

La frecuencia en las fricativas sordas del español de Chile [f, s, x, ʃ].

Un estudio perceptivo.

Luna Urría Espinoza

Pontificia Universidad Católica de Chile

Facultad de Letras

Seminario

Profesor Domingo Román

Santiago, 03 de agosto de 2010

## PRESENTACIÓN

El siguiente corresponde al informe de un trabajo investigativo perteneciente al área de la fonética, específicamente, al de la fonética perceptiva. Por medio de él, se pretende realizar un acercamiento a los distintos sonidos fricativos y sordos que se realizan en el español de Chile, desde la perspectiva de la percepción que de ellos tienen sus hablantes. Las interrogantes que dan origen a esta investigación están dadas por el intento de establecer qué es lo que permite la distinción entre las fricativas sordas; es decir, si existe o no algún rasgo específico de su articulación, que se exprese acústicamente, que permita que un hablante reconozca una fricativa sorda sin confundirla con otra. El rasgo que se tomará en cuenta en esta investigación corresponde a la frecuencia, en relación con los rangos en que se presenta el ruido característico de las fricativas.

## MARCO TEÓRICO

De acuerdo con el momento en que se realiza el análisis de un sonido determinado, la fonética puede desarrollarse en varias sub-áreas, que van desde el instante de la producción de los sonidos (fonética articulatoria), hasta la recepción que estos tienen en el cerebro del oyente (fonética perceptiva), pasando por la manifestación física de estos (acústica) y la recepción fisiológica por parte de los oyentes, a través de órganos específicos (fonética auditiva). De todas estas áreas, para la que se ha desarrollado una menor cantidad de estudios es la de la fonética perceptiva, que para el español es casi inexistente.

Keith Johnson (2003) sistematiza un método para llevar a cabo la investigación desde la perspectiva de la fonética perceptiva, desde el diseño experimental requerido, hasta el procesamiento de los datos. Para esto se utilizan herramientas tales como la similitud, la triangulación y el escalamiento multidimensional. El objetivo es generar un mapa perceptivo de los sonidos de una lengua determinada, a partir de los errores de percepción que pudieran cometer sus hablantes.

El mismo autor se refiere a la percepción de las fricativas en otro capítulo de su libro, pero en él aborda sólo las fricativas de la lengua inglesa. Para el español –y específicamente para el español de Chile- no hay estudios en esta área.

### *Fricativas*

A lo largo de la historia de los estudios en torno a la fonética y la fonología, se presentan variadas definiciones para dar cuenta de las consonantes fricativas. Las más clásicas incluyen a gran parte de los sonidos de una lengua. Es este, por ejemplo, el caso de Samuel Gili Gaya (1958), quien establece –para el español- que en las fricativas “el aire espirado encuentra en

algún punto del canal articulatorio un estrechamiento de los órganos que, sin impedir su salida, le obliga a comprimirse más o menos y a pasar produciendo un ruido de frotación o roce” (p. 130). Según el autor, a diferencia de las oclusivas que son momentáneas, las fricativas son continuas tanto en su articulación como en su percepción y presentan tres tiempos articulatorios: intensión, tensión y distensión, siendo el momento más audible el de tensión. Además, las fricativas pueden determinarse abiertas o cerradas. Debido al último punto, una gama amplia de sonidos queda incluida en la definición de Gili Gaya, tales como [ϕ, β, f, v, θ, ð, s, z, x, γ, h], ya que los diversos puntos de estrechez del tracto vocal y de articulación determinarían la variedad de sonidos pertenecientes a esta categoría, que -de acuerdo con el autor- sería la que contiene un mayor número de sonidos en las distintas lenguas. En relación con el punto de articulación, Gili Gaya señala además que este es “en general menos preciso que el de las oclusivas” (p. 132).

Por otra parte, Antonio Quilis establece que en las fricativas la articulación está dada por el estrechamiento o constricción de dos órganos articulatorios, la que modifica la corriente de aire para dar origen a una fricción turbulenta que es lo más audible de estas consonantes (Quilis, 1993: p. 246). Las presenta como opuestas a las oclusivas según el carácter momentáneo de ellas y el continuo de las fricativas. Otro rasgo articulatorio tiene que ver con que generalmente el velo del paladar permanece adherido a la pared faríngea, por lo que las fricativas corresponden a sonidos orales y no nasales. Quilis, al igual que Gili Gaya, incluye entre las fricativas los alófonos en distribución complementaria de las oclusivas sonoras [b, d, g].

Una definición diferente es la que entregan Johnson (2003), Ladefoged (2005) y Martínez y Fernández (2007). Estos autores concuerdan con la idea de que los sonidos fricativos están caracterizados porque en ellos se produce una corriente de aire turbulento en el tracto vocal

(tomado de Ladefoged y Maddieson). La generación de dicha turbulencia es condición *sine qua non* para considerar que un sonido es fricativo, con lo que se lo diferencia de uno aproximante o de un sonido oclusivo. En cambio, un rasgo como el cierre total de los articuladores supraglóticos para diferenciar fricativas de oclusivas no es suficiente, ya que no permite la distinción entre fricativas y aproximantes, porque en ambas se presenta la formación de un canal estrecho en el tracto vocal por donde pasa una corriente de aire. Por otro lado, existen sonidos que sí requieren de un cierre total en algún punto de los articuladores supraglóticos, sin que por este motivo puedan ser considerados oclusivos; es el caso de las nasales, laterales o vibrantes.

