



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
COLEGIO DE LETRAS HISPÁNICAS**

**PERTINENCIA DE LAS CARACTERÍSTICAS ACÚSTICAS
DEL FONEMA DENTAL OCLUSIVO SORDO /T/
EN HABLANTES DE LA TERCERA EDAD
PORTADORES DE PRÓTESIS DENTAL,
A PARTIR DE UN ANÁLISIS ACÚSTICO-PERCEPTIVO**

TESIS QUE, PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN LENGUA Y LITERATURAS HISPÁNICAS,

PRESENTA

EMMANUEL ADONAY JARQUÍN CASAS

ASESORA: DRA. FERNANDA LÓPEZ ESCOBEDO

CIUDAD UNIVERSITARIA, Cd. Mx., 2017





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

*¡Así, pues, no dejes escribir a tu pluma más que aquello de que puedas
enorgullecerte el día de la Resurrección!*

LAS MIL Y UNA NOCHES

No queda más que agradecer a todos los que han hecho posible este trabajo:
A mi madre y mi hermana, que han estado a mi lado durante todo este largo proceso, y me han apoyado con su trabajo y su confianza por tantos años.
A mi padre, quien con sus consejos me mostró el camino del guerrero.
A Paulina, que con todo el amor y el cariño me ha ayudado a darme cuenta de mi potencial y de lo mucho que puedo lograr.
Especialmente agradezco a Marlene por ser mi muy querida amiga durante ya varios añitos, gracias Gran Pombo por permitirlo.
A Fernanda, que me dio la oportunidad de ser mi asesora y que ha sido infinitamente paciente durante todo este tiempo.
A Gerardo, Azucena y Abel, quienes creyeron en mi capacidad y me permitieron colaborar en distintos proyectos.
Al Grupo Ingeniería Lingüística, que, sin duda alguna y gracias a ustedes, fue mi más enriquecedora y divertida época de la vida universitaria. Que haya más actividades académicas, piqwics en el peri y Rosso.
A mis profesoras favoritas de toda la carrera, Julia y Fulvia, que hicieron que me diera cuenta de mi pasión por la lingüística. Esta hubiera sido una historia muy distinta sin ustedes.
A las profesoras Adriana, Gloria, Teresita y Alejandra, que aceptaron leer este trabajo y que con sus observaciones me ayudaron a mejorarlo. También quiero agradecer de forma especial a la Dra. Ivet Gil Chavarría, que me apoyó con la revisión del apartado de prótesis dentales y edentulismo.
A los compañeros de la carrera, que me permitieron pasar a su lado momentos muy muy entretenidos.
Al equipo High, que sin su apoyo todo este esfuerzo no hubiera sido posible.
Y a todas las personas que de alguna forma u otra me han encaminado por este increíble rumbo, porque a veces no hay evento más significativo como que un profesor de secundaria te permita a darte cuenta de tu talento y tu pasión.

Este proyecto de tesis pudo realizarse gracias al apoyo económico del proyecto conjunto
FI-II: *Identificación de hablante para audio forense*

y
al proyecto PAAPIT:
*Definición de parámetros lingüísticos para la clasificación de un banco de voces con fines
de identificación forense, con clave IA401517.*

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	11
I. MARCO TEÓRICO	21
1.1. El adulto mayor	21
1.1.1. Panorama general de los adultos mayores.....	21
1.1.2. Características fonatorias de los adultos mayores.....	24
1.2. Las prótesis dentales.....	26
1.2.1. Características de la prótesis total removible.....	27
1.2.2. Otros tratamientos odontológicos que afectan la fonación	31
1.3. Fonética y fonología.....	33
1.3.1. Campo de estudio de la fonética y la fonología	33
1.3.2. El fonema	34
1.3.3. Los rasgos distintivos	35
1.3.4. Los fonemas obstruyentes oclusivos en el sistema fonológico del español....	40
1.3.4.1. Punto de articulación de los fonemas oclusivos del español.....	43
1.3.4.2. Sonoridad y tensión en los fonemas oclusivos.....	45
1.3.5. El fonema dental oclusivo sordo /t/.....	54
II. ANÁLISIS ACÚSTICO	60
2. Análisis acústico.....	60
2.1. Segmentación del corpus.....	61
2.2. Resultados	66
2.2.1. El fonema /t/ en la voz de los adultos mayores edéntulos.....	68
2.2.2. El fonema /t/ en la voz de los adultos mayores portadores de prótesis dentales totales	72
2.2.3. Comparación entre la voz del edéntulo frente a la del portador de prótesis dental	76
2.3. Conclusiones del análisis acústico	80
III. ANÁLISIS PERCEPTIVO	83
3. Análisis perceptivo del fonema /t/.....	83
3.1. Características generales de cada test.....	84

3.2.	Aplicación de los test	86
3.3.	Resultados	86
3.3.1.	<i>Test 001</i> , identificación de /t/ frente a /d/	86
3.3.2.	<i>Test 002</i> , discriminación de /t/ frente a /d/	89
3.3.3.	<i>Test 003</i> , identificación de /t/ frente a /tʃ/	89
3.3.4.	<i>Test 004</i> , discriminación de /t/ frente a /tʃ/.....	93
3.3.5.	<i>Test 005</i> , identificación de /t/ frente a /s/	95
3.3.6.	<i>Test 006</i> , discriminación de /t/ frente a /s/	97
3.4.	Relevancia de las fases articulatorias para la determinación de los rasgos del fonema /t/	99
3.5.	Conclusiones del análisis perceptivo.....	104
IV.	CONCLUSIONES	107
4.1.	Conclusiones finales.....	107
4.2.	Trabajo futuro.....	110
	Bibliografía.....	112
	Anexos	119

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Niveles de etiquetado.....	17
Figura 2. Prótesis dental total de resina. En el lado izquierdo se muestra la vista inferior de la prótesis superior; en el lado derecho la vista superior de la prótesis inferior.....	28
Figura 3. Rasgos distintivos propuestos por la RAE (2011) para el español.....	39
Figura 4. Comparación entre la cavidad oral según Quilis (1999) y la distribución de la región coronal según la RAE (2011).....	44
Figura 5. Percepción de los fonemas oclusivos a partir de la duración de la tensión, según Liberman <i>et al.</i> (1961).....	50
Figura 6. Articulación de /t/ con las fases tensión-explosión.....	61
Figura 7. Articulación de /t/ con las fases tensión-fricción.....	63
Figura 8. Articulación de /t/ con la fase fricción.....	63
Figura 9. División temporal de la segunda fase articulatoria según Martínez Celdrán y Fernández (2007) y Quilis (1999).....	64
Figura 10. Tipo de articulación por rangos de duración, en la voz del edéntulo.....	69
Figura 11. Tipo de articulación por rangos de duración, con prótesis.....	73
Figura 12. Fases articulatorias en el fonema /t/, en la voz del edéntulo.....	76
Figura 13. Modo de articulación de la segunda fase según el tipo de grabación.....	77
Figura 14. Duración en ms. de la explosión y la fricción según el tipo de grabación.....	78
Figura 15. Duración media del fonema en las grabaciones de los adultos mayores edéntulos y los portadores de prótesis dental.....	79
Figura 16. Proporción de articulaciones de /t/ por cada rango de duración, según el tipo de grabación.....	80
Figura 17. Porcentaje de identificación de /t/ según la duración del estímulo.....	87
Figura 18. Sonido identificado según la duración del estímulo.....	88
Figura 19. Tipo de obstruyente identificada según la duración del estímulo.....	88
Figura 20. Discriminación de /t/ frente a /d/.....	89
Figura 21. Identificación de /t/ según la duración de la 2ª fase articulatoria.....	90
Figura 22. Sonido identificado según la duración de la 2ª fase articulatoria.....	91
Figura 23. Tipo de fonema identificado según la duración de la 2ª fase articulatoria.....	92

