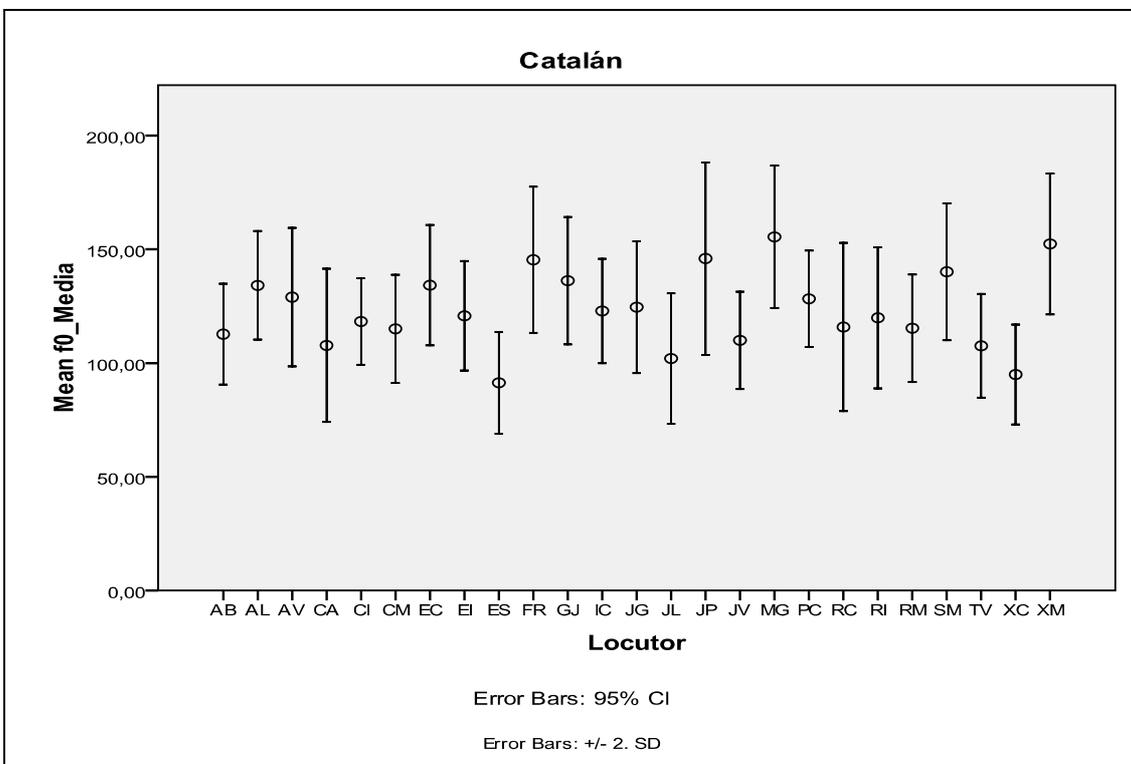
**Figura 3:** Distribución de los valores medios de  $F_0$  para cada locutor reuniendo los datos de las dos lenguas, el español y el catalán. El círculo representa el promedio de todos los valores medios de  $F_0$  y la línea traza la dispersión de todos los valores respecto al valor promedio.

En cuanto al efecto del factor lengua, los resultados muestran que la diferencia entre los valores de la media de  $F_0$  también es estadísticamente significativa (promedio de las medias de 120,80 Hz para el castellano y de 122,03 Hz para el catalán)<sup>17</sup> con un intervalo de confianza del 95% entre las lenguas. Sin embargo, la presencia de una interacción locutor x lengua, con un intervalo de confianza del 95%, indica que la diferencia entre los valores de la media de  $F_0$  en las dos lenguas varía en función del locutor, como se muestra en las figuras 4 y 5 en las que se presentan los datos del español y del catalán, respectivamente. Dicha interacción se comprueba con el análisis intraindividual de los sujetos.

<sup>17</sup> Debe tenerse en cuenta que el análisis GEE compara todos los valores de medias de  $F_0$ , no el promedio de las medias de la  $F_0$ .



**Figura 4:** Distribución de los valores medios de  $F_0$  de cada locutor en español. El círculo representa el promedio de todos los valores medios de  $F_0$  y la línea traza la dispersión de todos los valores respecto al valor promedio.



**Figura 5:** Distribución de los valores medios de  $F_0$  de cada locutor en catalán. El círculo representa el promedio de todos los valores medios de  $F_0$  y la línea traza la dispersión de todos los valores respecto al valor promedio.

En el análisis intralocutor (*MANOVA* con la lengua y la repetición como variables independientes) llevado a cabo para cada locutor, la diferencia de valores de la  $F_0$  media entre repeticiones solo ha resultado significativa en un locutor (4% de los locutores) ( $F(1, 139) = 3,940, p = 0,049$ ); por lo tanto, la variación de la media de  $F_0$  no es significativa ( $F = [0,001 - 3,783]^{18}, p > 0,05$ ) en el 96% de los casos.

Cuando se estima el impacto de la lengua para cada locutor individualmente se observa que en un 24% de los locutores los valores de la media de  $F_0$  varían significativamente según la lengua utilizada ( $F = [4,937 - 27,368], p < 0,005$ ).

En dos locutores se ha observado una interacción entre el factor lengua y el factor repetición: en JG, ( $F(1, 139) = 4,097, p = 0,045$ ), y en JL, ( $F(1, 167) = 4,176, p = 0,043$ ). Se ha repetido el análisis *MANOVA* para estos dos locutores evaluando las dos lenguas por separado y se ha visto que existen diferencias significativas entre las repeticiones en el valor medio de  $F_0$  de JG cuando lee en castellano (promedio de medias de 117,226 Hz en la primera repetición y de 108,074 Hz en la segunda repetición,  $F(1, 70) = 9,425, p = 0,003$ ), pero no cuando lee en catalán (promedio de medias de 124,548 Hz en la primera repetición y de 124,637 Hz en la segunda repetición,  $F(1, 69) = 0,001, p = 0,979$ ); en el caso de JL, la repetición tiende a influir en la media de su  $F_0$  cuando habla en castellano, aunque su efecto no alcanza el umbral de significación (promedio de medias de 103,070 Hz en la primera repetición y de 98,058 Hz en la segunda repetición,  $F(1, 80) = 2,848, p = 0,095$ ) pero no influye en la media de  $F_0$  cuando habla en catalán (promedio de medias de 100,065 Hz para la primera repetición y de 103,757 Hz en la segunda repetición,  $F(1, 87) = 1,477, p = 0,228$ ).

El análisis de los valores medios de  $F_0$  en cada lengua (*MANOVA* con repetición como variable independiente), revela que los valores de la media de  $F_0$  no presentan diferencias significativas entre las dos repeticiones ni en catalán (promedio de medias de 123,921 Hz para la primera repetición y de 124,257 Hz para la segunda,  $F(1, 2628) = 0,153, p = 0,695$ ), ni en castellano (promedio de medias de 121,983 Hz para la primera repetición y de 122,403 Hz para la segunda,  $F(1, 2556) = 0,259, p = 0,611$ ).

---

<sup>18</sup> Los valores de F se encuentran entre el rango de los valores presentados entre los corchetes.

Así pues, la media de la  $F_0$  de los grupos fónicos de los hablantes analizados presenta una variación significativa entre los locutores analizados y dicha variación no se produce cuando se comparan las dos repeticiones intralocutor. Sin embargo, a pesar de que no existen diferencias significativas en la comparación de las repeticiones en ninguna de las dos lenguas, menos de una cuarta parte de los locutores examinados muestran diferencias significativas en los valores de la media de este parámetro cuando cambia de lengua. En la tabla 4 se presentan los resultados más importantes relacionados con el análisis de la media de la  $F_0$ .

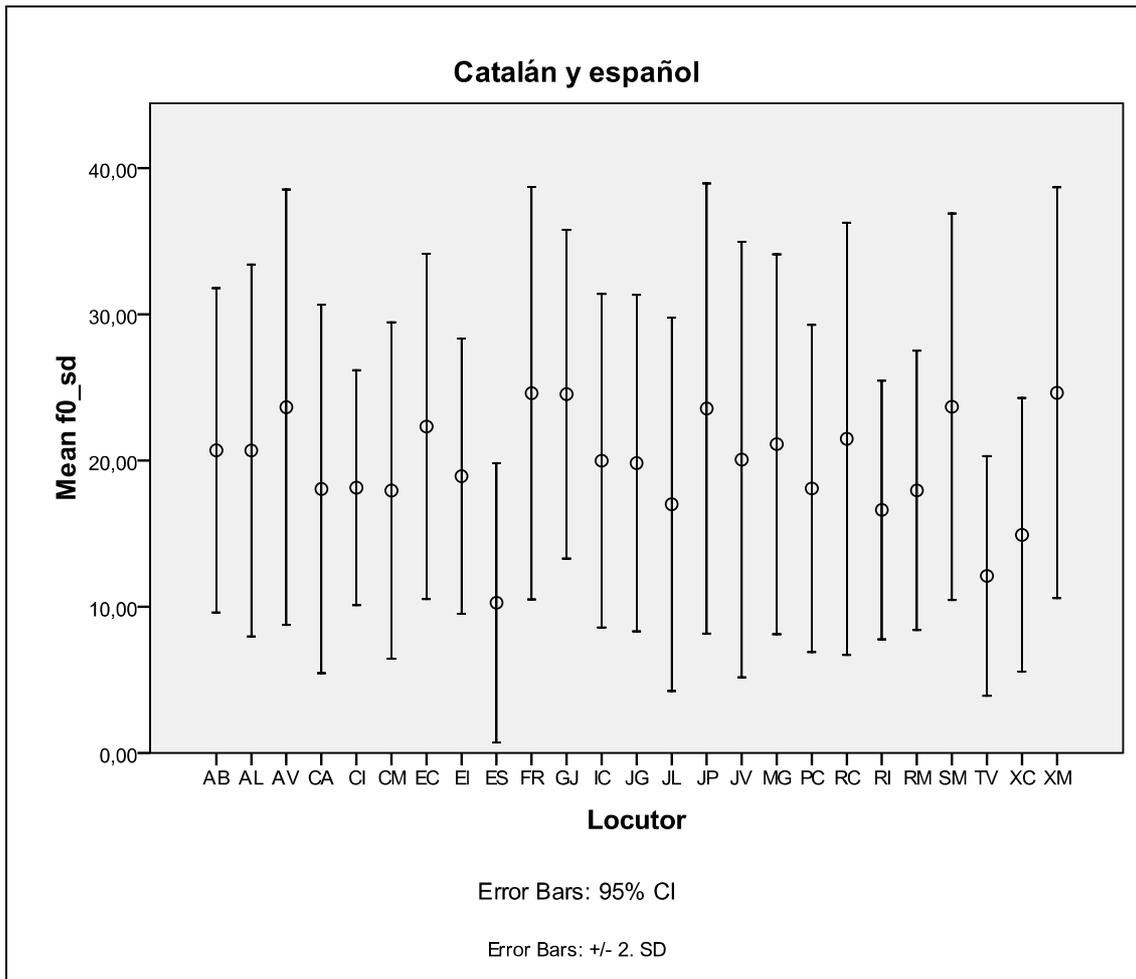
<b>Media de <math>F_0</math></b>	
<b>Diferencia interlocutor significativa</b>	98,33% (del total de comparaciones)
<b>Diferencia interlocutor no significativa</b>	1,67% (del total de comparaciones)
<b>Diferencia intralocutor significativa</b>	4% (del total de los locutores)
<b>Diferencia intralocutor no significativa</b>	96% (del total de los locutores)
<b>Diferencia interlingüística</b>	Significativa
<b>Diferencia intralingüística</b>	No significativa
<b>Locutores con diferencia intralingüística significativa</b>	24% (del total de los locutores)
<b>Locutores con diferencia intralingüística no significativa</b>	76% (del total de los locutores)