En la pronunciación de las fricativas se debe cumplir con ciertos requisitos articulatorios estrictos que permitan la generación de la turbulencia, lo que no se presenta ni en las oclusivas ni en las aproximantes. Con el fin de demostrar lo anterior, Martínez y Fernández presentan un estudio de velocidad del habla, donde comparan los tiempos de duración del punto máximo de contacto (PMC) de los articuladores que actúan en la pronunciación de [s] y [t] para la secuencia [’asta]. De acuerdo con los valores arrojados, la fricativa se muestra más resistente a los cambios debidos a la velocidad de habla que la oclusiva. Ladefoged y Maddieson otorgan tanta importancia a la precisión del gesto articulatorio que da origen a las fricativas que establecen que “una variación de un milímetro en la posición del objetivo en la parte crucial del tracto vocal establece una enorme diferencia. Tiene que haber un canal formado de una manera muy precisa para que se produzca una corriente de aire turbulento” (Martínez y Fernández, 2007: p. 101).

En el oscilograma las fricativas se observan como una porción de ondas aperiódicas que puede apreciarse con un mayor o menor rango de intensidad y duración, de acuerdo con la fricativa representada. El espectrograma muestra a las fricativas como una mancha gris

distribuida a lo largo de un rango determinado de frecuencias y de modo más o menos uniforme a través del tiempo. En la mancha, horizontalmente, se distingue una franja delgada en un tono más oscuro, correspondiente a los picos de mayor intensidad presentes en cada fricativa. El análisis espectral da cuenta de estas mayores intensidades y permite establecer en qué frecuencias se presentan.

### *Fricativas del español de Chile*

En el español de Chile es posible hallar seis sonidos fricativos. Estos corresponden al fonema /x/ en sus variantes velar [x] y palatal [x̟]; el fonema /f/, en sus variantes labiodental [f] y bilabial [ɸ]; y los fonemas /s/ y /t̪/, en sus realizaciones fricativas, es decir, [s] y [ʃ], respectivamente.

La fricativa [f] posee articulación labiodental, es decir, la turbulencia es producida por el estrechamiento del tracto vocal entre los dientes y el labio inferior. En el caso de la bilabial [ɸ] la articulación se realiza en los labios por el efecto coarticulatorio producido por las vocales [o u]. Ambos sonidos poseen una, en general, baja intensidad, y el rango de frecuencia en que se presenta es de 2000Hz y 7000Hz para [f] y de 4000Hz y 7000Hz para [ɸ]. Las variantes del fonema /x/ tienen una realización donde la turbulencia se provoca por la constricción entre el postdorso de la lengua y el velo del paladar cuando este sonido se encuentra ante [a o u]; se presenta entre los 1000Hz y los 7000Hz. En la variante [x̟] la turbulencia se produce por el angostamiento del tracto vocal a la altura del postdorso lingual y el paladar, ya que la articulación

se adelanta por efecto de las vocales [e i] que siguen a las fricativas; el rango de frecuencias en que se distribuye la energía de esta fricativa corresponde a 3000Hz y 7000Hz. La fricativa [s] obtiene su turbulencia de la constricción del predorso lingual contra los alveolos. Esta fricativa posee gran intensidad y los rangos frecuenciales en que se distribuye la energía son alrededor de los 3500Hz y 8000Hz. Por último, la variante fricativa del fonema /t̪/ se realiza por el acercamiento del dorso de la lengua y el paladar, a lo que contribuye el cierre del tracto vocal a la altura de los dientes; al igual que [s], esta fricativa presenta una gran intensidad y su rango de frecuencias va desde los 2000Hz a los 8000Hz.

Para efectos de esta investigación, fueron tomados en cuenta sólo los sonidos fricativos [f, s, x, ʃ]. La fricativa bilabial sorda y la fricativa palatalizada sorda fueron omitidas en la investigación, ya que su distinción es bastante compleja para los hablantes, debido a que su uso no implica un cambio semántico ni grafemático, sino que corresponde a un rasgo articulatorio expresado acústicamente.

## OBJETIVOS

El objetivo principal de esta investigación corresponde a determinar cómo influye la frecuencia en la percepción de las fricativas sordas del español de Chile.

A partir de lo anterior, los objetivos específicos propuestos para la investigación son:

- determinar si el rango frecuencial del ruido presente en las fricativas sordas es un aspecto suficiente para la percepción y distinción de estas,
- establecer cuál es el rango frecuencial relevante para la distinción de cada una de las fricativas, y
- establecer si existen otros rasgos acústicos que interfieran en la percepción y distinción de las fricativas sordas.

## METODOLOGÍA

Para llevar a cabo esta investigación fue necesario seguir los siguientes pasos:

### 1. *Desarrollo experimental*

Se elaboró una herramienta experimental que contenía los sonidos fricativos modificados en su rango de frecuencias. Para lograrlo, en primer lugar se obtuvieron las muestras de audio para modificar por medio de la grabación de los cuatro sonidos fricativos a trabajar entre dos vocales, es decir, las secuencias grabadas fueron ['afa], ['asa], ['axa] y ['a]a]. La grabación se realizó en la cabina insonorizada del Laboratorio de Fonética de la PUC, con un computador IMac y un micrófono de condensador AT3035. Una vez obtenidas y seleccionadas las muestras, fueron normalizadas en intensidad con el programa computacional Praat. A continuación, el archivo de audio que contenía las cuatro secuencias fue segmentado y a cada secuencia se le extrajo la porción de ruido, fijando el punto exacto en que fue cortada la señal. Cada porción de ruido fue modificada a través de la opción de filtrado que ofrece el programa Praat, específicamente, con la función Pass Hann Band. La forma de filtrar el ruido fue estableciendo intervalos de 2000Hz, donde cada uno quedaba superpuesto al anterior. De esta forma los rangos de frecuencia que se generaron para el ruido de cada fricativa fueron: 0Hz - 2000Hz, 1000Hz-3000Hz, 2000Hz - 4000Hz, 3000Hz - 5000Hz, 4000Hz - 6000Hz, 5000Hz - 7000Hz, 6000Hz - 8000Hz, 7000Hz - 9000Hz y 8000Hz - 10000Hz. Por último, cada porción de ruido ya filtrado se volvió a colocar en medio de las vocales de donde fue extraído, en el mismo punto en que se hizo. De esta forma, se obtuvieron nueve estímulos para cada fricativa, a los que se sumó un elemento de control, correspondiente a la secuencia original sin filtrar. Así, se generó un total de diez estímulos por fricativa. Los cuarenta estímulos resultantes fueron organizados

aleatoriamente en un archivo de audio, donde se agregó el número de la pregunta a la que correspondía cada estímulo, antes de este, y luego de él un tiempo de silencio uniforme para todos los estímulos.