Figura 24. Discriminación de /t/ frente a /tʃ/.....	93
Figura 25. Identificación de /t/ con articulación fricativa según la duración del fonema.....	95
Figura 26. Sonido identificado según la duración del fonema.....	96
Figura 27. Tipo de fonema identificado según la duración del fonema.....	96
Figura 28. Discriminación de /t/ según la duración del segmento.....	97
Figura 29. Relación entre el porcentaje de realizaciones fricativas de /t/ y la percepción auditiva.....	98
Figura 30. Función del rasgo [tenso-flojo] en la identificación de la realización fricativa de /t/ y el fonema /s/.....	102

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estructura del corpus de trabajo.....	14
Tabla 2. Organización general de los test perceptivos.....	16
Tabla 3. Rasgos distintivos de Jakobson, Halle y Fant (1952).....	36
Tabla 4. Rasgos distintivos del español según Alarcos (1974).....	37
Tabla 5. Duración media en milisegundos de los distintos tipos de obstruyentes, según Martínez Celdrán (1984a).....	48
Tabla 6. Comparación de los estudios perceptivos en los fonemas oclusivos del inglés y español.....	53
Tabla 7. Resultados de los test perceptivos de Martínez Celdrán (1984b).....	54
Tabla 8. Comparación de los rasgos distintivos del fonema /t/ según Navarro, Quilis y la RAE.....	55
Tabla 9. Comparación de la duración del fonema /t/.....	57
Tabla 10. Porcentaje de aparición de cada categoría fonética en los fonemas obstruyentes no continuos sordos del español.....	58
Tabla 11. Tipos de articulación y número de realizaciones de /t/ en el corpus de estudio....	66
Tabla 12. Realizaciones de /t/ por porcentaje de realización.....	67
Tabla 13. Tipos de articulación en la voz de los adultos mayores edéntulos.....	68
Tabla 14. Tipos de articulación de la segunda fase articulatoria.....	70
Tabla 15. Tipos de articulación de la 2ª fase por rangos de duración en la voz del edéntulo.....	71
Tabla 16. Duración del fonema /t/ en la voz del adulto mayor edéntulo.....	72
Tabla 17. Tipos de articulación en la voz de los adultos mayores portadores de prótesis dentales.....	73
Tabla 18. Tipos de articulación de la segunda fase articulatoria.....	74
Tabla 19. Tipos de articulación de la 2ª fase por rangos de duración, en habla con prótesis dental.....	74
Tabla 20. Duración del fonema /t/ en la voz del adulto mayor portador de prótesis dental.....	75

Tabla 21. Identificación de /t/ según la duración de la segunda fase.....	93
Tabla 22. Discriminación de /t/ según la duración de la 2ª fase articulatoria.....	94
Tabla 23. Tipos de rasgos según la duración de la segunda fase articulatoria.....	100
Tabla 24. Tipos de rasgos según la duración total del fonema en la articulación fricativa de /t/.....	101
Tabla 25. Umbral de distinción de /t/ según las características de cada test.....	105

INTRODUCCIÓN

Planteamiento del problema

El estudio de los fonemas oclusivos /p/, /t/, /k/ y /b/, /d/, /g/ generalmente se ha basado en las fases articulatorias que los componen: implosión, tensión y explosión; las cuales corresponden a los movimientos articulatorios realizados durante su producción. Históricamente, la investigación fonética y fonológica ha fijado su atención en alguna de estas fases para averiguar cuál de ellas es la que aporta mayor información para la descripción y clasificación de este tipo de fonemas, ya sea desde un punto de vista articulatorio, acústico o perceptivo. Es decir, se han observado las propiedades fonéticas de las oclusivas para determinar si alguna de estas fases aporta mayor información que sea fonológicamente relevante para la clasificación de este tipo de fonemas. Un ejemplo es la investigación realizada por Martínez Celdrán (1991a), quien postuló, por medio de un experimento perceptivo, que es mucho más importante la presencia del momento de silencio, llamado tensión, que la barra de explosión en la identificación auditiva de los fonemas oclusivos. Con base en los resultados obtenidos, Martínez Celdrán afirmó que el intervalo de silencio es suficiente para que los fonemas oclusivos puedan ser reconocidos como tales, aun cuando otras propiedades acústicas no estén presentes.

Durante la vejez, la fonación de las personas sufre cambios relacionados, principalmente, con el deterioro natural de los órganos fonadores, con la presencia de patologías bucales y los tratamientos que pueden conllevar estas; tal como sucede con el edentulismo (pérdida de uno o todos los órganos dentarios) y el uso de prótesis dentales totales. Dichos cambios fonatorios consisten, entre otros, en la imposibilidad de generar

oclusiones completas, en el cambio de la duración y el modo de articulación de diversos fonemas. Debido a esto, los fonemas oclusivos pueden adquirir nuevas características acústicas. Bajo este contexto, se plantearon las siguientes preguntas ¿qué características acústicas adquieren los fonemas oclusivos del español en el habla de los adultos mayores edéntulos portadores de prótesis dentales?, y ¿qué papel desempeñan estas nuevas características en la percepción auditiva de este tipo de fonemas?

La finalidad de esta investigación es realizar una caracterización del fonema dental oclusivo sordo /t/ a partir de sus fases articulatorias, con una perspectiva acústico-perceptiva. Y con base en los resultados obtenidos, definir la pertinencia de dichas fases como caracterizadoras de los rasgos distintivos del fonema /t/ en el habla de los adultos mayores edéntulos y portadores de prótesis dentales totales.

Para lograr el objetivo de este trabajo, primero se realizó una descripción de los tipos de articulación en la población de estudio, seguida de un análisis perceptivo en el que se observó la relevancia de las fases articulatorias como caracterizadoras de los rasgos distintivos del fonema /t/. Asimismo, se profundizó en el estudio de las características acústicas de los adultos mayores y el efecto de las prótesis dentales en la fonación, por otro, se contrastaron los resultados obtenidos con los estudios realizados en torno a la descripción de /t/, ya sea desde el plano acústico, perceptivo o de los rasgos distintivos que lo componen.

Objetivo general

Determinar si los cambios acústicos causados por la presencia o ausencia de las prótesis dentales totales removibles en adultos mayores son pertinentes en la articulación y la percepción del fonema dental oclusivo sordo /t/.

Objetivos particulares

Para lograr el objetivo general, se ha planteado la serie de objetivos particulares siguientes:

- Obtener un corpus de voces de adultos mayores.
- Realizar un etiquetado fonológico del fonema dental oclusivo sordo en el contexto stV.
- Segmentar el fonema en un segundo nivel de etiquetado, según sus fases articulatorias: tensión, explosión y fricción.
- Clasificar los cambios acústicos observados según el tipo de articulación, la duración de la segunda fase articulatoria y la duración total del fonema.
- Diseñar y aplicar un experimento perceptivo en el que se evalúe la pertinencia de las fases articulatorias de /t/.
- Discutir los datos arrojados por el experimento perceptivo y compararlos con las distintas posturas sobre la importancia de las fases articulatorias de /t/ y la forma en que estas intervienen en los rasgos distintivos de dicho fonema.