**Tabla 4: Resumen de los resultados más relevantes obtenidos del análisis de la media de  $F_0$ .**

#### **4.2. Análisis de desviación estándar de $F_0$**

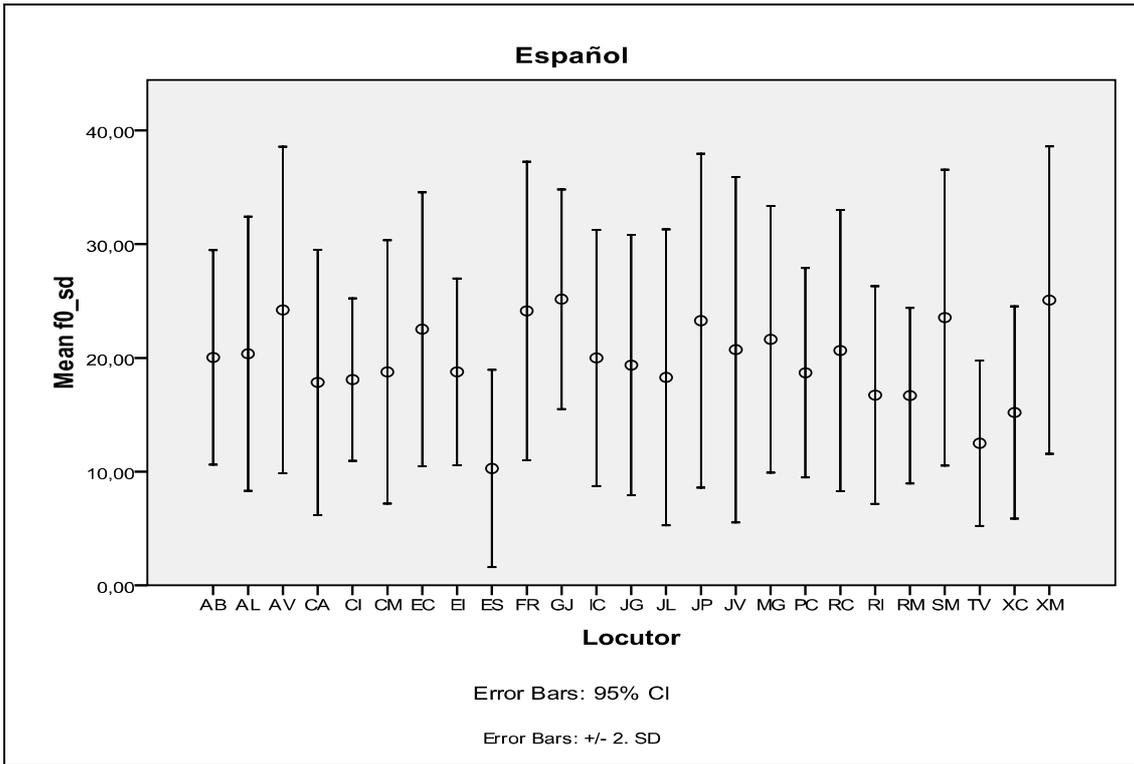
Los resultados del análisis GEE también muestran un efecto de las variables locutor ( $df = 24$ ,  $p = 0,000$ ) y lengua ( $df = 1$ ,  $p = 0,000$ ) y una interacción entre ambas variables en los valores de la desviación estándar de la  $F_0$  ( $df = 24$ ,  $p = 0,000$ ).

En este caso, las comparaciones realizadas entre pares de locutores muestran una diferencia significativa ( $p < 0,005$ ), con un intervalo de confianza del 95%, en el 95% de los casos. Se pueden observar dichas diferencias en el gráfico correspondiente a la figura 6, en el cual se muestra la distribución de los valores de la desviación estándar de la  $F_0$  de cada locutor obtenidos a partir de los datos tanto del español como del catalán.

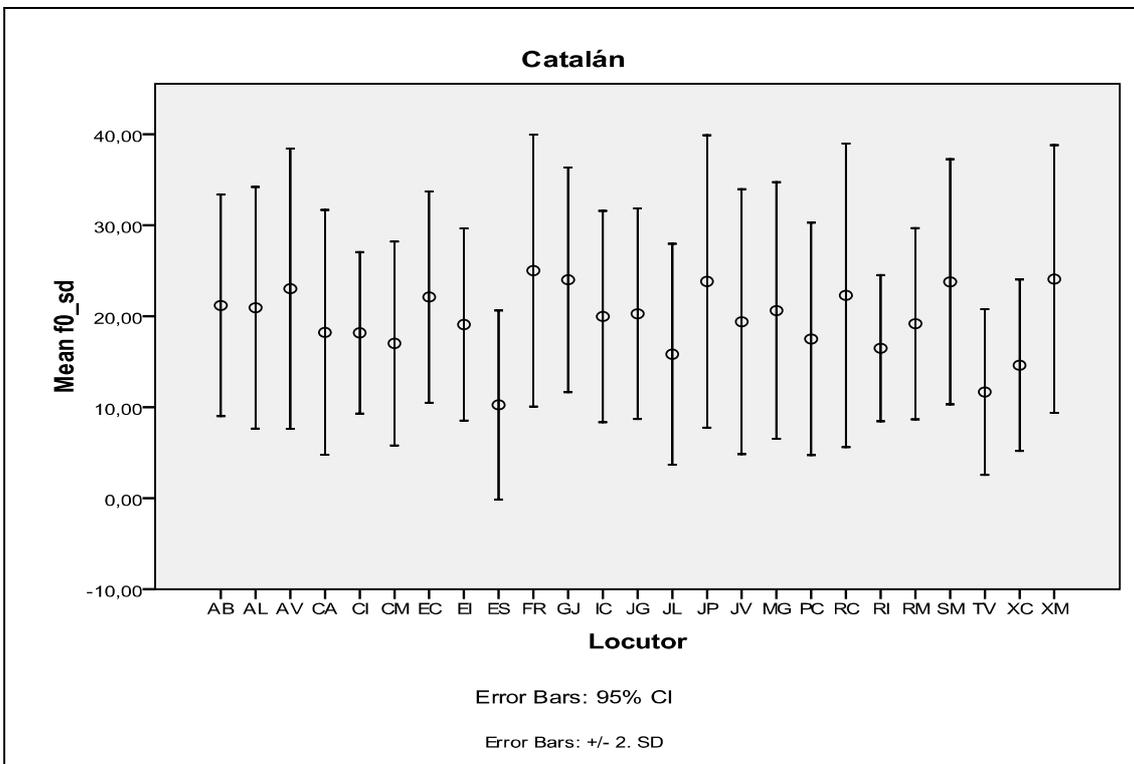


**Figura 6: Distribución de los valores de la desviación estándar de  $F_0$  de cada locutor en español y en catalán conjuntamente. El círculo representa el promedio de todos los valores de la desviación estándar de  $F_0$  y la línea traza la dispersión de todos los valores respecto al valor promedio.**

La diferencia entre los valores de la desviación estándar de la  $F_0$  también es estadísticamente significativa entre las dos lenguas analizadas (promedio de desviaciones estándar de 19,3365 Hz para el castellano y de 19,1890 Hz para el catalán), con un intervalo de confianza del 95%. No obstante, la existencia de una interacción entre las variables locutor y lengua, con un intervalo de confianza del 95%, indica que la diferencia entre los valores de la desviación estándar de  $F_0$  en las dos lenguas varía en función del locutor, tal y como se observa en las figuras 7 y 8, en las que se presentan los datos del español y del catalán, respectivamente. Esta interacción se comprueba con el análisis individual de los locutores.



**Figura 7: Distribución de los valores de la desviación estándar de  $F_0$  para cada locutor en español. El círculo representa el promedio de todos los valores de la desviación estándar de  $F_0$  y la línea traza la dispersión de todos los valores respecto al valor promedio.**



**Figura 8: Distribución de los valores de la desviación estándar de  $F_0$  para cada locutor en catalán. El círculo representa el promedio de todos los valores de la desviación estándar de  $F_0$  y la línea traza la dispersión de todos los valores respecto al valor promedio.**

Los resultados del análisis individual llevado a cabo mediante el método *MANOVA* (§ 3.3.2) no muestran, en general, un efecto de las variables independientes repetición y lengua ni de la interacción entre ambas en los valores de la desviación estándar de la  $F_0$ .

La diferencia de valores de la desviación estándar de  $F_0$  entre repeticiones solo ha resultado significativa en un locutor (4% de los locutores) ( $F(1, 178) = 4,056$ ,  $p = 0,046$ ); así pues, la variación de la desviación estándar de  $F_0$  no es significativa ( $F = [0 - 4,056]$ ,  $p > 0,05$ ) en el 96% de los locutores.

Cuando la estimación del efecto de la variable lengua en los valores de la desviación estándar se realiza para cada locutor individualmente a través del método *MANOVA*, el impacto solo resulta significativo ( $F = [5,136 - 13,901]$ ,  $p < 0,005$ ) en el 12% de los locutores.

En un locutor, JG, se ha observado una interacción entre el factor lengua y el factor repetición para la desviación estándar de  $F_0$  ( $F(1, 139) = 5,670$ ,  $p = 0,019$ ). Se ha repetido el mismo análisis *MANOVA* evaluando las dos lenguas por separado y se ha visto que existen diferencias significativas entre las repeticiones en la desviación estándar en castellano (promedio de desviaciones estándar de 21,472 Hz para la primera repetición y de 17,686 Hz en la segunda repetición,  $F(1, 70) = 8,608$ ,  $p = 0,005$ ), pero no en catalán (promedio de desviaciones estándar de 19,917 Hz para la primera repetición y de 20,630 Hz para la segunda repetición,  $F(1, 69) = 0,267$ ,  $p = 0,607$ ).

Como en el caso de la media de  $F_0$ , el análisis individual para cada lengua (*MANOVA* con repetición como variable independiente) no muestra diferencias estadísticamente significativas ni en catalán (promedio de desviación estándar de 19,776 Hz y de 19,807 Hz,  $F(1, 2628) = 0,011$ ,  $p = 0,915$ ) ni en castellano (promedio de desviación estándar de 19,783 Hz y de 19,892 Hz,  $F(1, 2556) = 0,60$ ,  $p = 0,689$ ).

Los resultados explicados confirman que la desviación estándar de los grupos fónicos de los locutores, al igual que la media de la  $F_0$ , también muestra una variación significativa entre los locutores analizados y esta variación no se muestra cuando se

comparan las dos repeticiones intralocutor. En este caso, a pesar de que no se observan diferencias significativas entre los valores de la desviación estándar de la  $F_0$  cuando se comparan las dos repeticiones en el análisis intralingüístico, solo el 12% de los locutores presenta diferencias significativas en función de la lengua utilizada. En la tabla 5 se resumen los resultados más relevantes relacionados con la desviación estándar de la  $F_0$ .