Además del archivo de audio, se elaboró un cuestionario de cuarenta preguntas, constituidas por el número de cada una y una lista de seis alternativas. Entre estas se contaban los grafemas de las cuatro fricativas objeto de este estudio, es decir, <afa>, <asa>, <aja> y <acha>. Las otras dos alternativas fueron distractores. Estos se distribuyeron aleatoriamente entre las cuarenta preguntas y correspondieron a las secuencias grafemáticas <aba>, <ada>, <aga>, <aya> y <atra>. En la parte superior de la hoja del cuestionario se consideró espacio para el nombre del encuestado, su sexo y se añadió la pregunta “¿Considera usted que tiene buena audición?”

## *2. Toma de muestras*

Las muestras fueron obtenidas a través de encuestas. A cada participante se le pidió llenar la zona superior del cuestionario y, a continuación, se le daban las instrucciones para realizar la prueba, para luego, oír con audífonos el archivo de audio reproducido en un un PC portátil con el programa Praat. A medida que el encuestado escuchaba el archivo de audio, respondía el cuestionario, marcando una de las alternativas. Cada cuestionario arrojaba un total de 40 respuestas y el número esperado de muestras a tomar era de doscientas, con lo que se esperaba conseguir un total aproximado de 8000 datos para procesar.

## *3. Procesamiento de datos*

Los datos obtenidos de las prueba realizadas fueron tabulados. Una vez obtenido el número de respuestas para cada alternativa en todas las preguntas, estos nuevos datos fueron organizados en ocho distintas matrices de confusión que permitirían visualizar los resultados del

experimento. Se elaboraron dos matrices de confusión para cada una de las fricativas, con el fin de trabajar los datos de los encuestados de sexo femenino y masculino por separado. Cada matriz contenía en el eje horizontal (columnas) cada uno de los estímulos consultados, nombrados con el intervalo de las frecuencias que fueron mantenidas en cada uno de ellos. En el eje vertical (filas) fueron colocadas cada una de las alternativas seleccionadas por quienes realizaron las pruebas: en primer lugar fueron puestas las fricativas investigadas y a continuación los distractores utilizados; se agregó además una fila para dar cuenta de las preguntas que no fueron respondidas. En el cruce de ambos ejes se colocó el número correspondiente al total de respuestas marcadas en cada opción.

Una vez elaboradas las matrices, los datos visualizados fueron comparados con los espectrogramas de los estímulos que funcionaron como control, con el fin de determinar qué otros elementos acústicos pudieron influir en la percepción de las fricativas sordas.

### TOMA DE MUESTRAS

Para realizar la investigación, fueron consideradas un total de 185 muestras, de las cuales 77 fueron obtenidas de la encuesta a mujeres y 108, a hombres. La toma de cada una de las muestras se realizó en la forma ya establecida en la metodología. Al tiempo que los informantes oían los estímulos, debían marcar en la hoja con el cuestionario la opción que consideraran correcta de acuerdo con lo que estaban oyendo, para lo que contaban con aproximadamente tres segundos. En general, los informantes lograban marcar la alternativa en el tiempo de reproducción del audio, con lo que la prueba no duraba más de tres minutos. Sin embargo, hubo algunos casos en que a los informantes les tomaba algo más de tiempo para marcar una respuesta, por lo que se hacía necesario detener la reproducción entre cada estímulo, de modo de darles tiempo para marcar una alternativa. En ambos casos, cada estímulo fue oído solo una vez.

Algunas de las muestras fueron desechadas porque el sujeto encuestado consideraba no tener buena audición y daba cuenta de alguna patología en esta área. También se omitieron aquellas en que el cuestionario contenía varias preguntas sin responder (más de dos) y en las ocasiones en que se pudiera sospechar que algunas respuestas fueran marcadas por confusión gráfica, principalmente en el caso de <aga> por <aja>.

## RESULTADOS

De acuerdo con las respuestas obtenidas en la toma de muestra, se elaboraron las matrices de confusión para las cuatro fricativas que son objeto de esta investigación, según el modo descrito en la metodología. En total, se tabularon 7400 respuestas que fueron organizadas en las ocho matrices de confusión. A continuación, los resultados obtenidos serán revisados en función de cada una de las fricativas.

### 1. *Fricativa labiodental sorda [f]*

En el caso de la fricativa labiodental sorda, es posible apreciar que en los estímulos filtrados que mantienen las frecuencias más altas, a partir de los 5000Hz, se producen menor cantidad de errores en la percepción. Por el contrario, los estímulos en los que se mantuvieron las frecuencias más bajas son aquellos más susceptibles de ser confundidos con otros sonidos. El intervalo en que se producen mayor cantidad de confusiones es en el que se mantuvieron solo las frecuencias entre 0Hz y 2000Hz, tanto en la matriz elaborada con las respuestas de hombres, como en la elaborada con las respuestas de las mujeres; por el contrario, el rango de frecuencia que posee el menor número de errores es, en el caso de los hombres, el que va de los 5000Hz a los 7000Hz; mientras que para las mujeres este aumenta, es decir, corresponde al intervalo en que se conservaron las frecuencias entre los 6000Hz y los 8000Hz. En estos dos rangos frecuenciales, la cantidad de personas que percibieron el sonido oído como [f] es de 104, en el caso de los hombres, y de 76 para las mujeres. Estos resultados se acercan bastante a los obtenidos de la audición del estímulo en que se mantuvieron las frecuencias entre 0Hz y 10000Hz, donde, en el caso de los hombres, 105 personas identificaron el sonido como [f] y, en el caso de las mujeres,

fueron 76 las que identificaron el mismo sonido.