Corpus

El material sonoro que se utilizó para esta investigación forma parte del Corpus Registro de Voz en el Adulto Mayor, el cual fue creado por el Grupo de Ingeniería Lingüística del Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)¹. Está compuesto por un conjunto de grabaciones de la voz de trece adultos mayores, hombres y mujeres, portadores de prótesis dentales totales. Los tipos de grabaciones con los que cuenta

¹ La recopilación del corpus fue realizada por Blanca Flor Ramos Gamboa, estudiante de la Facultad de Odontología de la UNAM y becaria del Grupo de Ingeniería Lingüística. La finalidad de este corpus era contar con una colección de audios que permitieran hacer un estudio de la voz en el adulto mayor portador de prótesis dental, desde un punto de vista odontológico.

se dividen en tres: sin prótesis dental, con prótesis dental nueva, y con la misma prótesis con un mes de uso, mientras que los audios fueron grabados en formato WAV.

El subcorpus seleccionado está constituido por las grabaciones de 6 informantes, tres hombres y tres mujeres; el rango de edad de los informantes seleccionados va de los 63 a los 78 años y la formación académica es de nivel básico. Respecto a las características odontológicas, todos son edéntulos totales, a excepción de una de ellas, quien aún conservaba los incisivos inferiores durante las grabaciones.

Se cuenta con 16 minutos de audio por cada informante. Los tipos de archivos de audio corresponden a grabaciones sin prótesis dental y con prótesis, cuatro audios para cada uno, de tal forma que el diseño del corpus es simétrico, tal como se muestra en la tabla 1. Es así que el total de grabaciones con el que se trabajó asciende a 48, y tiene una duración total de una hora y media de grabación.

Tabla 1. Estructura del corpus de trabajo.

Informante	Edad	Género	Grabaciones con prótesis	Grabaciones sin prótesis
01	78	M	4	4
02	63	M	4	4
03	68	M	4	4
04	78	F	4	4
05	67	F	4	4
06	63	F	4	4

Para el análisis acústico se buscó que el fonema dental oclusivo sordo /t/ estuviera precedido por un fonema alveolar fricativo sordo /s/ y seguido de una vocal, es decir, en el contexto stV. Se eligió este contexto porque fue en el que se observó la mayor cantidad de cambios en la articulación en el fonema /t/ en el corpus de estudio. En este contexto se apreció una variedad importante de realizaciones del fonema mencionado, tales como oclusivas, fricativas y africadas, además de que dichas realizaciones se presentaron en un amplio rango

de duraciones que iban desde los 23 ms. hasta los 273 ms. Esta amplia gama de realización del fonema /t/ permitió verificar en qué casos es posible distinguirlo a pesar de los cambios presentes. Otra razón por la que se eligió el segmento stV es que Martínez Celdrán (1991a) lo estudió para verificar el papel que tiene la tensión en la distinción auditiva entre las oclusivas y las fricativas. Esto permitió comparar los resultados de este autor con los que se obtuvieron durante el presente trabajo de investigación, ya que ambos comparten la característica de que se busca establecer la importancia de las fases articulatorias para la distinción auditiva del fonema dental oclusivo sordo. En total se trabajó con 571 realizaciones del fonema /t/, con un promedio aproximado de 95 realizaciones por informante.

Una de las principales características de este trabajo es que los estímulos de los test perceptivos parten de muestras de voz natural. Esto quiere decir que se localizaron las realizaciones más representativas de cada tipo de articulación en el subcorpus de trabajo y se separó la sílaba correspondiente del resto de la grabación.

Se recurrió a dos tipos de test perceptivos, uno de identificación y otro de discriminación. Ambos están divididos según el tipo de característica acústica que se quiere evaluar y los fonemas con los que se realizó la comparación fueron /d/, /tʃ/ y /s/. Cada test posee diez estímulos en total, seis con el fonema de estudio y cuatro con otros fonemas que servirán como distractores para el informante (véase la tabla 2).

Tabla 2. Organización general de los test perceptivos.

Test	Tipo de test	Tipo de grabación	Característica observada	Estímulos de /t/	Estímulos distractores	Fonema con el que se contrasta
001	Identificación	Con prótesis	Duración total del segmento	6	4	/d/
002	Discriminación	Sin prótesis	Duración total del segmento	6	4	/d/
003	Identificación	Sin prótesis	Duración de la 2ª fase	6	4	/tʃ/
004	Discriminación	Con prótesis	Duración de la 2ª fase	6	4	/tʃ/
005	Identificación	Con prótesis	Fricción y duración del segmento	6	4	/s/
006	Discriminación	Sin prótesis	Fricción y duración del segmento	6	4	/s/

Hipótesis

El fonema dental oclusivo sordo /t/ es reconocido por el interlocutor a pesar de que las características acústicas prototípicas como la tensión, la explosión y la duración del fonema sufren cambios a nivel articulatorio y acústico en el habla de los adultos mayores edéntulos y portadores de prótesis dentales. De ser así, la descripción y caracterización de los rasgos distintivos que se han hecho en torno a los fonemas oclusivos no es pertinente para la población de estudio.

Metodología

El etiquetado del corpus utilizado se realizó con el programa computacional *Praat*, en su versión para Windows. Dicho programa permite visualizar, mediante un oscilograma y un espectrograma, las propiedades acústicas de cada fonema en una grabación. Tiene una aplicación que permite delimitar las fronteras entre fonemas y transcribir en distintos niveles

de etiquetado. Así, la segmentación del fonema /t/, en este trabajo, se dividió en tres niveles distintos: en el primero se delimitó el inicio y el final de la duración total del fonema, en el segundo, se la transcribió ortográficamente a nivel de palabra, y en el último, el inicio y el final de las distintas fases articulatorias encontradas en cada fonema, tal como se aprecia en la figura 1.

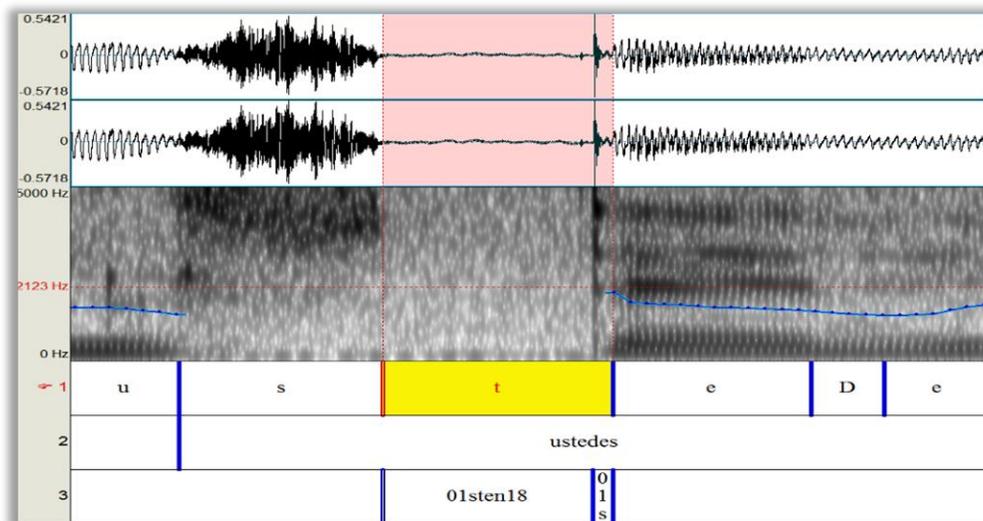


Figura 1. Niveles de etiquetado.

Las fases articulatorias que se observaron en el último nivel corresponden a la tensión, la cual se visualiza como la disminución o ausencia de energía en el espectrograma; a la explosión, que es una barra de energía breve ubicada al final del fonema, y la fricción, que es un sonido turbulento de frecuencias altas (3000 Hz en adelante), que sustituye la tensión, la barra de explosión o ambas.