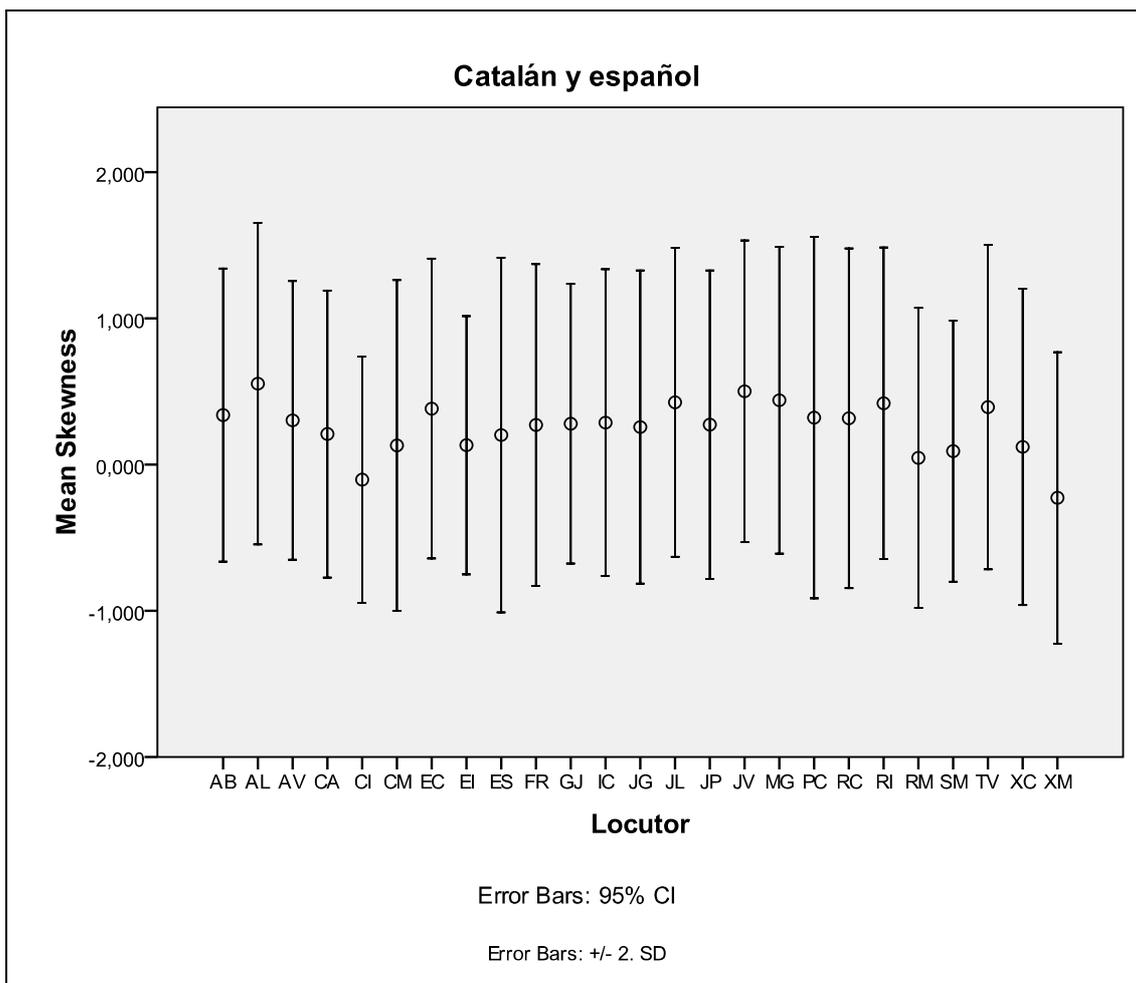
Desviación estándar de $F_0$	
Diferencia interlocutor significativa	95% (del total de comparaciones)
Diferencia interlocutor no significativa	5% (del total de comparaciones)
Diferencia intralocutor significativa	4% (del total de los locutores)
Diferencia intralocutor no significativa	96% (del total de los locutores)
Diferencia interlingüística	Significativa
Diferencia intralingüística	No significativa
Locutores con diferencia intralingüística significativa	12% (del total de los locutores)
Locutores con diferencia intralingüística no significativa	88% (del total de los locutores)

**Tabla 5: Resumen de los resultados más relevantes obtenidos del análisis de la desviación estándar de  $F_0$ .**

### 4.3. Análisis del coeficiente de asimetría de la $F_0$

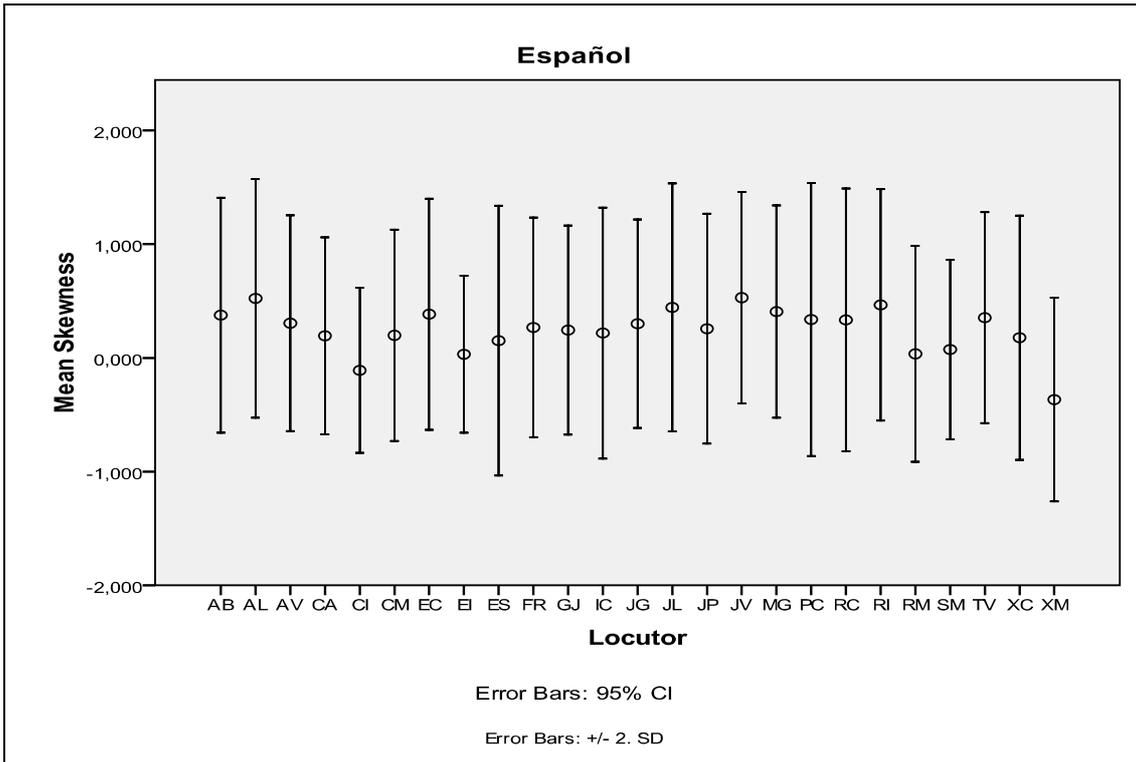
En el caso del coeficiente de asimetría, el análisis GEE realizado para averiguar la variabilidad interlocutor e interlingüística muestra un efecto de la variable locutor ( $df = 24$ ,  $p = 0,000$ ), pero no de la variable lengua ( $df = 1$ ,  $p = 0,973$ ). Sí se observa, sin embargo, una interacción entre ambas variables ( $df = 24$ ,  $p = 0,000$ ).

En lo que se refiere a la variable locutor, en un 93,33% de los casos se ha diferenciado a los locutores en las comparaciones realizadas por parejas mediante las pruebas *post-hoc* ( $p < 0,05$ ) con un intervalo de confianza del 95%. En la figura 9 se muestra gráficamente la distribución de los valores del coeficiente de asimetría de la  $F_0$ , reuniendo los datos de ambas lenguas.

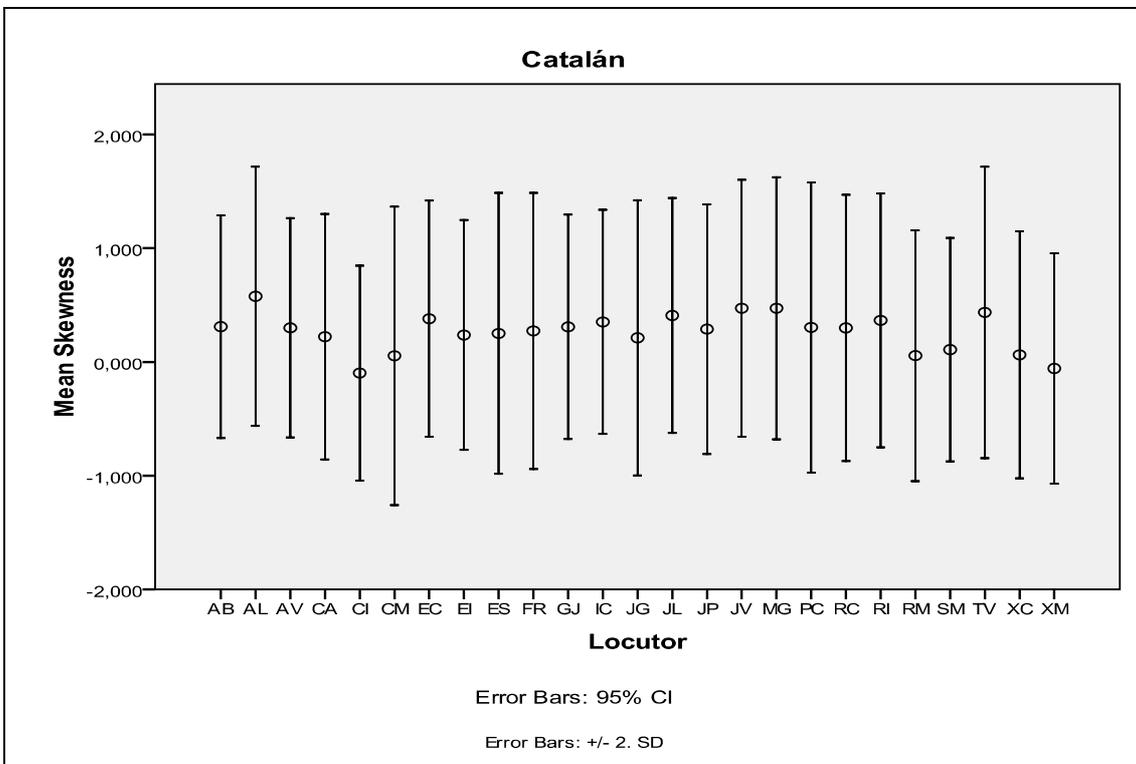


**Figura 9:** Distribución de los valores del coeficiente de asimetría de  $F_0$  de cada locutor en español y en catalán conjuntamente. El círculo representa el promedio de todos los valores del coeficiente de asimetría de  $F_0$  y la línea traza la dispersión de todos los valores respecto al valor promedio.

Según los resultados obtenidos del análisis de la variación interlingüística realizado mediante el método GEE, la variable lengua no ha resultado significativa (promedio de coeficientes de asimetría de 0,25370 Hz para el castellano y de 0,25532 Hz para el catalán) con un intervalo de confianza del 95%. Aún así, la existencia de una interacción de los factores locutor y lengua, con un intervalo de confianza del 95%, indica que la diferencia entre los valores del coeficiente de asimetría de  $F_0$  en las dos lenguas varía en función del locutor, como se muestra en las figuras 10 y 11 en las que se presentan los datos del español y del catalán, respectivamente. Esta interacción se averigua con el análisis intraindividual de los locutores.



**Figura 10:** Distribución de los valores del coeficiente de asimetría de  $F_0$  para cada locutor en español. El círculo representa el promedio de todos los valores del coeficiente de asimetría de  $F_0$  y la línea traza la dispersión de todos los valores respecto al valor promedio.



**Figura 11:** Distribución de los valores del coeficiente de asimetría de  $F_0$  para cada locutor en catalán. El círculo representa el promedio de todos los valores del coeficiente de asimetría de  $F_0$  y la línea traza la dispersión de todos los valores respecto al valor promedio.

Los resultados del análisis individual para cada locutor llevado a cabo mediante el método *MANOVA* (con los factores repetición y lengua como variables independientes) no muestran ningún efecto de la repetición ( $F = [0 - 2,729]$ ,  $p < 0,05$ ) ni de la interacción entre ambas variables en los valores del coeficiente de asimetría de la  $F_0$ .

En cuanto a la influencia de la lengua estimada para cada locutor individualmente, solo en un 8% de los casos ha resultado estadísticamente significativa ( $F = [10,701 - 17,401]$ ,  $p < 0,05$ ).