Respecto de las confusiones, se puede establecer que en el caso de las mujeres, en general, la fricativa labiodental sorda tiende a ser confundida con la fricativa velar sorda [x], sobre todo en los estímulos que mantuvieron los rangos frecuenciales más bajos, ya que en los estímulos en que se conservaron las frecuencias centrales (entre 5000Hz y 8000Hz) se presentaron en igual o mayor cantidad que <aja>, respuestas que daban cuenta de la confusión del estímulo con la fricativa alveolar sorda <asa>. En el caso de los hombres, sucede algo similar, salvo por el hecho de que la tendencia a confundir el estímulo con [s], en lugar de [j] aumenta desde el estímulo que mantiene la frecuencia entre los 4000Hz y los 6000Hz; por lo tanto, en las frecuencias más bajas los casos de confusión tienden hacia la fricativa velar sorda, mientras que en las frecuencias medias y altas, la percepción del estímulo, en los casos de confusión, tiende hacia la fricativa alveolar sorda.

f	0-2 KHz	1-3 KHz	2-4 KHz	3-5 KHz	4-6 KHz	5-7 KHz	6-8 KHz	7-9 KHz	8-10 KHz	0-10 KHz
<b>afa</b>	64	94	95	97	85	104	101	100	103	105
<b>asa</b>	1		3	3	13	3	5	5	3	
<b>axa</b>	36	8	5	7	8	1	1	2	1	1
<b>aja</b>	1				1			1		2
<b>aβa</b>			3						1	
<b>aɣa</b>	3	6	2	1						
<b>aɟa</b>	3									
<b>aʒa</b>							1			
<b>S.R.</b>					1					

Tabla 1. Matriz de confusión [f] hombres. Total 108 informantes.

f	0-2 KHz	1-3 KHz	2-4 KHz	3-5 KHz	4-6 KHz	5-7 KHz	6-8 KHz	7-9 KHz	8-10 KHz	0-10 KHz
<b>afa</b>	53	68	65	70	63	73	76	74	74	76
<b>asa</b>			1	1	4	2	1			1
<b>axa</b>	21	8	6	4	7	2		2	1	
<b>aʃa</b>										
<b>aβa</b>			4					1	1	
<b>aɣa</b>	2	1		1						
<b>aɰa</b>	1				2				1	
<b>aʒa</b>				1	1					
<b>S.R.</b>			1							

Tabla 2. Matriz de confusión [f] mujeres. Total 77 informantes.

Resulta interesante observar en el espectrograma de la secuencia utilizada para elaborar el experimento, que la mancha que representa el ruido de la fricativa labiodental posee un tono gris bastante uniforme, aunque se oscurece levemente en las frecuencias superiores y se aclara notoriamente bajo los 2000Hz. En este sentido, la amplitud podría influir también en la percepción de los distintos tramos frecuenciales. De este modo, como en el caso de [f] la amplitud se aprecia bastante estable a lo largo de todas las frecuencias que la componen, es posible observar que la percepción que los encuestados tuvieron de esta consonante es también estable: en todos los casos, la mayoría de las personas sometidas al experimento identificó el sonido con la alternativa <afa>. Junto con esto, los casos en que hubo menos confusión corresponden a los de las frecuencias altas, donde el gráfico tiende a oscurecerse; mientras que en el tramo que se presenta el mayor número de errores, tanto para hombres como para mujeres, coincide con aquel que en el gráfico se ve más claro.

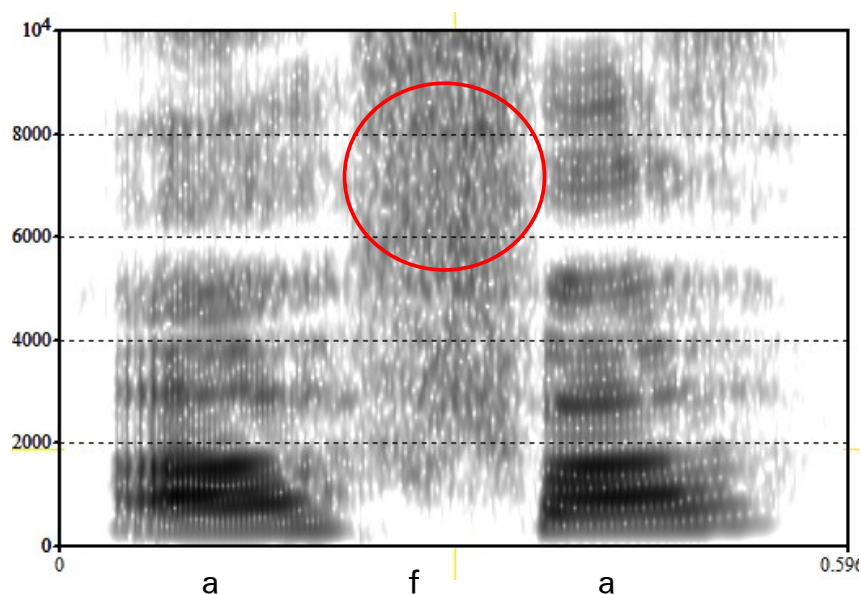


Figura 1. Espectrograma de la secuencia [afa], sin filtrado.