Debido a que en un solo fonema se pueden realizar dos fases, fue necesario elaborar una nomenclatura de etiquetado para tener control de los datos durante el análisis acústico. Un ejemplo del sistema utilizado es el siguiente: “01sten18”, el cual es explicado de la siguiente forma:

Los primeros dos caracteres, en este caso “01”, señalan a qué informante corresponde la grabación. Dado que en el corpus de estudio se cuenta con seis informantes, las opciones pueden ser 01, 02, 03, 04, 05, y 06.

El siguiente carácter, “s” en el ejemplo señalado, indica si la grabación pertenece a voz sin prótesis o con prótesis dental. Aquí observamos que es una grabación sin prótesis. Si fuera el caso contrario, la etiqueta contaría con una “c”, que señala las grabaciones con prótesis.

Los siguientes tres caracteres indican el tipo de fase articulatoria. Las opciones pueden ser “ten”, para la fase tensión; “exp”, para marcar la explosión; y “fri”, que señala las fases fricativas.

Los últimos dos caracteres indican el número de realización del fonema /t/ para cada informante. Es decir, si el informante 01 realizó ochenta veces el fonema de estudio en las cuatro grabaciones analizadas, los caracteres indican a qué fonema específico dentro de los ochenta casos corresponde la etiqueta. La importancia de esto es que la mayoría de los fonemas analizados cuenta con más de una fase articulatoria. En el ejemplo citado, el fonema cuenta con una fase tensa etiquetada con “01sten18” y con una fase explosiva la cual tiene la etiqueta “01sexp18”. En el corpus de estudio, el siguiente fonema realizado en la grabación correspondiente cuenta con las etiquetas “01sten19” y “01sexp19”. En la figura 1 se aprecia el fonema etiquetado en los tres niveles de etiquetado y el uso de la nomenclatura descrita.

Una vez que se segmentaron y etiquetaron todos los fonemas en los tres niveles mencionados, se utilizó un *script*² de *Praat* para obtener las duraciones de los segmentos del tercer nivel. Posteriormente se llevó a cabo una clasificación acústica con base en la duración

² El *script* utilizado se obtuvo de la página: <http://stel.ub.edu/labfon/es/scripts-de-praat>

total del fonema, la duración de la segunda fase articuladora y los tipos de fases con las que cuenta cada uno.

La organización según la duración total del fonema se efectuó con base en los datos que aporta Martínez Celdrán (1993) para el reconocimiento auditivo de los fonemas oclusivos labiales: se consideraron sonoros cuando presentaban una duración de entre 26 y 69 ms., sordos entre 70 y 140 ms., y geminados arriba de 141 ms.

El segundo tipo de clasificación se hizo de acuerdo a la duración de la segunda fase articuladora³, la cual corresponde a los rangos de tiempo de: 20 ms. o menos para el primer rango, 21 a 40 ms. para el segundo rango y de 41 ms. en adelante para el tercero. Esta división temporal de la segunda fase articuladora está basada en los datos aportados por Martínez Celdrán y Fernández Planas (2007), quienes señalan que la oclusiva /t/ tiene una explosión con una duración promedio de 7 ms. También se tomó en cuenta a Quilis (1999: 293), quien expone que los fonemas oclusivos aspirados tienen una duración máxima de 30 ms. en la segunda fase articuladora, y los africados tienen una duración mínima de 50 ms.

El tercer tipo de clasificación se estructuró según los tipos de fases articulatorias encontradas en cada una de las realizaciones del fonema /t/, es decir, cada fonema podía contar con una de estas tres opciones: *tensión-explosión*, *tensión-fricción* y *fricción*.

La pertinencia perceptiva de las variaciones articulatorias que se encontraron en el análisis acústico se validó mediante dos tipos de test perceptivos: uno de identificación y otro de discriminación de sonidos. En el primero se presentó el estímulo auditivo al informante

³ Como se podrá observar, la clasificación a partir de la segunda fase articuladora únicamente es válida para las realizaciones con *tensión-explosión* y *tensión-fricción*. Esto no representó problemas para la caracterización del fonema de estudio, ya que se partió del hecho de que estos dos casos mencionados pueden guardar similitudes acústicas con los fonemas africados, mientras que la realización fricativa de /t/ es más cercana a los fonemas fricativos. En el capítulo dedicado al análisis acústico se explicará con más detalle este punto.

tres veces y tuvo que anotar la sílaba que creyó haber escuchado. En el segundo, se le entregó una plantilla al informante, la cual tenía tres opciones de distintos sonidos. Cuando se le presentaron los estímulos auditivos, tres veces, se le pidió que eligiera alguna de las tres opciones. En ambos tipos de test se agregaron estímulos distractores conformados por sílabas con otros fonemas de naturaleza articulatoria cercana a la de /t/.

En una segunda ronda experimental se intercambiaron los estímulos de los test de identificación para que fueran utilizados en los test de discriminación. Lo mismo se realizó con los de discriminación, al ser utilizados en los test de identificación. Esto tuvo como finalidad verificar que el diseño de los test fuera adecuado, además de observar si el hecho de que los estímulos provienen de grabaciones con o sin prótesis tiene alguna influencia en la percepción de los mismos. Cabe destacar que en la sección de resultados de este trabajo únicamente se presentan los datos obtenidos en la primera de las rondas experimentales, ya que esta segunda ronda experimental únicamente se realizó como control de prueba.

Para la creación de los estímulos auditivos se eligieron las realizaciones que resultaron más representativas de cada tipo de articulación identificada. Con la ayuda del programa *Praat*, se seleccionó la sílaba y se separó del resto de la grabación, sin ningún tipo de compresión en el audio. Esto quiere decir que no se cambió el formato de la grabación ni se modificó la calidad acústica de la misma. La finalidad de este recorte es que el informante únicamente cuente con la información aportada por las fases articulatorias para el reconocimiento del fonema; de manera que se puedan controlar otros parámetros fonéticos que puedan aportar información, como el contexto sonoro en el que se encuentra la sílaba, de este modo se evita que el informante descubra la sílaba correcta mediante el contexto.

I. MARCO TEÓRICO

1.1. El adulto mayor

1.1.1. Panorama general de los adultos mayores

En México, al igual que en otras regiones del mundo, se experimenta un proceso de envejecimiento demográfico caracterizado por el aumento de la población en edades avanzadas (Ham, 1996: 412). Esto implica serias dificultades en materia de salud pública para la mayor parte de los gobiernos a nivel mundial. El grupo poblacional de los adultos mayores es uno de los más vulnerables debido a la disminución y/o modificación de sus capacidades físicas, psicológicas, económicas y sociales. De tal manera que hay consecuencias serias en su calidad de vida; y en muchos casos, estas determinan su autonomía y su situación de vulnerabilidad. Bajo dicho contexto, algunos autores refieren que estas “limitaciones” generan un bajo grado de adaptación social, padecer depresión y sufrir distintas formas de maltrato (Mendoza, Merino, y Barriga, 2009). Todos esos factores juegan un papel determinante en la salud de los adultos mayores, además de la aparición de diversas patologías crónico-degenerativas, enfermedades de larga duración y de progresión lenta (Borges, Maupomé, Martínez y Cervantes, 2003: 9).