Respecto al análisis intralingüístico (*MANOVA*), también se observa que las diferencias de los valores del coeficiente de asimetría de la  $F_0$  entre las repeticiones en una misma lengua no son estadísticamente significativas ni en castellano (promedio de coeficientes de asimetría de 0,247 Hz en la primera repetición y de 0,235 Hz en la segunda,  $F(1, 2556) = 0,284$ ,  $p = 0,594$ ) ni en catalán (promedio de coeficientes de asimetría de 0,280 Hz en la primera repetición y de 0,260 en la segunda,  $F(1, 2688) = 1,111$ ,  $p = 0,292$ ).

A modo de resumen, los resultados muestran que los valores del coeficiente de asimetría de la  $F_0$  presentan variaciones significativas si se comparan diferentes locutores, pero no si se considera el mismo locutor. Sin embargo, no se observan variaciones estadísticamente significativas ni en el análisis interlingüístico ni en el análisis intralingüístico. Solo un 8% de los locutores presenta variaciones significativas en los valores del coeficiente de asimetría de su  $F_0$  en función de la lengua. Se presenta un resumen de los resultados más significativos en la tabla 6.

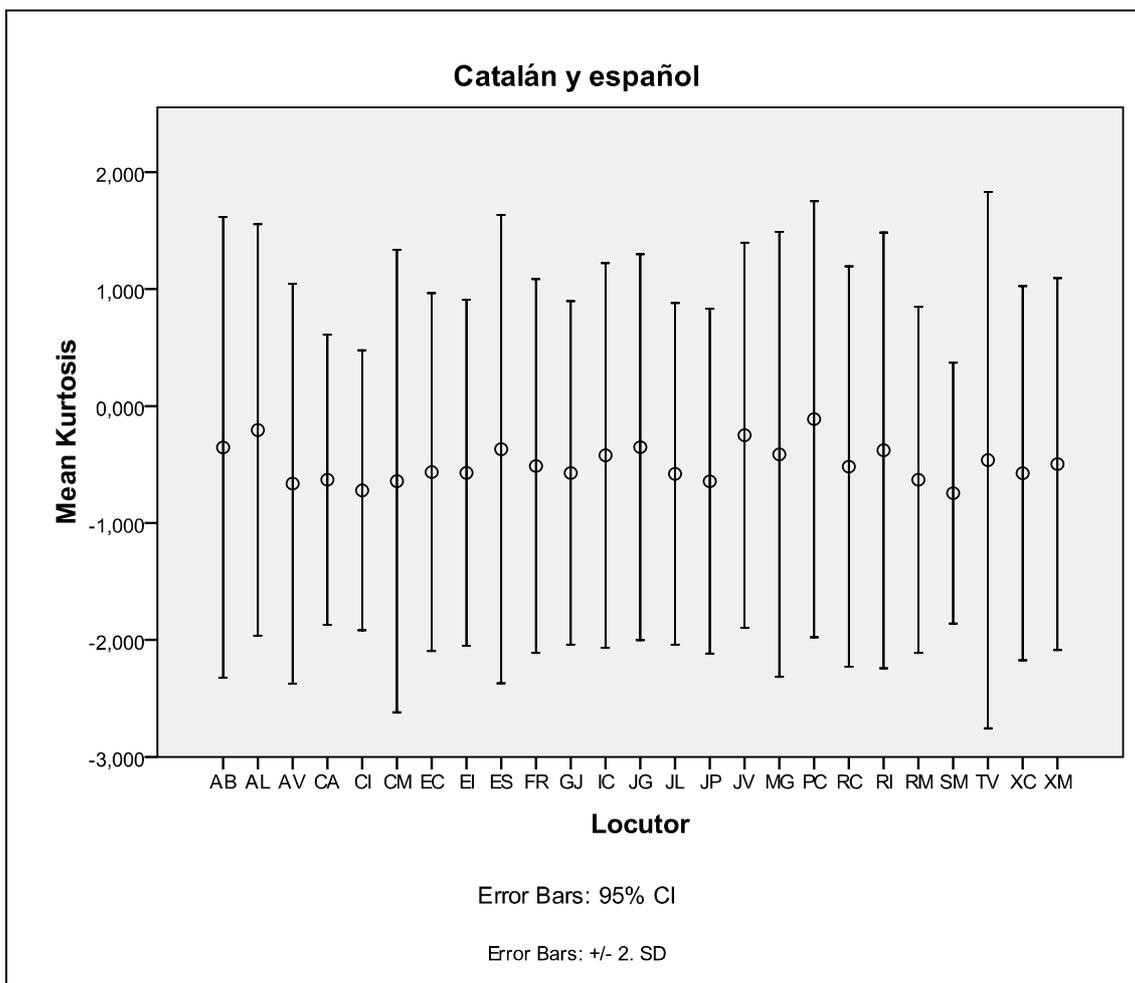
Coeficiente de asimetría de $F_0$	
Diferencia interlocutor significativa	93,33% (del total de comparaciones)
Diferencia interlocutor no significativa	6,67% (del total de comparaciones)
Diferencia intralocutor significativa	0% (del total de los locutores)
Diferencia intralocutor no significativa	100% (del total de los locutores)
Diferencia interlingüística	No significativa
Diferencia intralingüística	No significativa
Locutores con diferencia intralingüística significativa	8% (del total de los locutores)
Locutores con diferencia intralingüística no significativa	92% (del total de los locutores)

**Tabla 6: Resumen de los resultados más relevantes obtenidos del análisis del coeficiente de asimetría de  $F_0$ .**

#### 4.4. Análisis de la curtosis de la $F_0$

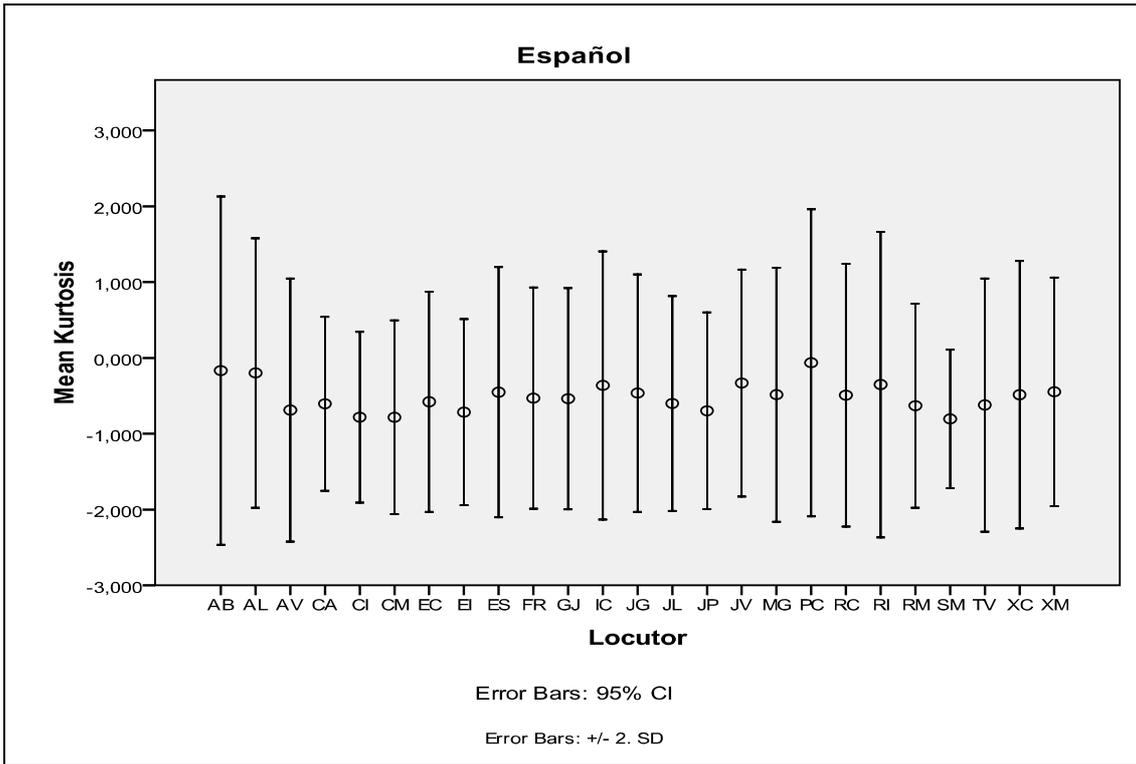
Finalmente, el análisis global de los datos (GEE) muestra que la variación de los valores de la curtosis de  $F_0$  también depende de los factores locutor ( $df = 24$ ,  $p = 0,000$ ) y lengua ( $df = 1$ ,  $p = 0,025$ ) y que existe una interacción entre ambas variables ( $df = 24$ ,  $p = 0,000$ ).

En lo referente al factor locutor, en las comparaciones realizadas entre pares de locutores la diferencia ha resultado significativa, con un intervalo de confianza del 95%, en un 93,00% de los casos. La figura 12 representa gráficamente esta diferencia entre los locutores, para los datos de ambas lenguas, en la distribución de los valores de la curtosis de la  $F_0$ .

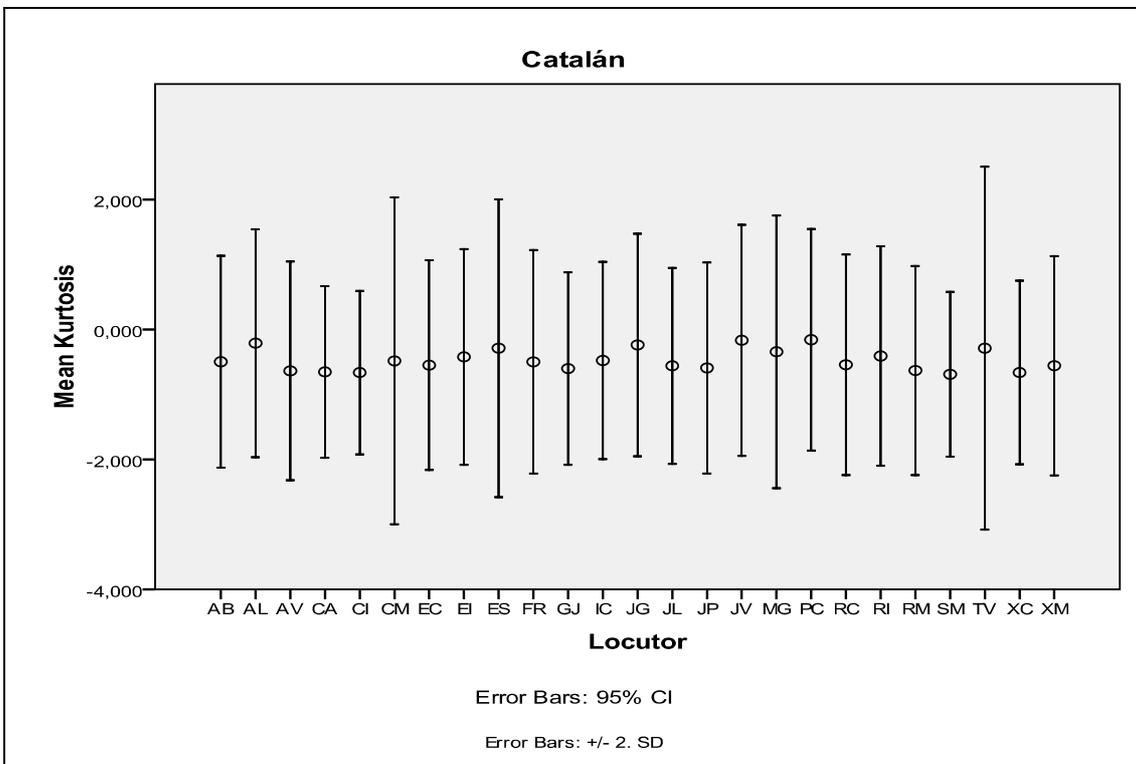


**Figura 12: Distribución de los valores de curtosis de  $F_0$  de cada locutor en español y en catalán conjuntamente. El círculo representa el promedio de todos los valores de curtosis de  $F_0$  y la línea traza la dispersión de todos los valores respecto al valor promedio.**

La variación de los valores de la curtosis de  $F_0$ , en el análisis interlingüístico, depende de la variable lengua (promedio de curtosis de -0,48835 para el castellano y de -0,45629 para el catalán), con un intervalo de confianza del 95%. En este caso la interacción de las variables locutor y lengua, con un intervalo de confianza del 95%, también muestra que la diferencia entre los valores de curtosis de la  $F_0$  en las dos lenguas varía en función del locutor, como se observa en las figuras 13 y 14 que presentan los datos del español y del catalán, respectivamente. Dicha interacción se comprueba con el análisis intraindividual de los sujetos.