## 2. Fricativa alveolar sorda [s]

En el caso de la fricativa alveolar sorda, es posible observar que se presenta un mayor número de errores en la percepción de los hablantes y que este número aumenta a medida que va disminuyendo el rango de frecuencia mantenido en cada estímulo. Así, tanto en la matriz elaborada con los datos obtenidos de informantes masculinos como con los de informantes femeninos, se establece que el mayor número de confusiones se concentra en los intervalos en que se mantuvieron las frecuencias entre los 0Hz y los 5000Hz. De estos, los estímulos con mayor presencia de errores fueron los que conservaron el intervalo de frecuencias 0Hz-2000Hz y 1000Hz-3000Hz para los hombres, donde se contabilizaron solo 18 aciertos en cada uno; y entre 1000Hz y 3000Hz para las mujeres, donde se presentaron 11 casos en que el sonido era identificado como <s>.

s	0-2 KHz	1-3 KHz	2-4 KHz	3-5 KHz	4-6 KHz	5-7 KHz	6-8 KHz	7-9 KHz	8-10 KHz	0-10 KHz
<b>afa</b>	10	16	55	19	4		1	2	4	
<b>asa</b>	18	18	33	53	90	108	106	105	103	108
<b>axa</b>	73	57	11	26						
<b>aʃa</b>	2	1		2	12		1		1	
<b>aβa</b>			2	1				1		
<b>aɣa</b>		11	5							
<b>aɟa</b>		5								
<b>aʒa</b>	2			4	1					
<b>tr</b>	1									
<b>S.R.</b>			2	3	1					

Tabla 3. Matriz de confusión [s] hombres. Total 108 informantes.

s	0-2 KHz	1-3 KHz	2-4 KHz	3-5 KHz	4-6 KHz	5-7 KHz	6-8 KHz	7-9 KHz	8-10 KHz	0-10 KHz
<b>afa</b>	7	12	24	12	1	2		3	2	1
<b>asa</b>	16	11	29	39	73	75	76	71	73	76
<b>axa</b>	48	39	14	20				1		
<b>aʃa</b>	2	5	1	4	1			1		
<b>aβa</b>			3					1	2	
<b>aɣa</b>		4	6							
<b>aɟa</b>		5			1		1			
<b>aʒa</b>					1					
<b>tr</b>	4									
<b>S.R.</b>		1		2						

Tabla 4. Matriz de confusión [s] mujeres. Total 77 informantes.

A partir del estímulo en que se mantuvieron las frecuencias entre los 4000hz y los 6000Hz, en hombres y mujeres, la cantidad de errores detectados disminuye considerablemente,

llegando a cero, en el caso de los hombres, en el rango 5000Hz-7000Hz (al igual que en el estímulo que contiene todas las frecuencias desde 0Hz a 10000Hz) y a uno, en el caso de las mujeres, para el rango 6000Hz-8000Hz, equiparándose al resultado obtenido para el estímulo en que se mantuvieron todas las frecuencias.

En relación con los errores de percepción detectados, es posible observar que en las frecuencias bajas -donde se produce el mayor número de confusiones- el sonido [asa] filtrado tiende a ser identificado mayoritariamente como <aja>, tanto en los casos de hombres como de mujeres, en menos medida es identificado como <afa> y marginalmente se le reconoce como <acha>. Sin embargo, en uno de los estímulos en que se mantuvieron frecuencias bajas, específicamente, el que conservó las frecuencias en el tramo 2KHz-4KHz, la fricativa alveolar sorda fue confundida mayoritariamente con la fricativa labiodental sorda y no con la velar sorda. En los estímulos que mantuvieron las frecuencias más altas, los escasos errores que se producen reflejan la identificación de la fricativa alveolar sorda con la secuencia <afa>, a la inversa de lo que sucedía con los estímulos de frecuencias bajas.

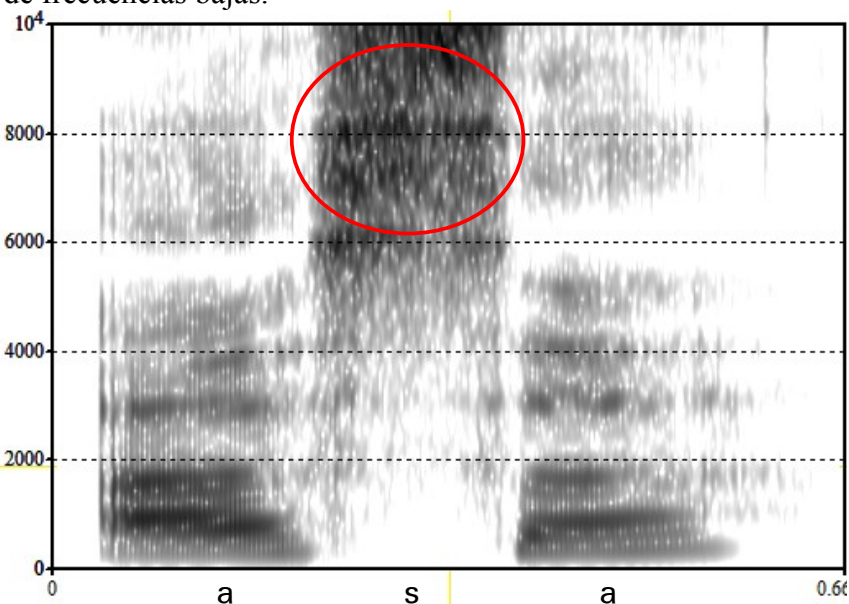


Figura 2. Espectrograma de la secuencia [asa], sin filtrado.

En relación con el espectrograma, tal como sucedió en el caso anterior de [f], en el gráfico se puede observar que las mayores amplitudes del ruido de la fricativa se concentran en las frecuencias más altas, donde se presenta el menor número de errores de percepción. Por el contrario, al observar el tramo de secuencias más bajas (entre 0Hz y 5000Hz) se puede constatar que la intensidad disminuye, coincidiendo con el mayor número de errores de percepción, arrojado por los resultados del experimento realizado.