Procesos naturales de envejecimiento

Un hecho determinante en la calidad de vida de los adultos mayores es el concepto de vejez, ya que se tiene la creencia de que la edad avanzada es una patología en sí misma; o que distintas patologías son parte integral de la senectud. Siguiendo a Canales, Maldonado, y Sepúlveda (2007: 7) la vejez es “la serie de modificaciones morfológicas, psicológicas, funcionales y bioquímicas, originadas por el paso del tiempo, sobre los seres vivos”. Existen

consecuencias sustanciales en la integridad física de los adultos mayores, ya que diversas enfermedades son reflejo de factores que intervinieron durante toda la vida sin ser atendidas de manera inmediata porque se consideraban parte natural del envejecimiento. Entre los padecimientos más frecuentes se encuentran diabetes mellitus, enfermedades isquémicas del corazón, enfermedad cerebro-vascular, etc. (CONAPO, 2006). Según el Instituto Nacional de Geriátrica (2016: 22) “35 de cada 100 personas mayores presentan, al menos, dos condiciones sincrónicas: hipertensión arterial, diabetes mellitus, hipercolesterolemia o hipertrigliceridemia”. Estos padecimientos “pueden generar incapacidad total o parcial e influyen negativamente en las necesidades, en la estabilidad económica y en el estado emocional de los adultos de la tercera edad” (Puentes Markides y Castellanos, 1992: 18).

En la vejez también se deterioran los sistemas que están involucrados con la fonación, entre los que destacan “el neurológico, el fonatorio, el respiratorio, el resonancial, el articulario, el endocrino y el músculo-esquelético” (Moreno, Álvarez, Bejarano, y Pulido, 2010: 9). Los cambios anatómicos resultantes hacen que el habla de los ancianos tenga características específicas. Aun así, el proceso del envejecimiento se desarrolla de forma distinta en cada individuo, por lo que la voz de cada uno estará determinada por el deterioro de alguno de los sistemas mencionados, así como, por la presencia de las diferentes patologías.

Procesos naturales de envejecimiento de la cavidad oral

El envejecimiento es un proceso de los seres vivos que modifica el organismo de forma generalizada, incluyendo la cavidad oral. Los cambios en la cavidad oral involucran todo el sistema estomatológico, el cual está “integrado por diversos aparatos [...] relacionados a la cavidad bucal como son: los músculos de la masticación, articulación temporomandibular,

los del cuello y cara, así como, la relación de la cavidad bucal con el resto del organismo” (Calleja, *et al.*, 2010: 2).

Algunos de esos cambios naturales son: el desgaste de los órganos dentarios tanto en oclusal como en cervical, el desplazamiento discreto de la encía marginal y de las papilas interdentarias, disminución de la percepción del dolor, adelgazamiento de la mucosa bucal, propensión a lesiones y pérdida de las papilas gustativas (Calleja, *et al.*, 2010: 4).

Patologías odontológicas en el adulto mayor

Existen cambios en los distintos órganos que componen la cavidad bucal debido a la edad y cabe destacar que un 90% de adultos mayores presenta alguna patología bucal; siendo, la enfermedad periodontal⁴ la de mayor prevalencia. Los datos del Sistema de Vigilancia Epidemiológica de Patologías Bucles (SIVEPAB) reportaron que en el 2013 el 86% de los ancianos de 65 años o más, presentó algún grado de enfermedad periodontal, mientras que el promedio de dientes que conservan es de 21.2”⁵ (Mejía, González, y Lomelí, 2013, 2014).

Existen otras patologías bucales de alta frecuencia que afectan a los adultos mayores, como la caries cervical (tipo de caries que aparece en la base de los dientes), la hiposialia o xerostomía (poca producción salival), el edentulismo, la hiperplasia por prótesis (inflamación de la encía causada por el uso de la prótesis), candidiasis bucal (infección fúngica), la queilitis angular (lesiones erosivas en las comisuras de los labios), úlceras traumáticas y cáncer bucal⁶.

⁴ “La enfermedad periodontal es [...] una infección bacteriana que ataca a la encía, hueso alveolar y ligamento periodontal (fibras que mantienen unido al diente con el hueso). Las bacterias causantes de esta infección se encuentran en la placa dental, la cual es una masa pegajosa que se forma sobre los dientes. [...] esta infección puede resultar en mal aliento, inflamación de la encía, hemorragia gingival y eventualmente pérdida de los dientes” (Asociación Mexicana de Periodontología, 2014, citado en <http://dentalinn.com.mx/>).

⁵ Un adulto sano posee 32 órganos dentarios, incluyendo los 4 molares del juicio.

⁶ El lector podrá encontrar más información de estas patologías en Calleja, *et al.* (2010).

El edentulismo, ya sea parcial o total, se presenta aproximadamente en el 90% de los adultos mayores, causado principalmente por caries dental y la enfermedad periodontal (Calleja, *et al.*, 2010). Esta enfermedad afecta significativamente la fonación, causa problemas en la masticación y, por ende, en la digestión, afecta la salud oral, la salud en general y la calidad de vida de las personas (Belaunde, *et al.*, 2012). Se reportan estadísticas que estiman que en México el índice de edéntulos totales alcanza el 8% de los adultos mayores, empero, “estos resultados se ven afectados por el tipo de población de estudio, por lo que se cree que el índice de edentulismo es mucho mayor, según los datos obtenidos por otros investigadores a nivel nacional” (Mejía, González y Lomelí, 2012)⁷.

1.1.2. Características fonatorias de los adultos mayores

La fonación de un individuo está caracterizada por la anatomía de los sistemas y órganos involucrados en la fonación, de forma que estos influyen en los parámetros acústicos como la frecuencia fundamental (F0), intensidad y amplitud del sonido de la voz, así como en la articulación de los fonemas consonánticos, entre otros. La fonación de los adultos mayores adquiere características propias, generadas por la edad y la presencia de patologías en la cavidad oral.

Este deterioro vocal se conoce como presbifonía [...] al considerar la presbifonía o voz senil hay que distinguir dos situaciones clínicas perfectamente diferenciadas desde el punto de vista conceptual. La disfonía *del* anciano: las alteraciones que son consecuencia del proceso de envejecimiento; la disfonía *en el* anciano: las alteraciones fonatorias que

⁷ Los factores que intervienen en los porcentajes reportados son, principalmente, que los sujetos de estudio únicamente son usuarios de sistemas de salud pública, sumado al hecho de que el uso de servicios de salud dentales es proporcional al número de piezas dentarias que conservan los informantes (Mejía, González, y Lomelí, 2013)

tienen su origen en alguna patología, que no son exclusivas de la senectud (Fernández, Ruba, Marqués, y Sarraqueta, 2006)⁸.

En el caso de la disfonía del anciano⁹, se han reportado descripciones de la voz en los trabajos Moreno *et al.* (2010), Collari y Peña (2007) y Fernández *et al.* (2006), donde se identifican las siguientes características: “En la mujer, la frecuencia fundamental desciende de aprox. 248 Hz a 175 Hz en la etapa senil, en el hombre ocurre lo contrario, la frecuencia fundamental se eleva desde aprox. 110 Hz hasta los 130 o 135 Hz a los 70 años y a 160 Hz a los 90 años” (Fernández *et al.*, 2006: 111-112). Con los datos anteriores se concluye que la voz de los hombres tiende a ser más aguda con la edad, mientras que en las mujeres se hace más grave.

Asimismo, la intensidad promedio de la voz en el adulto mayor se sitúa en los 52 dB; la perturbación de la frecuencia (*jitter*) en un 3.4%; y la perturbación de la amplitud de la voz (*shimmer*)¹⁰ corresponde a un 5.2% de los casos reportados por Collari y Peña (2007). Además, “suelen aparecer los temblores en la voz, por falta de control de la báscula laríngea y de apoyo diafragmático. La respiración se altera y puede haber fatiga durante la fonación provocando disminución en coordinación fonorrespiratoria” (Fernández *et al.*, 2006: 111-112).