**Figura 13: Distribución de los valores de curtosis de  $F_0$  de cada locutor en español. El círculo representa el promedio de todos los valores de curtosis de  $F_0$  y la línea traza la dispersión de todos los valores respecto al valor promedio.**



**Figura 14: Distribución de los valores de curtosis de  $F_0$  de cada locutor en catalán. El círculo representa el promedio de todos los valores de curtosis de  $F_0$  y la línea traza la dispersión de todos los valores respecto al valor promedio.**

En el análisis intralocutor (*MANOVA*), la diferencia de valores de la curtosis de la  $F_0$  entre repeticiones no ha sido estadísticamente significativa ( $F = [0,003 - 1,567]$ ,  $p > 0,05$ ) en ningún caso.

En lo que respecta al análisis intralingüístico, los valores de este parámetro no muestran diferencias significativas entre las dos repeticiones de la misma lengua, ni en el caso del catalán ( $F(1, 2628) = 0,312$ ,  $p = 0, 576$ ) ni del castellano ( $F(1, 2556) = 0,011$ ,  $p = 0,916$ ).

En un 16% de los locutores se ha observado una influencia de la lengua en la variación de los valores de curtosis de su  $F_0$  ( $F = [0,074 - 5,579]$ ,  $p < 0,05$ ).

Por lo tanto los valores de la curtosis de  $F_0$  presentan una variación interlocutor significativa y una variación intralocutor no significativa. Igualmente, en los valores de esta medida no se observa una variación significativa en el análisis intralingüístico. La lengua es un factor que en este caso influye en el 16% de los locutores analizados. La tabla 7 muestra los resultados más importantes relacionados con la curtosis de la  $F_0$ .

Curtosis de $F_0$	
Diferencia interlocutor significativa	93% (del total de comparaciones)
Diferencia interlocutor no significativa	7% (del total de comparaciones)
Diferencia intralocutor significativa	0% (del total de locutores)
Diferencia intralocutor no significativa	100% (del total de locutores)
Diferencia interlingüística	Significativa
Diferencia intralingüística	No significativa
Locutores con diferencia intralingüística significativa	16% (del total de los locutores)
Locutores con diferencia intralingüística no significativa	84% (del total de los locutores)

**Tabla 7: Resumen de los resultados más relevantes obtenidos del análisis de la curtosis de  $F_0$ .**

#### 4.5. Relación entre los valores de la $F_0$ y el uso de las lenguas

A pesar de que la mayoría de los locutores no han presentado diferencias significativas entre los valores de la  $F_0$  en función de la lengua empleada, sí se han observado diferencias en algunos locutores. Se ha considerado la posibilidad de que exista una relación entre las variaciones en los valores de la  $F_0$  en función de la lengua y el uso que el hablante realiza de las dos lenguas. De los 20 locutores que utilizan el catalán y el castellano de forma equilibrada, solamente 4 muestran modificaciones estadísticamente significativas en los valores de la media y de la curtosis de la  $F_0$  al cambiar de lengua y 2 en los valores de la desviación estándar y del coeficiente de asimetría de la  $F_0$ . Sin embargo, de los 5 locutores con tendencia a expresarse en más ocasiones en catalán que en castellano, 2 modifican la  $F_0$  media al cambiar de lengua, 1 varía los valores de la desviación estándar y ningún locutor presenta variaciones significativas entre los valores del coeficiente de asimetría ni de la curtosis de la  $F_0$  en función de la lengua.

Para poder estimar si existe alguna relación entre el uso de las lenguas de estos hablantes y las diferencias en los valores de la media, la desviación estándar, el coeficiente de asimetría y la curtosis de la  $F_0$  se ha realizado una tabla de contingencia para las cuatro medidas analizadas mediante el programa SPSS (versión 17), puesto que este procedimiento permite registrar y analizar la relación entre dos o más variables cualitativas (no numéricas) como son la variable “tipo de hablante” (uso equilibrado o uso dominante) y la variable “variación de  $F_0$ ” (diferencia interlingüística significativa o diferencia interlingüística no significativa). Con el objetivo de realizar el contraste de independencia entre ambas variables, se ha añadido a la configuración de la tabla de contingencia el estadístico chi-cuadrado. La tabla 8 muestra la tabla de contingencia de los datos.

		Variación media de $F_0$		
		Significativa	No significativa	Total
Uso equilibrado	Recuento	4	16	20
	Porcentaje	20%	80%	100%
Uso dominante del catalán	Recuento	2	3	5
	Porcentaje	40%	60%	100%
Total	Recuento	6	19	25
	Porcentaje	24%	76%	100%

		Variación desviación estándar de $F_0$		
		Significativa	No significativa	Total
Uso equilibrado	Recuento	2	18	20
	Porcentaje	10%	90%	100%
Uso dominante del catalán	Recuento	1	4	5
	Porcentaje	20%	80%	100%
Total	Recuento	3	22	25
	Porcentaje	12%	88%	100%
		Variación coeficiente de asimetría de $F_0$		
		Significativa	No significativa	Total
Uso equilibrado	Recuento	2	18	20
	Porcentaje	10%	90%	100%
Uso dominante del catalán	Recuento	0	5	5
	Porcentaje	0%	100%	100%
Total	Recuento	2	23	25
	Porcentaje	8%	92%	100%
		Variación curtosis de $F_0$		
		Significativa	No significativa	Total
Uso equilibrado	Recuento	4	16	20
	Porcentaje	20%	80%	100%
Uso dominante del catalán	Recuento	0	5	5
	Porcentaje	0%	100%	100%
Total	Recuento	4	21	25
	Porcentaje	16%	84%	100%

**Tabla 8:** Tabla de contingencia de las variables “tipo de locutor” y “variación de los valores de la  $F_0$ ”.

Los resultados observados en la tabla de contingencia muestran que en el 20% de los locutores con un uso equilibrado de las lenguas se observan diferencias significativas entre los valores de la media y de la curtosis de la  $F_0$  de las dos lenguas, y que el 10% de estos hablantes presenta diferencias significativas entre los valores de la desviación estándar y del coeficiente de asimetría de la  $F_0$  según la lengua utilizada. Sin embargo, en el caso de los hablantes con tendencia a expresarse en más situaciones en catalán que en castellano, el 40% presenta diferencias significativas al cambiar de lengua entre los valores de la media de  $F_0$ , el 20% manifiesta diferencias entre los valores de la desviación estándar de la  $F_0$  y el 0% entre los valores del coeficiente de asimetría y de la curtosis de este parámetro.

La significación estadística evaluada con el test de chi-cuadrado manifiesta que la diferencia entre ambas proporciones no es significativa en ninguna de las cuatro medidas de la  $F_0$  ( $df = 1$ ,  $p = 0,349$  para la media;  $df = 1$ ,  $p = 0,538$  para la desviación estándar;  $df = 1$ ,  $p = 0,461$  para el coeficiente de asimetría y  $df = 1$ ,  $p = 0,275$  para la curtosis), por lo tanto las variables “tipo de locutor” y “variación de la  $F_0$ ” son independientes.

## 5. Discusión de los resultados y conclusiones

Tal como también señala Kinoshita et al. (2009) en su estudio con hablantes del japonés, la media, la desviación estándar, el coeficiente de asimetría y la curtosis de la  $F_0$  en los grupos fónicos de los locutores analizados son valores en los que, en un porcentaje muy elevado de los casos (entre el 93% y el 98,33%), la variación interlocutor es mayor que la variación intralocutor, cuando los hablantes se expresan en la misma lengua, en este caso, en catalán o en castellano. Esta investigación, por lo tanto, confirma los datos de Cicres (2007) para el catalán y de Albalá et al. (2008) para el castellano, puesto que pone de manifiesto que es posible contribuir a establecer la individualidad de la voz de las personas en ambas lenguas a partir de los valores de su  $F_0$ . Además aporta la primicia de que dicha individualidad puede determinarse aunque se trate de hablantes bilingües de catalán y de castellano.

En cuanto al efecto de la lengua en los valores de la  $F_0$  de este tipo de hablantes, únicamente se han observado diferencias significativas en algunos locutores. La media de  $F_0$  presenta variabilidad en sus valores debida al cambio de lengua en el 24% de los locutores, mientras que la lengua influye en los valores de la desviación estándar, el coeficiente de asimetría y la curtosis de  $F_0$  en un porcentaje menor de los locutores, el 12%, el 8% y el 16%, respectivamente. En estos casos, la variabilidad interlingüística es mayor que la variabilidad intralingüística y, como consecuencia, no es posible establecer la individualidad de la voz de estos hablantes sin tener en cuenta la lengua en la que se expresan. No obstante, según los resultados alcanzados en este estudio, entre el 76% y el 96% de los locutores, en función de la medida analizada, no presenta variaciones en los valores de la  $F_0$  cuando cambia de lengua.

Por lo tanto, los resultados de este trabajo no confirman los datos de Rouas et al. (2003) para el inglés, el alemán, el francés, el español, el mandarín, el vietnamita, el japonés, el coreano, el tamil y el persa, puesto que, en contra de los resultados obtenidos en la presente investigación, en la mayoría de los hablantes de estas lenguas, la variación interlingüística es significativamente mayor que la variación intralingüística. Podría pensarse que se han obtenido resultados diferentes a los presentados por Rouas et al. (2003) a causa de la similitud fonética entre el catalán y el castellano, frente al

análisis de lenguas tipológicamente alejadas y con hablantes monolingües que se realiza en Rouas et al. (2003). Sin embargo, teniendo en cuenta que Luengo et al. (2008) obtienen resultados similares a los del presente estudio en hablantes de lenguas tipológicamente muy distintas, es más probable que la diferencia de los resultados se deba a que la  $F_0$  está más relacionada con las particularidades del hablante que con las características de la lengua. Así pues, la media, la desviación estándar, el coeficiente de asimetría y la curtosis de  $F_0$  favorecen la determinación de la individualidad de los hablantes bilingües de catalán y de castellano independientemente de la lengua utilizada, aunque en un porcentaje menos elevado (entre el 76% y el 96%) que cuando se determina en la misma lengua.

No ha sido posible establecer una relación entre el uso de las lenguas de los sujetos analizados y las diferencias en los valores de la  $F_0$  en función de la lengua empleada, puesto que las diferencias entre las dos proporciones no han resultado estadísticamente significativas, aunque los hablantes con dominancia catalana mantienen los mismos valores de  $F_0$  al cambiar de lengua en un porcentaje mayor que los hablantes con un uso equilibrado de las lenguas. Dicha variación podría deberse a que, como ya mencionaba Baetens (1989), las modificaciones que los hablantes con un grado de bilingüismo equilibrado llevan a cabo en sus mecanismos de producción de los sonidos cuando emplean una u otra lengua inciden en las características acústicas de la voz y pueden provocar variaciones en los correlatos acústicos de los elementos suprasegmentales .

Es importante especificar que se ha llegado a las conclusiones que se resumen a continuación a partir de los datos obtenidos en las condiciones en las que se ha realizado este trabajo. Por lo tanto, debe tenerse en cuenta que los resultados hacen referencia a 25 locutores profesionales masculinos, hablantes bilingües de catalán y de castellano con una competencia equilibrada en ambas lenguas y con un uso de las dos lenguas también equilibrado o con dominancia catalana. No se debe olvidar que los datos se refieren a la lectura de noticias y que las medidas se han tomado de los grupos fónicos realizados por los locutores.