### 3. *Fricativa velar sorda [x]*

A diferencia de lo que se observaba en los dos casos anteriores, en la fricativa velar sorda el menor número de errores de percepción se presenta en los estímulos que conservaron los rangos frecuenciales más bajos. De este modo, los estímulos filtrados en que mayoritariamente la fricativa velar sorda fue identificada con la alternativa <aja>, corresponden a los que mantuvieron el rango de frecuencias 0Hz-2KHz y 1KHz-3KHz, en el caso de los hombres, y de 0Hz-2000Hz en el caso de las mujeres. En este último, el número de coincidencias entre el estímulo y la alternativa elegida es de 71, el mismo que para el estímulo en que se conservaron todas las frecuencias (0-10KHz). Para los resultados de los informantes masculinos, en cambio, el número de aciertos en la percepción en los rangos anteriormente mencionados es de 98, cantidad que se encuentra por debajo de los 103 reconocimientos realizados del estímulo sin filtrar con la alternativa <aja>. Respecto de este estímulo (0-10KHz), el número de errores aumenta al compararlo con las otras fricativas. Como se mencionaba, el mayor número de aciertos en la percepción de la fricativa velar sorda se presenta en las frecuencias más bajas y va decreciendo en la medida en que los estímulos aumentan las frecuencias del rango que les fue conservado, llegando al punto más bajo en el intervalo 6000Hz-8000Hz, donde el número de aciertos es de 35

para los hombres (de un total de 108) y de 42 para las mujeres (de un total de 77). En los siguientes estímulos, donde el intervalo conservado posee frecuencias más altas, el número de aciertos aumenta en los dos casos, aunque para las mujeres este aumento es muy leve.

Sobre los errores en la percepción de las variables filtradas de la fricativa velar sorda, se puede establecer que en la mayoría de las respuestas esta consonante es más frecuentemente confundida con la fricativa labiodental sorda [f], mientras que, en menor medida, es identificada como [s]. En cambio, en los intervalos 4-6KHZ, para hombres y mujeres, y en el 6-8KHz, para los hombres, el número de respuestas que identifican a la fricativa alveolar sorda y a la fricativa labiodental sorda tienden a equipararse, existiendo una leve ventaja para la fricativa alveolar [s]. A pesar de esto, la alternativa <aja> fue la más identificada para todos los estímulos.

<b>x</b>	<b>0-2 KHz</b>	<b>1-3 KHz</b>	<b>2-4 KHz</b>	<b>3-5 KHz</b>	<b>4-6 KHz</b>	<b>5-7 KHz</b>	<b>6-8 KHz</b>	<b>7-9 KHz</b>	<b>8-10 KHz</b>	<b>0-10 KHz</b>
<b>afa</b>	5	6	21	33	23	31	32	34	40	4
<b>asa</b>	1	1	8	13	24	25	33	21	13	
<b>axa</b>	98	98	72	59	50	45	35	51	53	103
<b>aʃa</b>		1		2			2		2	
<b>aβa</b>	2		1	1	1	2				
<b>aɣa</b>	2		5		10	3	4			
<b>aɟa</b>		1					1			
<b>aʒa</b>								1		1
<b>tr</b>								1		
<b>S.R.</b>		1				2	1			

Tabla 5. Matriz de confusión [x] hombres. Total 108 informantes.

<b>x</b>	<b>0-2 KHz</b>	<b>1-3 KHz</b>	<b>2-4 KHz</b>	<b>3-5 KHz</b>	<b>4-6 KHz</b>	<b>5-7 KHz</b>	<b>6-8 KHz</b>	<b>7-9 KHz</b>	<b>8-10 KHz</b>	<b>0-10 KHz</b>
<b>afa</b>	2	3	6	21	8	16	18	21	20	1
<b>asa</b>		2	2	2	11	9	12	9	7	
<b>axa</b>	71	69	66	52	50	50	42	44	43	71
<b>aʃa</b>			1		1	1	1	2	2	
<b>aβa</b>				1						
<b>aɣa</b>	3		2		7	1	1		1	4
<b>aɸa</b>		2					3			
<b>aʒa</b>				1					3	1
S.R.	1	1						1	1	

Tabla 6. Matriz de confusión [x] mujeres. Total 77 informantes.

En este caso, resulta interesante que las frecuencias bajas tomen relevancia en el reconocimiento de la fricativa velar sorda, sobre todo, considerando los casos anteriores, en que en los estímulos que fueron filtrados y mantuvieron un rango de frecuencias bajo (igual o inferior a los 3000Hz) fueron mayoritariamente identificados con la alternativa <aja>, cuando se presentaba error en la percepción de estos.

Nuevamente, el espectrograma del audio utilizado para realizar el experimento otorga ciertas señas de los resultados reflejados en la matriz de confusión. En este caso, si bien no se refleja una mayor intensidad con un mayor oscurecimiento de la porción de ruido en la zona de las frecuencias bajas, sí se puede apreciar que la mancha es más uniforme que en las frecuencias más altas, donde se aprecian múltiples espacios en blanco. Resulta curioso, por otra parte, que la zona entre los 6000Hz y 8000Hz se aprecie en el gráfico más oscura y completa que el resto de las frecuencias altas, porque es precisamente en este rango frecuencial donde se produjo la mayor cantidad de confusiones en la percepción.

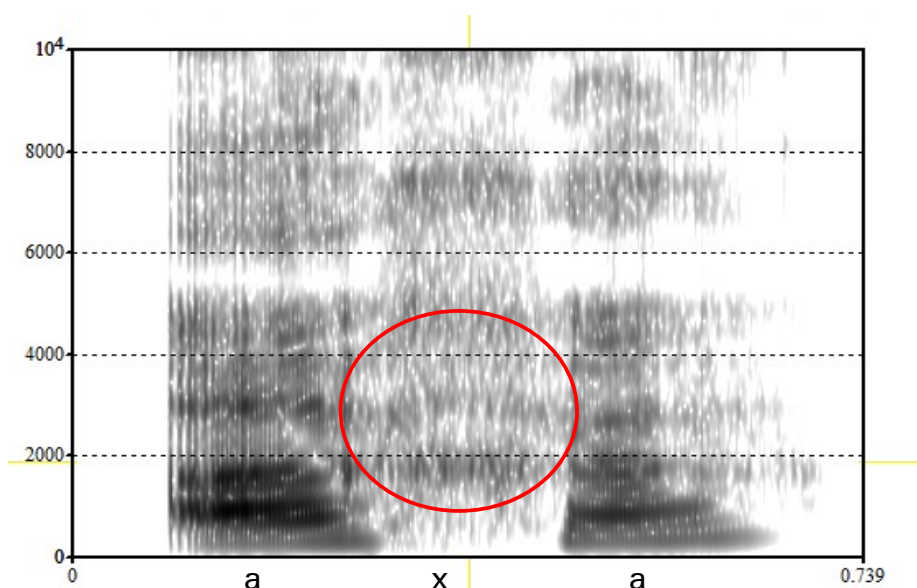


Figura 3. Espectrograma de la secuencia [axa], sin filtrado.