Los resultados de investigaciones enfocadas a fonemas vocálicos, también refieren que las perturbaciones mencionadas no parecen estar influenciadas por el género del individuo. Por otra parte, los estudios de la disfonía en el anciano estudian las perturbaciones

⁸ Las cursivas se añadieron en este trabajo.

⁹ Si bien en este proyecto de tesis no se aborda el tema de la disfonía del anciano, se considera que es pertinente hacer mención de este tema para tener un panorama amplio de las características fonatorias de los adultos mayores.

¹⁰ El *jitter* y el *shimmer* son medidas de perturbación que se refieren a la variabilidad que se produce en la F0 (Hz) y en la intensidad (dB), respectivamente (Cecconello, 2012).

articulatorias y acústicas causadas por el tratamiento, dejando de lado aquellas que son causadas por la patología propiamente; como el caso del edentulismo y las prótesis dentales, ya sean fijas o removibles, parciales o totales.

1.2. Las prótesis dentales

El edentulismo es una de las afecciones bucales más comunes en los adultos mayores. Modifica el entorno de la cavidad oral de forma significativa por lo que requiere tratamiento protésico, el cual le permite al paciente recobrar las funciones afectadas, como la masticación, la fonación y la estética.

Rodríguez (2008) señala que “las prótesis odontológicas reemplazarán alguno de los órganos involucrados en el sistema estomatológico, siendo las más comunes las prótesis dentales.” Los principales tipos de prótesis existentes son tres: 1) prótesis fija, aquella que va cementada, atornillada o unida mecánicamente a dientes naturales, raíces dentales, o sobre los implantes dentales; 2) prótesis maxilofacial, utilizada para reemplazar parte o todas las estructuras estomatológicas y/o craneoencefálicas; y 3) prótesis removible, aquella que reemplaza algunos o todos los dientes de una arcada parcialmente desdentada o edéntula total (Cabrera, 2015).

Las prótesis dentales totales removibles o dentaduras completas, como coloquialmente se conocen, son un tipo de tratamiento prostodóntico, y están indicadas para la rehabilitación del edentulismo. Estas pueden ser: inferior o mandibular, superior o maxilar, y las bi-maxilares, que se colocan en ambos maxilares (Cabrera, 2015).

1.2.1. Características de la prótesis total removible

El diseño de las prótesis dentales totales debe considerar tres factores fundamentales: la masticación, la fonación y la estética (Martínez Contreras, 2013). En el caso de las prótesis totales removibles, el paciente ya no cuenta con ningún diente natural que pueda sostener la prótesis; por lo tanto, “esta debe adherirse mediante la acción de cierre periférico y la interposición de la saliva. Esto se logra con la base y fundamentalmente, con sus bordes, al igual que ocurre con una ventosa de goma humedecida contra la superficie de un vidrio” (Cabrera, 2015).

El diseño apropiado, la colocación y el uso de una prótesis dental total propiciará los tres factores previamente mencionados y sus ventajas serán:

- obtener una masticación adecuada, hecho que tendrá beneficios sustanciales en la salud del adulto mayor, ya que podrá consumir alimentos ricos en proteínas y otros nutrientes esenciales para la salud (Borges *et al.*, 2003);
- facilitar la fonación: las prótesis se elaboran de tal forma que la articulación de los fonemas no se vea afectada, aunque esto no siempre se logra, ya que este factor dependerá tanto del estado físico de cada paciente como de los materiales utilizados (Seifert, Runte, Riebandt, Lamprecht-Dinnesen, y Bollmann, 1999);
- mejorar en la estética: las prótesis permiten al paciente edéntulo conservar un aspecto natural al hablar, sonreír, mejorando la comunicación con la sociedad; además, logra una correcta dimensión vertical oclusal (previniendo la queilitis angular) y, en general, ayuda a que el paciente mejore su autopercepción.

Para que una prótesis cumpla con todos estos requisitos es necesario que se cuiden algunos aspectos, tales como el tamaño y la inclinación de los dientes, el grosor de la base de

la dentadura y la firmeza con la que se sostiene dentro de la cavidad oral (Kong y Hansen, 2008).

Respecto a los materiales utilizados para la elaboración de las prótesis dentales totales, algunas de ellas son fabricadas con resina acrílica y otras con metal, siendo la primera la opción más común. Los dientes prostéticos se colocan sobre una base de material acrílico que permite la sujeción de toda la prótesis dentro de la cavidad oral. La prótesis superior cubre todo el paladar duro y la parte frontal de la encía; mientras que, en el caso de la prótesis inferior, la base acrílica únicamente ocupa la cara labial y la cara palatal de la encía, para no obstruir el libre movimiento de la lengua (véase la figura 2).



Figura 2. Prótesis dental total de resina. En el lado izquierdo se muestra la prótesis superior; en el lado derecho la prótesis inferior¹¹.

El tratamiento para el edentulismo total suele causar diversas modificaciones en la articulación de distintos fonemas, cuyas complicaciones varían en importancia e intensidad para cada tipo de tratamiento protodóntico (Hayard, Karabulut, Özkan, Aksoy, y Ciger, 1996). En la mayoría de los casos, estas perturbaciones tienden a desaparecer en un plazo aproximado de 2 semanas, ya que, ante las nuevas dimensiones físicas de la cavidad oral, los hablantes reorganizan los puntos articulatorios para lograr una articulación fonética adecuada

¹¹ Imágenes tomadas de www.leseudental.com (2013)

(Martínez, Mora, y Prato, 2006). Aunque existen algunos fonemas en los que esta dificultad articuladora no mejora después del plazo común de adaptación, tal como lo enuncia Kong y Hansen (2008: 243) *“unfortunately, some patients never acclimate to the new dentures and continue to experience difficulties in pronouncing intelligible sounds, especially the sibilant sounds.”*

Cambios en la fonación causados por las prótesis dentales

El estudio de las perturbaciones fonatorias en pacientes portadores de prótesis dentales se ha enfocado en las modificaciones anatómicas que son causadas por este tipo de tratamientos y por el efecto que tienen en la producción de distintos fonemas. La mayor parte de estos estudios se han realizado desde un punto de vista odontológico, en el que se busca mejorar el diseño de los tratamientos prostodónticos a partir de los datos obtenidos en análisis fonéticos del habla.

Una de las primeras investigaciones preocupadas en evidenciar las modificaciones de la cavidad oral causadas por la presencia de las dentaduras totales fue la de Tanaka (1973). En este artículo se muestra que las dentaduras modifican la forma de la zona alveolar, haciéndola cóncava, cuando normalmente es convexa. El estudio de la influencia de la prótesis superior en la zona alveolar fue retomado por Kong y Hansen (2008), quienes puntualizan que los cambios en los fonemas sibilantes del inglés, /ʃ/ y /s/, no se deben a la forma cóncava de la dentadura, sino a la ausencia de la superficie irregular de las rugas palatinas. Esto se debe a que la prótesis cubre la superficie rugosa de los alveolos y rugas palatinas con la plancha acrílica de la base, que generalmente es lisa; lo que genera que los fonemas alveolares cambien articuladora y acústicamente. Los autores demostraron que, al colocarse una superficie rugosa en la zona alveolar de la dentadura mejora la articulación de

los fonemas sibilantes del inglés, aun cuando dicha superficie haga más pronunciada la forma cóncava de la zona alveolar.