A modo de resumen, es posible concluir que la media, la desviación estándar, el coeficiente de asimetría y la curtosis de la  $F_0$  contribuyen a la determinación de la

individualidad de los hablantes bilingües equilibrados de catalán y de castellano cuando emplean la misma lengua e incluso, aunque en un porcentaje menor, independientemente de la lengua utilizada, puesto que la variación interlocutor es significativamente mayor que la variación intralocutor. No obstante, solo en una minoría de los locutores dichos valores varían significativamente al cambiar de lengua; por lo tanto, la media, la desviación estándar, el coeficiente de asimetría y la curtosis de la  $F_0$  no contribuyen de forma fiable a la determinación de la lengua utilizada por los hablantes bilingües equilibrados de catalán y de castellano. Consecuentemente, parece que al igual que sucede con los resultados del estudio realizado por Luengo et al. (2008) sobre hablantes bilingües de euskera y de español, las variaciones existentes en los valores de las cuatro medidas estudiadas de la  $F_0$  están más relacionadas con el factor locutor que con la variable lengua.

En estudios posteriores se intentará completar esta investigación aplicando la misma metodología al estudio de otros parámetros acústicos susceptibles de ser relevantes para caracterizar la voz de los individuos y la lengua utilizada mencionados en el primer capítulo de este trabajo, como los formantes superiores, para comprobar el efecto que puede producir en ellos el cambio de lengua por parte de hablantes bilingües equilibrados de catalán y de castellano.

## 6. Referencias

- Abberton, E., y Fourcin, A. (1978). "Intonation and speaker identification". *Language and Speech*, 21(4), 305-318.
- Albalá, M. J., Battaner, E., Carranza, M., De la Mota, C., Gil, J., Llisterri, J., Machuca, M. J., Madrigal, N., Marquina, M., Marrero, V., Riera, M. y Ríos, A. (2008). "VILE: Análisis estadístico de los parámetros relacionados con el grupo de entonación". *Language and Design. Journal of Theoretical and Experimental Linguistics, Special Issue 2: Experimental Prosody*(2), 15-22.
- Altenberg, E. y Ferrand, C. (2006). "Fundamental frequency in monolingual English, bilingual Russian/English, bilingual Chinese/English, young adult women". *Journal of Voice*, 20, 89-96.
- Appel, R. y Muysken, P. (1987). *Language Contact and Bilingualism*. London: Edward Arnold. Trad. cast. de A. M. Lorenzo Suárez; C. I. Bouzada Fernández. *Bilingüismo y contacto de lenguas*. Barcelona: Ariel (Ariel Lingüística), 1996.
- Baetens Beardsmore, H. (1982). *Bilingualism: Basic Principles*. Clevedon: Multilingual Matters Ltd. Trad. cat. de M. Aragay. *Principis bàsics del bilingüisme*. Barcelona: La Magrana (Els Orígens, 24), 1989.
- Baker, C. (1993). *Foundations of Bilingual Education and Bilingualism*. Clevedon: Multilingual Matters Ltd. Trad. cast. de A. Alonso-Cortés. *Fundamentos de educación bilingüe y bilingüismo*. Madrid: Cátedra, 1997.
- Baldwin, J. y French, P. (1990). *Forensic Phonetics*. London: Pinter.

- Battaner, E., Carbó, C., Gil, J., Llisterri, J., Machuca, M. J., Madrigal, N., Marrero, V., de la Mota, C., Riera, M. y Ríos, A. (2003). “VILE: Estudio acústico de la variación inter e intralocutor en español”. *Actas del II Congreso de la Sociedad Española de Acústica Forense* (pp. 59-70). Barcelona: Sociedad Española de Acústica Forense.
- Battaner, E., Carbó, C., Gil, J., Llisterri, J., Machuca, M. J., Madrigal, N., Marrero, V., de la Mota, C. y Ríos, A. (2004). “VILE: Estudio acústico de la variación inter e intralocutor”. *Actas del VI Congreso de Lingüística General* (pp. 512-514). Santiago de Compostela: Área de Lingüística Xeral, Universidade de Santiago de Compostela.
- Bloomfield, L. (1933). *Language*. New York: Henry Holt and Co. Trad. cat. de G. Ferrater. *El llenguatge*. Barcelona: Seix Barral, 1978.
- Boersma, P. y Weenink, D. (2008). Praat: doing phonetics by computer [Windows Vista]. Versión 5.0.32. URL <http://www.praat.org>
- Braun, A. y Köster, J. P. (1995). *Studies in Forensic Phonetics*. Trier: Wissenschaftlicher Verlag (Beiträge zur Phonetik und Linguistik, 64).
- Brooks, N. (1960). *Language and Language Learning: Theory and Practice*. New York: Harcourt Brace.
- Bruyninckx, M., Harmegnies, B., Llisterri, J. y Poch, D. (1994). “Language-induced voice quality variability in bilinguals”. *Journal of Phonetics*, 22, 19-31.
- Catalunya. (2006). *L'Estatut d'Autonomia de Catalunya*. Barcelona: Centre d'Estudis Adams.
- Cicres, J. (2003). “Estudi pilot d'identificació de parlants amb finalitat forense”. *Papers de l'IULA, Sèrie Monografies*, 7.

- Cicres, J. (2004). *Anàlisi de la veu amb finalitat forense* (Projecte de tesi doctoral). Universitat Pompeu Fabra, Barcelona.
- Cicres, J. (2007). *Aplicació de l'anàlisi de l'entonació i de l'alineació tonal a la identificació de parlants en fonètica forense* (Tesi doctoral). Universitat Pompeu Fabra, Barcelona.
- Cicres, J. y Turell, M. T. (2005). "Short and long-term variation in intonation patterns: a preliminary study for speaker identification". *7th Biennial Conference on Forensic Linguistics/Language and Law*. Cardiff: Cardiff University.
- Clyne, M. (1972). *Perspectives on Language Contact: Based on a Study of German in Australia*. Melbourne: The Hawthorn Press.
- Diebold, R. (1964). "Incipient bilingualism". *Language in Culture and Society: a Reader in Linguistics and Anthropology* (pp. 495-511). New York: Harper & Row.
- Dornic, S. (1978). "The bilingual's performance: language dominance, stress and individual differences". *Language Interpretation and Communication* (pp. 259-271). New York: Plenum Press.
- Ferguson, C. (1959). Diglossia. *Word*, 15, 325-340.
- Fishman, J. A. y Cooper, R. L. (1971). "The interrelationships and utility of alternative bilingualism measures". *Language Use and Social Change* (pp. 126-142). London: Oxford University Press.
- Gfroerer, S. y Wagner, I. (1995). "Fundamental frequency in forensic speech samples". *Beiträge zur Phonetik und Linguistik*, 64, 41-48.
- González Hautamäki, R. (2005). *Fundamental Frequency Estimation and Modelling for Speaker Recognition* (Master's Thesis). University of Joensuu, Joensuu.

- Grosjean, F. (1982). *Life with Two Languages. An Introduction to Bilingualism*. Cambridge: Harvard University Press.
- Harmegnies, B., Bruyninckx, M., Llisterri, J. y Poch, D. (1989). "Effects of language change on voice quality. An experimental contribution to the study of the Catalan-Castilian case". *European Conference on Speech Communication and Technology* (Vol. 2, pp. 489-492). Paris: CEP Consultants Ltd.
- Harmegnies, B. y Landercy, A. (1985). "Language features in the long term average spectrum". *Revue de Phonétique Appliquée*, 73-75, 69-80.
- Harmegnies, B., Landercy, A. y Bruyninckx, M. (1987). "An experimental in interlanguages speaker recognition using the SDDD index". *Proceedings of the XIth International Congress of Phonetic Sciences* (Vol. 2, pp. 241-244). Estonia: Academy of Sciences of the Estonian SSR.
- Haugen, E. (1953). *The Norwegian Languages in America*. Philadelphia: University of Pennsylvania Press.
- Haugen, E. (1956). *Bilingualism in the Americas: A Bibliography and Research Guide*. (Vol. 26). Alabama: Publications of the American Dialect Society.
- Hawkins, P. R. (1971). The syntactic localization of hesitation pauses. *Language and Speech*, 14, 277-288.
- Hoffmann, C. (1991). *An Introduction to Bilingualism*. London: Logman (Logman Linguistics Library).
- Hollien, H. (1990). *The Acoustics of Crime. The New Science of Forensic Phonetics*. New York: Kluwer Academic-Plenum Publishers (Applied Psycholinguistics and Communication Disorders).

Institut d'Estadística de Catalunya. (2008). *Enquesta d'usos lingüístics de la població 2008*. URL

[http://www.gencat.cat/docs/Llengcat/Documents/Dades\\_territori\\_poblacio/Altres/Arxius/EULP2008.pdf](http://www.gencat.cat/docs/Llengcat/Documents/Dades_territori_poblacio/Altres/Arxius/EULP2008.pdf)

Jackson-Menaldi, M. (2005). *La voz normal*. Buenos Aires: Médica Panamericana.

Kinoshita, Y., Ishihara, S. y Rose, P. (2009). "Exploring the discriminatory potential of F<sub>0</sub> distribution parameters in traditional forensic speaker recognition". *The International Journal of Speech, Language and the Law*, 16(1), 91-111.

Künzel, H. (1997). "Some general phonetic and forensic aspects of speaking tempo". *Forensic Linguistics*, 4(1), 48-84.

Künzel, H. (2000). "Effects of voice disguise on speaking". *Forensic Linguistics*, 7(2), 149-179.

Kuwabara, H. y Sagisaka, Y. (1995). "Acoustic characteristics of speaker individuality: control and conversion". *Speech Communication*, 16, 165-173.

LaRiviere, C. (1975). "Contribution of fundamental frequency and formant frequencies to speaker identification". *Phonetica*, 31, 185-197.

Lastra, Y. y Martín Butragueño, P. (2005). "La tematización en los materiales sociolingüísticos de la ciudad de México". *Memorias del XIV Congreso de ALFAL, Dialectología y sociolingüística* (Vol. 1, pp. 86-98). Monterrey: Universidad Autónoma de Nuevo León.

Luengo, I., Navas, E., Sainz, I., Saratxaga, I., Sánchez, J., Odriozola, I. y Hernáez, I. (2008). "Identificación de locutores en entornos multilingües". *IV Jornadas de Reconocimiento Biométrico de Personas* (pp. 1539-1544). Bilbao: Universidad del País Vasco.

- Mackey, W. F. (1957). "The description of bilingualism". *Journal of the Canadian Linguistic Association*, 7, 51-85.
- Mackey, W. F. (1968). "The description of bilingualism". *Readings in the Sociology of Language* (pp. 554-584). The Hague: Mouton.
- Marouzeau, J. (1961). *Lexique de la terminologie linguistique français, allemand, anglais*. Paris: Librairie Orientaliste Paul Genthner. (Primera publicación en 1943).
- Martínez Daudén, G. y Llisterri, J. (1990). "Phonetic interference in bilingual speakers learning a third language: the production of lateral consonants". *9th World Congress of Applied Linguistics* (p. 13). Thessaloniki: The International Association of Applied Linguistics. Servicio de Reproducción de Documentos ERIC No. ED 324 909.
- Martínez, C. (2005). *Estadística y muestreo*. Bogotá: ECOE Editores (Textos Universitarios).
- Navarro Tomás, T. (1974). *Manual de entonación española*. Madrid: Guadarrama. (Primera publicación en 1944).
- Nolan, F. (1983). *The Phonetic Bases of Speaker Recognition*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Nolan, F. (2002). "Intonation in speaker identification: An experiment on pitch alignment features". *Forensic Linguistics*, 9(1), 1-21.
- Prieto, P. (2002). *Entonació: models, teoria, mètodes*. Barcelona: Ariel. (Ariel Lingüística)
- Quilis, A. (1993). *Fonética acústica de la lengua española*. Madrid: Gredos. (Primera publicación en 1981).