#### 4. *Fricativa palatal sorda [ʃ]*

En el caso de la fricativa palatal sorda, resulta interesante considerar que no se trata de un fonema en el español de Chile, sino de una variante diatópica y diastrática del fonema africado palatal sordo, que goza de cierta valoración negativa en esta sociedad. Aun con esto, en los casos en que los informantes lo consideraban pertinente, la identificaban sin problemas con los grafemas <ch>. De este modo, es posible apreciar que en el caso del estímulo que conservaba todas las frecuencias (0-10KHz), fueron 107 de 108 informantes los que marcaron la alternativa <ch> ante el estímulo presentado, en el caso de los hombres; mientras que las mujeres, fueron 76 de 77 las que reconocieron la señal de igual forma.

En relación con los demás estímulos, se observa en las tablas que fueron cuatro los que presentaron el menor número de errores de percepción, tanto en el caso de hombres, como en el de mujeres. Estos corresponden a las señales en que se conservaron las frecuencias entre los rangos 2000Hz-4000Hz, 3000Hz-5000Hz, 4000Hz-6000Hz y 5000Hz-7000Hz. Como la mitad

de las frecuencias de cada intervalo coincide con las del estímulo anterior y la otra mitad, con las del posterior, y considerando que los estímulos con las frecuencias entre 1000Hz y 3000Hz y entre 6000Hz y 8000Hz presentaron un número menor de aciertos, es posible inferir que el rango de frecuencias relevante para distinguir esta fricativa de otras se encuentra entre los 3000Hz y los 6000Hz.

Por otra parte, en los estímulos que contienen frecuencias fuera del rango mencionado, el número de aciertos cae abruptamente, llegando en el intervalo 6-8KHz a 2 y a 7, para mujeres y hombres, respectivamente. En cambio, el punto más alto de acierto entre los estímulos filtrados se encuentra en el caso de hombres y mujeres en la señal que mantiene las frecuencias entre los 3000Hz y los 5000Hz, llegando a 74 en el caso de las mujeres y 106 en el de los hombres.

ɟ	0-2 KHz	1-3 KHz	2-4 KHz	3-5 KHz	4-6 KHz	5-7 KHz	6-8 KHz	7-9 KHz	8-10 KHz	0-10 KHz
<b>afa</b>	4	5	4		1			1	7	1
<b>asa</b>	11	4		1		9	97	89	65	
<b>axa</b>	75	78			1		4	1	6	
<b>aɟa</b>	13	15	100	106	103	95	7	13	29	107
<b>aβa</b>			1							
<b>aɣa</b>									1	
<b>aɤa</b>		4			1	1				
<b>aʒa</b>	4	2	3	1	2	3		4		
<b>S.R.</b>	1									

Tabla 7. Matriz de confusión [ɟ] hombres. Total 108 informantes.

ʃ	0-2 KHz	1-3 KHz	2-4 KHz	3-5 KHz	4-6 KHz	5-7 KHz	6-8 KHz	7-9 KHz	8-10 KHz	0-10 KHz
<b>afa</b>	4	1		1					3	
<b>asa</b>	7	4	1		2	8	73	63	45	
<b>axa</b>	45	54	1		1	1	1	1	2	
<b>aʃa</b>	15	13	73	74	69	63	2	7	6	76
<b>aβa</b>	3									
<b>aχa</b>									21	
<b>aǰa</b>					1		1			1
<b>aʒa</b>	2	3	2	2	4	5		4		
<b>tr</b>								2		
<b>S.R.</b>	1	2								

Tabla 8. Matriz de confusión [ʃ] mujeres. Total 77 informantes.

Cuando el estímulo en que se produce la confusión contiene solo frecuencias bajas (0Hz-3000Hz), los informantes de género femenino y masculino tienden a identificar el estímulo filtrado con la fricativa velar sorda [x]. Por el contrario, cuando la confusión se produce en los estímulos en que se conservaron las frecuencias más altas (entre 6000Hz y 10000Hz), las personas encuestadas de ambos géneros marcaron mayoritariamente la alternativa <asa> frente al estímulo que se les presentó. El número de respuestas en que alguno de los estímulos desarrollados a partir de la fricativa palatal sorda era identificado como [f] es marginal, y no se presenta en todos los casos.