Otro elemento que interviene en la articulación de diversos fonemas, en especial los dentales y dentoalveolares, es el tamaño y la inclinación de las piezas dentarias protéticas, especialmente aquellas que reemplazan a los dientes incisivos. Una incorrecta inclinación de los dientes incisivos afecta la articulación de diversos fonemas, principalmente de los fricativos como /s/, tal como lo presentan Runte *et al.* (2001); en su investigación para el idioma inglés se realizaron grabaciones *ad hoc*¹² para analizar la articulación del fonema /s/ en veinte pacientes portadores de prótesis totales. La inclinación de los incisivos superiores fue modificada, 30° hacia la zona palatal y 30° en dirección labial para observar las características acústicas generadas por las distintas inclinaciones.

El análisis acústico de los espectros permitió demostrar que el rango de la banda de ruido sufre cambios significativos dependiendo del ángulo hacia el que estén orientados los dientes protéticos. Señala que la frecuencia de la frontera superior disminuye cuando estos dientes están inclinados hacia alguno de los ángulos; respecto a la frontera inferior se observa que la inclinación palatal causa incremento en la frecuencia, mientras que la inclinación labial disminuye la frecuencia. Runte *et al.* (2001) mencionan que la única forma en la que las características acústicas de cada hablante son recuperadas en su totalidad es con una prótesis de las mismas dimensiones y posición de los dientes naturales perdidos. Esto indica que, en todos los casos, las prótesis generarán alguna modificación persistente en el habla de los pacientes, aún después del periodo de adaptación.

¹² Dichas grabaciones consistieron en la lectura de pares mínimos en los que estuvieran presentes los fonemas de estudio.

Giovanetti, Casucci, Mazzitelli, y Borracchini (2011) llevan a cabo un estudio piloto muy similar al de Runte *et al.* (2001), en el que buscan definir los efectos de la posición de los incisivos centrales en la articulación del habla y los parámetros vocales, además de verificar la relevancia del volumen de la cavidad oral. Señalan que la prótesis dental disminuye el volumen de la cavidad oral, lo que resulta en la causa principal de la dificultad articulatoria.

Seifert *et al.* (1999) señalan los efectos de las prótesis dentales en la voz de angloparlantes nativos de la tercera edad. Estos autores realizaron experimentos a partir de prótesis modificadas en la zona palatal de la dentadura, para verificar si el grosor de la base acrílica tiene influencia en las características acústicas de la voz. Sus resultados señalan que el espesor de la prótesis tiene influencia en la frecuencia fundamental, en el rango vocal y en las características acústicas de los formantes vocálicos, ya que, en el caso de la F0, aumenta hasta en cinco semitonos cuando la prótesis es más delgada, mientras que, para el rango de vocal, el aumento es de hasta cuatro semitonos.

1.2.2. Otros tratamientos odontológicos que afectan la fonación

Las prótesis totales removibles no son el único tipo de tratamiento odontológico que afecta la fonación de los pacientes, existen otros tratamientos como las prótesis dentales parciales y los tratamientos ortodónticos, que, de igual manera, provocan afectaciones, ya sea desde un punto de vista anatómico como fonatorio. Es por ello que se consideró necesario hacer mención de las investigaciones relativas a este tipo de tratamientos.

Las prótesis parciales removibles tienen como característica principal que su diseño dependerá de la cantidad de piezas dentarias que posea el paciente, siendo altamente variables de un paciente a otro. Martínez Contreras (2013) realiza un estudio en el que aborda los

cuidados pertinentes en el diseño de este tipo de prótesis, con la finalidad de que estas no provoquen cambios significativos en la fonética. Describe los principales problemas en la elaboración de estas prótesis a partir de las afectaciones causadas en la articulación de distintos fonemas, entre los que destacan: 1) afectaciones en el fonema /f/ provocados por una mayor longitud de los dientes anteriores; 2) dificultad en la pronunciación de /g/ por el espesor excesivo de la resina en la región posterior del paladar; 3) cambios en la pronunciación de /s/ debidos a la inclinación de los incisivos hacia la zona lingual, además de la sobremordida horizontal; 4) problemas en los fonemas /s/, /d/, /θ/ y /l/ relacionados con la mordida abierta ; 5) mala pronunciación de /t/ por un excesivo espesor de la resina en la región anterior del paladar.

Otro tipo de tratamientos que afectan la fonación son los ortodónticos. Estos tienen como finalidad atender las malformaciones y defectos de la dentadura, y su diseño está directamente relacionado al tipo de malformación padecida por el paciente. Los tratamientos que se describen a continuación son los retenedores dentales, los cuales impiden que los órganos dentarios desalineados vuelvan a su posición original.

Un estudio relevante es el de Martínez *et al.* (2006), en el que se realizaron varios test perceptivos diseñados a partir de las grabaciones realizadas a los pacientes, quienes leyeron una lista de pares mínimos. Los datos obtenidos a partir de los test perceptivos indican que los fonemas que sufrieron mayor cambio en su articulación fueron /t/, /m/, /p/, /f/, /b/, /ɲ/, /k/ y /tʃ/; los rasgos distintivos mayormente afectados fueron el [grave]: /b-d/, /f-s/, /m-ñ /, /m-n/ y /p-t/; el [sonoro]: /g-k/, /p-b/ y /t-d/ y el [interrumpo]: /tʃ-s/; los puntos articulatorios con más cambios fueron el bilabial, interdental, dental, alveolar y palatal. La importancia de este trabajo radica en que es una de las pocas investigaciones orientadas hacia la relación entre

los tratamientos odontológicos y la articulación del habla para el idioma español. Se distingue de otros estudios por realizar análisis en el nivel perceptivo ya que gracias a este método se obtiene información sobre los cambios en el nivel de rasgo en los fonemas observados.

1.3. Fonética y fonología

1.3.1. Campo de estudio de la fonética y la fonología

El estudio de los elementos fónicos de las lenguas se lleva a cabo desde dos disciplinas cuya relación ha cambiado a lo largo de los últimos años¹³. Por un lado, la fonética se encarga de los elementos fónicos “desde el punto de vista de su producción, de su constitución acústica y de su percepción” (Quilis, 1999: 23), es decir, se dedica a la observación y la descripción de la faceta física del habla. Mientras que la fonología “estudia los sonidos desde el punto de vista de su funcionamiento en el lenguaje y de su utilización para formar signos lingüísticos” (Alarcos, 1974: 25). La fonología creará reglas y generalizaciones que caractericen y organicen los sonidos de las lenguas, buscando que tales reglas tengan un carácter simple y universal. Esta disciplina se apoya en los datos aportados por la descripción fonética del habla, siempre y cuando estos datos rebasen el nivel fonético y aporten información que genere cambios en el significado de la cadena fónica. Recientemente, la fonología ha ampliado su campo de estudio, ya que “pretende dar cuenta de los procesos de producción de la cadena hablada” (Real Academia Española y Asociación de Academias de la Lengua Española (RAE) 2011 §1.2a). Uno de los problemas más recurrentes en la historia de los

¹³ Para ahondar en el tema de la relación entre la fonética y la fonología el lector puede consultar la obra de Rello (2007). Asimismo, la RAE (2011 §2.1b) indica que “la fonética y la fonología son disciplinas complementarias que, mediante unidades, métodos y procedimientos distintos, tienen como objetivo establecer el funcionamiento del componente fónico de las lenguas”.

estudios fonológicos ha sido determinar cuál es la unidad mínima para la descripción fonológica (Pérez, 2001: 237).

1.3.2. El fonema

Una de las primeras caracterizaciones de los fonemas fue realizada por Trubetzkoy (1964)¹⁴, la cual consistía en cuatro reglas fundamentales:

1ª: Cuando dos sonidos de la misma lengua pueden aparecer en el mismo contexto fónico y pueden ser sustituidos sin que se produzca un cambio en el significado de esa palabra, se trata de un fonema único.