- Rebollo, L. (1997). "Pausas y ritmo en la lengua oral. Didáctica de la pronunciación". *El español como lengua extranjera: del pasado al futuro. Actas del VIII Congreso Internacional de la Asociación para la Enseñanza del Español como Lengua Extranjera* (pp. 667-676). Alcalá de Henares: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alcalá.
- Romaine, S. (1995). *Bilingualism. Language in Society*. Oxford: Basil Blackwell. (Primera publicación en 1989).
- Rose, P. (1996). "Speaker verification under realistic forensic conditions". *Proceedings of the 6th Australian International Conference on Speech Science and Technology* (pp. 109-114). Canberra: Australian Speech Science and Technology Association.
- Rose, P. (2002). *Forensic Speaker Identification*. London: Taylor & Francis (Taylor & Francis Forensic Science Series).
- Rouas, J., Farinas, J., Pellegrino, F. y André-Obrecht, R. (2003). "Modelling prosody for language identification on read and spontaneous speech". *International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing* (Vol. 1, pp. 40-43). Hong Kong.
- Schiller, N. O., Köster, O. y Duckworth, M. (1997). "The effect of removing linguistic information upon identifying speakers of a foreign language". *Forensic Linguistics*, 4(1), 1-17.
- SPSS, I. (2003). *SPSS Modelos avanzados 12.0*. Ireland.
- SPSS, I. (2007). *SPSS Advanced Models 16.0*. Chicago.
- Stevens, K. (1971). "Sources of inter- and intra-speaker variability in the acoustic properties of speech sounds". *Proceedings of the 7th International Congress of Phonetic Sciences* (pp. 206-227). The Hague: Mouton.

Tabachnick, B. G. y Fidell, L. S. (1996). *Using Multivariate Statistics*. New York: Harper Collins.

Weinreich, U. (1968). *Languages in Contact*. The Hague: Mouton. (Primera publicación en 1953).

Yamazawa, H. y Hollien, H. (1992). "Speaking fundamental frequency patterns of Japanese women". *Phonetica*, 49(2), 128-140.

Zetterholm, E. (2003). "The same but different - three impersonators imitate the same target voices". *Proceedings of the 15th International Congress of Phonetic Sciences* (pp. 2205-2208). Barcelona.

## **7. Anexos**

### **7.1. Corpus de grabación**

#### **7.1.1. Versión castellana**

### **<sup>19</sup>Economía suprime la propuesta de ampliar a 25 años la base de cotización de las pensiones**

#### **El Gobierno asegura ahora que solo se trataba de una "simulación"**

El Ministerio de Economía ha corregido el programa de estabilidad 2009-2013 enviado a Bruselas y ha suprimido la propuesta de ampliar en 10 años, hasta 25, el periodo para calcular las pensiones.

Así, en una nota de prensa, Economía precisa que el Gobierno "no ha propuesto ampliar" en 10 años el cómputo de las pensiones de jubilación y asegura que se trataba de una "simulación" que ha podido interpretarse como una propuesta concreta. Por ello, el Gobierno ha remitido esta mañana a la Comisión Europea una corrección a la Actualización del Programa de Estabilidad 2009-2013, aprobado el pasado viernes por el Consejo de Ministros, y ha eliminado "el ejemplo" del documento, y así se ha comunicado a la Comisión Europea.

En el Programa se incluía un apartado final sobre la sostenibilidad de las finanzas públicas a largo plazo que incorporaba "una proyección" sobre el resultado "hipotético" de un retraso en la edad de jubilación y del alargamiento del periodo de cómputo de las pensiones.

No obstante, en la introducción del documento enviado inicialmente a la Comisión Europea, el Ministerio de Economía explicaba que el Gobierno acordó el pasado 29 de enero trasladar a la Comisión del Pacto de Toledo y al Diálogo Social una serie de medidas de "amplio calado".

#### **Recorte del gasto**

Entre estas medidas, además de figurar la ampliación de la edad de jubilación hasta los 67 años, se indicaba textualmente que "se propone ampliar el número de años computados para calcular la pensión", que actualmente es de 15 años.

---

<sup>19</sup> Noticia extraída de la edición en línea de *El Periódico* del 3 de Febrero de 2010, edición en castellano.

Unas páginas más adelante se detallaba la propuesta y se explicaba que para conseguir un recorte del gasto de casi 4 puntos del PIB, junto con la ampliación en dos años de la edad de jubilación, habría que incrementar "en una década" el número de años considerados para calcular la pensión.

Ahora, en el nuevo documento se han suprimido estos cálculos y solo se indica que por cada año que se retrase la edad legal de jubilación se reduce en un punto del PIB el gasto en pensiones y que por cada año que se amplíe el número de años para el cómputo de la pensión se podría obtener una reducción adicional de 0,2 puntos porcentuales. "Ello supondría una mejora muy sustancial del indicador de sostenibilidad que elabora la Comisión Europea", concluye el documento.

### **7.1.2. Versión catalana**

## **<sup>20</sup>Economia suprimeix la proposta d'ampliar a 25 anys la base de cotització de les pensions**

### **El Govern assegura ara que només es tractava d'una "simulació"**

El Ministeri d'Economia ha corregit el programa d'estabilitat 2009-2013 enviat a Brussel·les i ha suprimit la proposta d'ampliar en 10 anys, fins a 25, el període per calcular les pensions.

Així, en una nota de premsa, Economia precisa que el Govern "no ha proposat ampliar" en 10 anys el còmput de les pensions de jubilació i assegura que es tractava d'una "simulació" que s'ha pogut interpretar com una proposta concreta. Per això, el Govern ha remès aquest matí a la Comissió Europea una correcció de l'Actualització del Programa d'Estabilitat 2009-2013 aprovat divendres passat pel Consell de Ministres i ha eliminat "l'exemple" del document, i així s'ha comunicat a la Comissió Europea.

Al programa s'hi inclouïa un apartat final sobre la sostenibilitat de les finances públiques a llarg termini que incorporava "una projecció" sobre el resultat "hipotètic" d'un retard en l'edat de jubilació i de l'allargament del període de còmput de les pensions. No obstant, en la introducció del document enviat inicialment a la Comissió Europea, el

---

<sup>20</sup> Noticia extraïda de la edició en línia de *El Periódico* del 3 de Febrer de 2010, edició en catalán.

Ministeri d'Economia explicava que el Govern va acordar el 29 de gener traslladar a la Comissió del Pacte de Toledo i al Diàleg Social una sèrie de mesures "d'ampli calat".

### **Retallada de la despesa**

Entre aquestes mesures, a més de figurar l'ampliació de l'edat de jubilació fins als 67 anys, s'indicava textualment que "es proposa ampliar el nombre d'anys computats per calcular la pensió", que actualment és de 15 anys.

Unes pàgines més endavant es detallava la proposta i s'explicava que per aconseguir una retallada de la despesa de gairebé quatre punts del PIB, juntament amb l'ampliació en dos anys de l'edat de jubilació, s'hauria d'incrementar "en una dècada" el nombre d'anys considerats per calcular la pensió.

Ara, en el nou document s'han suprimit aquests càlculs i només s'indica que per cada any que s'endarrereixi l'edat legal de jubilació es redueix en un punt del PIB la despesa en pensions i que per cada any que s'ampliï el nombre d'anys per al còmput de la pensió es podria obtenir una reducció addicional de 0,2 punts percentuals. "Això suposaria una millora molt substancial de l'indicador de sostenibilitat que elabora la Comissió Europea", assenyala el document.

## **7.2. Cuestionario sobre el uso de las lenguas de los locutores**

1. Nom i cognom:
2. Telèfon i adreça electrònica:
3. Lloc i any de naixement:
4. Llocs on has residit i durant quant de temps:
5. Llengua que utilitzes a casa :
6. Llengua que utilitzes amb els pares:
7. Llengua que utilitzes amb els amics:
8. Llengua que utilitzes amb els veïns:
9. Llengua que utilitzes a la feina:
10. Llengua de l'ensenyament primari:
11. Llengua de l'ensenyament secundari:
12. Amb quina llengua ets saps el teu número de DNI:
13. Amb quina llengua ets saps el teu número de telèfon:
14. Amb quina llengua comptes mentalment:

- 15. Amb quina llengua mires la televisió:
- 16. Amb quina llengua escoltes la ràdio:
- 17. Amb quina llengua llegeixes el diari:

### **7.3. Cuestionario para la evaluación de la competencia lingüística de los locutores**

#### **7.3.1. Versión catalana**

Test locutors en català:

Subjecte:

Locutor x :

- Et sembla que la persona que escoltes té com a llengua habitual o nativa el català?

Sí No

- Puntua de l'1 al 5 el seu nivell de català:

1 (molt baix) 2 (baix) 3 (correcte/bo) 4 (alt) 5 (molt alt)

- Et sembla que la persona que escoltes té un bon per a ser presentador de ràdio o televisió, actor, portaveu del govern...

Sí No

#### **7.3.2. Versión castellana**

Test locutores en castellano:

Sujeto:

Locutor x:

- ¿La persona que escuchas te parece que es hablante habitual o nativa del español?

Sí No

- Puntúa del 1 al 5 el su nivel de español:

1 (muy bajo) 2 (bajo) 3 (correcto/bueno) 4 (alto) 5 (muy alto)

- ¿Crees que tiene un buen nivel de español para ser presentador de radio o televisión, actor, portavoz del gobierno...?

Sí No

### **7.4. Fragmento del corpus seleccionado para la evaluación de la competencia lingüística de los locutores**

#### **7.4.1. Versión catalana**

##### **Retallada de la despesa**

Entre aquestes mesures, a més de figurar l'ampliació de l'edat de jubilació fins als 67 anys, s'indicava textualment que "es proposa ampliar el nombre d'anys computats per calcular la pensió", que actualment és de 15 anys.

## 7.4.2. Versión castellana

### Recorte del gasto

Entre estas medidas, además de figurar la ampliación de la edad de jubilación hasta los 67 años, se indicaba textualmente que "se propone ampliar el número de años computados para calcular la pensión", que actualmente es de 15 años.