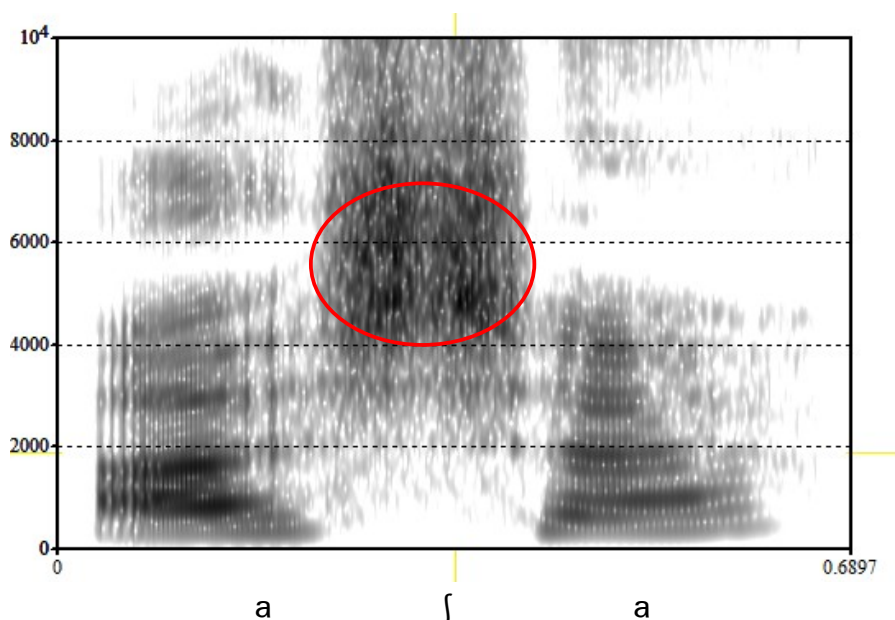


Figura 4. Espectrograma de la secuencia [aʃa], sin filtrado.

En el caso de la fricativa palatal sorda, el espectrograma da cuenta de una mayor intensidad de las frecuencias que se encuentran, aproximadamente, entre los 4000Hz y los 7000Hz; mientras que en las frecuencias más altas se aprecia un aclaramiento de la mancha que representa la porción de ruido. Este aclaramiento también se produce en la zona de las frecuencias más bajas y es más notorio aún que en las frecuencias altas.

De manera global, es necesario establecer que frente a cada estímulo presentado a los participantes del experimento, se colocaron como alternativas las cuatro fricativas que son objetos de esta investigación, y junto a ellas se sumaron por cada pregunta, de forma aleatoria, dos distractores, correspondientes a los grafemas <b, d, g, y, tr>. Algunos de estos distractores fueron seleccionados por los encuestados frente a ciertos estímulos. Sin embargo, estos no fueron considerados en el análisis particular de cada fricativa, dado que fueron puestos al azar en cada pregunta y no fueron todos, en cada ocasión, parte de las alternativas, por lo que no existe certeza respecto de las razones porque fueron seleccionados por los informantes. De todas formas, llama

la atención que en las fricativas sordas con articulación labiodental, alveolar y velar, la tendencia fuera mayor a marcar los distractores correspondientes a los alófonos aproximantes, mientras que en el caso de la fricativa palatal sorda, se aprecia que fue en más ocasiones seleccionado el distractor correspondiente a la fricativa palatal sonora <aya>. Esto conduce a la idea de que en una nueva investigación en torno a la percepción de las fricativas sordas, resultaría importante incluir también estos fonemas, pero de manera sistematizada.

## CONCLUSIONES

De los resultados arrojados por la investigación, es posible concluir, en primer lugar, que la frecuencia constituye un rasgo relevante para la percepción y distinción de las fricativas sordas. Esto queda de manifiesto en la investigación desde el momento en que se toman las muestras y se observa que, frente a un mismo estímulo, los encuestados presentaban variadas respuestas en algunos casos o tendían solo a una en otras ocasiones. Frente a esto, es posible establecer que en una fricativa sorda, el intervalo en que presente frecuencias -considerando los estímulos filtrados- es determinante en la percepción que un oyente pueda tener de ella. Además, se torna necesario establecer que cada fricativa se ve influida de diversas formas por el filtrado de alguna porción de sus frecuencias: mientras que los resultados reflejan que [f] mantiene cierta estabilidad en la forma en que es percibida en los distintos intervalos de filtro, en los casos de [s] y [ʃ] se observa una sensibilidad excesiva ante el filtro de algunos tramos de frecuencias.

En relación con lo anterior, también es posible establecer que para cada una de las cuatro fricativas estudiadas existe un rango de frecuencias que resulta significativo para su percepción y distinción de las otras fricativas o de otros sonidos. Esto queda reflejado en el hecho de que hubiera tramos de cuadros en las matrices de confusión donde la cantidad de aciertos resultaba altísima. Es el caso de los intervalos de frecuencias comprendidos entre 6000Hz y 8000Hz para [s], entre 0Hz y 3000Hz para [x], entre 3000Hz y 6000Hz para la fricativa palatal sorda y, en menor medida, el intervalo entre los 5000Hz y los 10000Hz en el caso de la fricativa labiodental sorda, que al ser más estable no requiere de un tramo específico de frecuencias para ser identificada como en el caso de las otras fricativas. Este punto podría desarrollarse con mayor profundidad en otra investigación, elaborando un estudio de percepción con estímulos a los que

se les extraiga la porción de frecuencias que en esta investigación fue determinada como relevante, de ese modo sería posible establecer si la ausencia de dichos tramos induciría o no a los oyentes a confusión.

Por último, cabe destacar, a partir de la observación de los espectrogramas, que -aparentemente, ya que con este estudio esto no se puede concluir con certeza- la intensidad de las frecuencias que conforman el ruido de las fricativas cumpliría también un rol importante en la percepción de estas. En relación con este punto resultaría igualmente interesante ampliar esta investigación, con el fin de establecer realmente si el rango frecuencial por sí solo es determinante en la distinción de las fricativas sordas, o si lo es en la medida en que en aquellas frecuencias se concentra, además, la mayor amplitud.

A modo de cierre, lo que queda más claro es que a través de esta investigación solo se colocan más interrogantes sobre la mesa, debido, principalmente, a que el campo de la fonética perceptiva ha sido escasamente explorado para el español de Chile.

BIBLIOGRAFÍA

Gili Gaya, S. (1958). *Elementos de fonética general*. Madrid: Gredos.

Johnson, K. (2003). *Acoustic and Auditory Phonetics*. Oxford: Blackwell Publishing.

Ladefoged, P. (2005). *Vowels and Consonants*. Oxford: Blackwell Publishing.

Martínez, E. & Fernández, A. (2007). *Manual de fonética española*. Barcelona: Ariel Lingüística.

Quilis, A. (1999). *Tratado de fonología y fonética españolas* (2ª ed.). Madrid: Gredos.