## 7.5. Script utilizado en la segmentación del corpus

El *script* que se presenta a continuación fue creado por Mietta Lennes con el programa Praat. El objetivo de este *script* es crear un archivo *textgrid*, a partir de un archivo de sonido, en el que marca las pausas existentes en la señal, basándose en el análisis de la intensidad.

```
# This script creates a TextGrid object for a LongSound object and sets boundaries at pauses
# on the basis of an intensity analysis.
# The boundaries will be set either in the centre time of a pause or at the beginning
# and end of pauses. In the latter case you can also give a time margin that will be left
# around the sound segments. Use a bigger margin if the pause detection
# does not seem to work accurately. Different amounts of background noise can change the
# ideal pause detection parameters, and different speakers have different pause duration,
# so you should also try to modify the pause detection parameters to improve the accuracy.

# How to run this script:
# 1. Open the Praat program
# 2. Before running the script, you should open a LongSound file (Read menu)
#    and make sure it is selected in the Object window.
# 3. Choose Open script from the Control menu
# 4. Look for this text file.
# 5. Then choose Run from the Run menu of the script window.
#
# This script is distributed under the GNU General Public License.
# Copyright Mietta Lennes 25.1.2002
#
# Fixes:
# - Added checks for existing boundaries and overlapping pause regions. ML 23.1.2006
#chemin
#*****
#*****
# DEFAULT VALUES (initialization of variables)
# The name of the selected LongSound object is put to string soundname$:

form Give the parameters for pause analysis
comment This script marks the pauses in the LongSound to the IntervalTier of the TextGrid.
comment Give the time period you wish to include (The TextGrid will be overwritten!):
real Starting_time_(seconds) 0
real Finishing_time_(0=all) 0
```

```

comment The following criteria define a pause:
positive Minimum_duration_(seconds) 0.6
positive Maximum_intensity_(dB) 59
comment Give the intensity analysis parameters:
    positive Minimum_pitch_(Hz) 100
    integer Time_step_(0=auto) 0
comment Give the window size for the intensity analyses (smaller window requires less memory):
    positive Window_size_(seconds) 20
    choice Boundary_placement 2
    button One boundary at the center of each pause
    button Two boundaries with a time margin of:
    positive Margin_(seconds) 0.1
    comment (The margin will not be used if the pause is shorter than 2 * margin.)
    boolean Mark_pause_intervals_with_xxx 0
comment Save TextGrid file to folder:
    text folder /home/lennes/
    comment The script will pause after calculating 4 windows, so you can interrupt the script and check if
the pause detection works optimally.
endform

soundname$ = selected$ ("LongSound")
To TextGrid... sentence

if fileReadable ("folder$"soundname$'.TextGrid")
    pause The file 'folder$"soundname$'.TextGrid already exists. Do you want to overwrite it?
endif

select TextGrid 'soundname$'
    endofsound = Get finishing time
select LongSound 'soundname$'
    pausenummer = 0
    duration = 0
    count = 0
    loops = 0
    pauses_found = 0
    windowstart = 0
    windowend = 0
    frame = 0
    frames = 0
    time = 0
    intensity = 0
    pausedetected = 0
    pausestart = 0
    pauseend = 0
    pausenummer = 0
    halfpause = 0
# This form prompts for parameters for the pause analysis:
if finishing_time < 0
exit Finishing time must be greater than or equal to zero! (If you give a zero, the whole LongSound will
be analysed.)
endif
if finishing_time = 0
finishing_time = endofsound
endif
*****
*****
# BEGIN
*****
*****

```



```

hasn't been detected yet:
# If below intensity limit, a possible new pause is started if one
elseif pausedetected = 0
    pausestart = Get time from frame... frame
    pauseend = 0
    pausedetected = 1
    pausenumber = pausenumber + 1
# If a detected pause just continues, do nothing special.
endif

#-----
----
# IF PAUSE CRITERIA ARE FULFILLED, ADD A BOUNDARY OR TWO
TO TEXTGRID

if pauseend > 0
    pauseduration = pauseend - pausestart
    if pauseduration >= minimum_duration
        select TextGrid 'soundname$'
        halfpause = pauseduration / 2
        if boundary_placement = 1
            boundary = pausestart + halfpause
            call BoundaryCheck
            if boundaryexists = 0
                Insert boundary... 1 boundary
                latest_endboundary = boundary
            endif
        else
            boundary = 0
            if pauseduration >= (2 * margin)
                if pausestart > margin
                    boundary = pausestart +
margin
                    call BoundaryCheck
                    if boundaryexists = 0 and
boundary > latest_endboundary
                        Insert boundary...
1 boundary
                    endif
                    #If the pause overlaps
                    with the preceding pause, do a merge:
                    if boundary =
latest_endboundary
                        Remove
                    endif
                    endif
                if mark_pause_intervals_with_xxx
                    = 1
                    pauseinterval = Get
                    Set interval text... 1
                endif
                boundary = pauseend - margin
                call BoundaryCheck
                if boundaryexists = 0 and
boundary > latest_endboundary
                    Insert boundary... 1
                    boundary
                    latest_endboundary =
boundary

```

```

                                endif
                                else
                                if pauseend < (endofsound -
margin)                                boundary = pausestart +
halfpause                                call BoundaryCheck
                                if boundaryexists = 0 and
boundary > latest_endboundary                                Insert boundary...
1 boundary                                latest_endboundary = boundary
                                latest_endboundary = boundary
                                endif
                                endif
                                pauseend = 0
                                pauses_found = pauses_found + 1
                                Write to text file... 'folder$"soundname$'.TextGrid
                                endif
                                endif
                                frame = frame + 1
                                # When all frames in the intensity analysis have been looked at, end the frame
loop.                                endwhile
                                #-----
                                select Sound 'windowname$'
                                Remove
                                select Intensity 'windowname$'
                                Remove
                                # END LOOPING THROUGH WINDOWS HERE
                                count = count + 1
                                endwhile
                                select TextGrid 'soundname$'
                                Write to text file... 'folder$"soundname$'.TextGrid
                                echo Ready! The TextGrid file was saved as 'folder$"soundname$'.TextGrid.
                                *****
                                *****

procedure BoundaryCheck
# This procedure checks whether a boundary already exists at a given time (in tier 1).
# Added 23.1.2006
    tmpint = Get interval at time... 1 boundary
    tmpstart = Get starting point... 1 tmpint
    if tmpstart <> boundary
        boundaryexists = 0
    else
        boundaryexists = 1
    endif
endproc

```

## 7.6. Script utilizado en el análisis de la señal

Este *script* fue creado por Sandra Schwab, también mediante el programa Praat. A partir de un archivo de sonido y del *textgrid* correspondiente creado por el *script* anterior (§ 10.6) obtiene los valores de la  $F_0$  de cada grupo fónico marcado en el *textgrid* y calcula la media, la desviación estándar, el coeficiente de asimetría y la curtosis de los valores de  $F_0$  que ha obtenido. El resultado de este *script* es un primer documento con todos los valores calculados y un segundo documento que resume los valores de las 4 medidas mencionadas por cada grupo fónico.

```
# Script creado por Sandra Schwab.

form Input directory name
  comment Enter directory where soundfiles are kept:
  sentence soundDir C:\Users\Montse\TREBALL_RECERCA\dades\
  comment Enter directory where TextGrid files are kept:
  sentence textDir C:\Users\Montse\TREBALL_RECERCA\dades\
  #comment Enter the step size (window duration) for creation of Pitch object
  #comment Remember '0' before decimal point
  #positive step 0.005
endform

resultatsF0$ = "F0_details_250.txt"
resultatsF0Resume$ = "F0_resum_250.txt"

# Reads in a list of files in one of two ways

# by matching patterns

Create Strings as file list... list 'textDir$/*'.TextGrid

# clear the info window

clearinfo

# deletes any existing output file
filedelete 'resultatsF0$'
filedelete 'resultatsF0Resume$'

# Create header for output file

fileappend 'resultatsF0$'
Fichero'tab$'Locutor'tab$'Lengua'tab$'Repeticion'tab$'Grupo_fon'tab$'Time'tab$'F0'tab$'F0_Moy'tab$'F0
_sd'tab$'DiffCube'tab$'DiffQuad'tab$'SumDiffCube'tab$'SumDiffQuad'newline$'
fileappend 'resultatsF0Resume$'
Fichero'tab$'Locutor'tab$'Lengua'tab$'Repeticion'tab$'Grupo_fon'tab$'F0_Media'tab$'F0_sd'tab$'Skewne
ss'tab$'Kurtosis'tab$'F0Max'tab$'F0Min'tab$'ses'tab$'sek'tab$'n'newline$'
# loop that goes through all files, strip extension to get basename

numberOfFiles = Get number of strings
for ifile to numberOfFiles
  select Strings list
  fileName$ = Get string... ifile
```

```

name$ = fileName$ - ".TextGrid"

# Print file X of Y to info window

print 'file' of 'numberOfFiles' 'newline$'

# Reads in sound (wav) and TextGrid (label) files

tgID = Read from file... 'textDir$/'name$.TextGrid
Read from file... 'soundDir$/'name$.wav

#nom du GF
rep$= right$(name$, 1)
cinq_dernier_car$=right$(name$, 5)
leng$=cinq_dernier_car$-rep$
loc$=left$(name$, 2)

#print 'newline$'
#print 'loc$'
#print 'newline$'
#print 'leng$'

gFTID = 1

minF0 = 30
notre_silence_threshold = 0.03
notre_voicing_threshold = 0.5
notre_octave_cost = 0.01
notre_octave_jump_cost = 0.5
notre_voiced_unvoiced_cost = 0.45
maxF0 = 250

select Sound 'name$'
To Pitch (ac)... 0.0125 minF0 15 yes notre_silence_threshold notre_voicing_threshold
notre_octave_cost notre_octave_jump_cost notre_voiced_unvoiced_cost maxF0
pitch = selected("Pitch")

select TextGrid 'name$'
nLabels = Get number of intervals... gFTID

for i to nLabels
select TextGrid 'name$'

label$ = Get label of interval... gFTID i
if label$ != "xxx"

start = Get starting point... gFTID i
stop = Get end point... gFTID i
#duration= stop-start

select pitch
F0Moy= Get mean... start stop Hertz
F0sd = Get standard deviation... start stop Hertz
F0sdCube = F0sd^3
F0sdQuad = F0sd^4
F0Max= Get maximum... start stop Hertz Parabolic

```

```

F0Min= Get minimum... start stop Hertz Parabolic
#F0Integ = F0Moy * duration

frameI=Get frame number from time... 'start'
frameF=Get frame number from time... 'stop'

numberOfFrames=frameF-frameI
iframe=frameI
sumDiffCube=0
diffCube=0
sumDiffQuad=0
diffQuad=0
n=0
while iframe<=frameF
    time = Get time from frame... iframe
    F0 = Get value in frame... iframe Hertz

    if F0 = undefined
        F0=0
    endif

    if F0!=0
        diffCube=(F0-F0Moy)^3
        diffQuad=(F0-F0Moy)^4
    else
        diffCube=0
        diffQuad=0
    endif

    fileappend 'resultatsF0$'
'name$'tab$'loc$'tab$'leng$'tab$'rep$'tab$'label$'tab$'
    fileappend 'resultatsF0$' 'time:4"tab$'
    fileappend 'resultatsF0$' 'F0:3"tab$'
    fileappend 'resultatsF0$' 'F0Moy:3"tab$'
    fileappend 'resultatsF0$' 'F0sd:3"tab$'
    fileappend 'resultatsF0$' 'diffCube:2"tab$'
    fileappend 'resultatsF0$' 'diffQuad:2"tab$'

    sumDiffCube=sumDiffCube+diffCube
    sumDiffQuad=sumDiffQuad+diffQuad

    fileappend 'resultatsF0$' 'sumDiffCube:2"tab$'
    fileappend 'resultatsF0$' 'sumDiffQuad:2"newline$'

    if F0!=0
        n=n+1
    else
        n=n
    endif

    iframe=iframe+1

endwhile

ncalcul=n-1
multSkew=ncalcul*F0sdCube
skew= sumDiffCube/multSkew

```

```

                                multkurt=ncalcul*F0sdQuad
                                kurt=(sumDiffQuad/multkurt)-3

                                ses=((6/n)^0.5)*2
                                sek=((24/n)^0.5)*2

                                fileappend                                'resultatsF0Resume$'
'name$'tab$'loc$'tab$'leng$'tab$'rep$'tab$'label$'tab$'
                                fileappend 'resultatsF0Resume$' 'F0Moy:2'tab$'
                                fileappend 'resultatsF0Resume$' 'F0sd:2'tab$'
                                #fileappend 'resultatsF0Resume$' 'sumDiffCube:2'tab$'
                                fileappend 'resultatsF0Resume$' 'skew:3'tab$'
                                fileappend 'resultatsF0Resume$' 'kurt:3'tab$'
                                fileappend 'resultatsF0Resume$' 'F0Max:2'tab$'
                                fileappend 'resultatsF0Resume$' 'F0Min:2'tab$'
                                fileappend 'resultatsF0Resume$' 'ses:3'tab$'
                                fileappend 'resultatsF0Resume$' 'sek:3'tab$'
                                fileappend 'resultatsF0Resume$' 'n:0'newline$'

                                endif

                                endfor

select pitch
Remove

select Sound 'name$'
plus TextGrid 'name$'

Remove

endfor

select Strings list
Remove

```