2ª: Cuando dos sonidos de una misma lengua aparecen en el mismo contexto fónico y al ser sustituidos se produce un cambio en el significado de la palabra o este se torna irreconocible, se trata de dos fonemas distintos.

3ª Cuando dos sonidos de una lengua que están emparentados articulatoria o acústicamente nunca aparecen en el mismo contorno fónico, se tratará de las variantes de un mismo fonema.

4ª: Aun cuando dos sonidos de una lengua cumplen con la regla anterior, si puede aparecer uno al lado del otro en distintos contextos, serán considerados dos fonemas independientes.

A partir de dichas reglas se observa uno de los atributos más importantes de los fonemas: no corresponden al total de realizaciones fónicas de una lengua. “Esto ocurre porque cada sonido, aunque contenga varias propiedades articulatorias y acústicas, no se distingue de los demás en virtud de todas esas propiedades, sino sólo gracias a algunas de ellas” (Alarcos, 1974: 45). Del mismo modo, en algunos casos el fonema es modificado según el contexto fónico en el que se realice.

Alarcos (1974: 43) señala que para que un fonema sea identificado correctamente a pesar de la variación presente, debe ser realizado dentro de los límites de su “campo de

¹⁴ Citado en Quilis (1999: 40)

dispersión” fonética, el cual está determinado por las propiedades acústicas que poseen los otros sonidos de la misma lengua. Este campo de dispersión permite que un fonema sea producido de acuerdo a parámetros fonéticos específicos, de tal manera que no sea confundido con otros fonemas de naturaleza articulatoria cercana. Este hecho indica que, si bien no puede rebasar los límites de su campo de dispersión, existe un margen permisible de variación en el que puede ser producido. Quilis (1999: 27) define el fonema como la unidad mínima de análisis, carente de significado, que está integrada por rasgos distintivos simultáneos. Jakobson y Halle (1974:24) señalan que un fonema no sólo está compuesto por rasgos distintivos, también posee otros rasgos simultáneos que aportan información en ciertos casos. Cabe destacar que para Jakobson la importancia del fonema radica en cuanto a su utilidad práctica para el estudio de la función distintiva de los sonidos del habla.

1.3.3. Los rasgos distintivos

Jakobson, Halle y Fant propusieron en 1952 un pequeño conjunto de rasgos que es suficiente para caracterizar los sonidos de todas las lenguas naturales. Una de las principales cualidades de los rasgos descritos por los autores es su naturaleza binaria: “define dos clases de sonidos, la que lo posee y la que no lo posee” (Pérez, 2001). Con base en esta información, los sonidos son agrupados y clasificados únicamente en función de sus rasgos distintivos y no con la totalidad de sus características fonéticas, hecho que simplifica ampliamente la descripción de los elementos fónicos de las lenguas.

Los rasgos de Jakobson están basados en un criterio acústico y afirma que estos se encuentran en la señal sonora, y no en los gestos articulatorios realizados para ejecutar los elementos fónicos.

Si bien la teoría de los rasgos universales de Jakobson ha sido ampliamente criticada¹⁵, fue la base para *The sound Pattern of English* (SPE) de Chomsky y Halle, publicada en 1968, donde abordan y problematizan las principales dificultades encontradas en la teoría de Jakobson (Obediente, 1998), además de ser la obra fundadora de la fonología generativa.

Tabla 3. Rasgos distintivos de Jakobson, Halle y Fant (1952)

Vocálico	No vocálico
Consonántico	No consonántico
Nasal	Oral
Compacto	Difuso
Abrupto	Continuo
Estridente	No estridente
Recursivo	Infraglotal
Sonoro	Insonoro
Tenso	Flojo
Grave	Agudo
Bemolizado	No bemolizado
Sostenido	Normal

Se diferencia, con respecto a la teoría de Jakobson, en que los rasgos distintivos de SPE están basados en datos fonéticos, específicamente articulatorios, para realizar la descripción de las distintas clases de sonidos. Los datos fonéticos de los que parte SPE únicamente son considerados si aportan cambios en el significado de la palabra. Asimismo, sugiere nuevos rasgos distintivos para solventar los vacíos presentes en la teoría de Jakobson.

Una de las principales cualidades de SPE es la separación entre los rasgos fonéticos y distintivos. Los primeros son la totalidad de características fonéticas de un segmento, los

¹⁵ Rello (2007) señala que uno de los problemas más importantes de la teoría universalista de Jakobson es la supuesta naturaleza binaria de los rasgos distintivos, ya que existen diversas lenguas en las que los rasgos propuestos no son suficientes para dar cuenta de todos los contrastes significativos existentes en esa lengua. Obediente (1998) menciona que “los rasgos sobre los que se fundamentaba la teoría binarista jakobsoniana tiene una base esencialmente acústica, pero eran utilizados a menudo desde un punto de vista únicamente articulatorio”, hecho que abstraía de la realidad fonética los rasgos propuestos por el autor, además de crear confusión en la descripción de los mismos.

segundos son el número mínimo de elementos necesarios para crear oposiciones significativas entre los fonemas de una lengua (Pérez, 2001).

El sistema de rasgos de Chomsky se compone de rasgos de clase mayor: los cuales distinguen entre fonemas sonantes, consonantes, vocales; rasgos de cavidad: referentes a las zonas del paladar en las que se apoyan los fonemas palatales, alveolares y dentales; los rasgos del cuerpo de la lengua indican la posición y la forma de la lengua. También considera los rasgos de aperturas secundarias, característicos de los fonemas nasales y laterales. Para las consonantes tienen importancia los rasgos de modo de articulación, al diferenciar entre fonemas continuos y de relajamiento instantáneo. Los rasgos de succión, presión y tensión están ubicados dentro de los movimientos suplementarios¹⁶. Por último, los rasgos de fuente distinguen los fonemas de presión subglotal aumentada, los sonoros y los estridentes.

Los rasgos propuestos por Jakobson y por Chomsky tenían como objetivo describir los sonidos de cualquier lengua. Es por ello que han sido retomados por diversos autores. En el caso del ámbito hispánico, uno de los primeros autores en plantear un esquema de rasgos para la fonología del español fue Alarcos (1974), quien retoma la obra de Trubetzkoy y Jakobson¹⁷, y expone siete rasgos binarios:

Tabla 4. Rasgos distintivos del español según Alarcos (1974).

Vocal	No vocal
Consonante	No consonante
Denso	Difuso
Grave	Agudo
Nasal	Oral
Continuo	Interrumpido
Sonoro / Flojo	Sordo / Interrumpido

¹⁶ Tanto la succión como la presión no son rasgos propios del español, mientras que la funcionalidad de la tensión está ampliamente discutida.

¹⁷ Las obras a las que recurre Alarcos son la *Grundzüge der Phonologie* de Trubetzkoy (1938), y más adelante agrega la obra de Jakobson, Halle y Fant (1952).

Como se observa en la tabla 4, en el rasgo de sonoridad se incluye la división [tenso-flojo]. Esto se debe a que, según este autor, en los casos en donde se pierde la sonoridad, la distinción entre los fonemas se mantiene gracias al rasgo [tenso-flojo] (Alarcos, 1974: 40).

Ahora bien, Quilis (1999), quien también propone una serie de rasgos para el español, mantiene casi en su totalidad los rasgos propuestos por Alarcos, únicamente realiza algunos ajustes en el rasgo [flojo-tenso], pues considera que es un rasgo redundante para el español al generar oposiciones descritas a partir del rasgo de [\pm sonoridad]. Finalmente, apunta que, por regla general, los sonidos sordos tienden a ser [+tensos], mientras que los sonidos sonoros son [+flojos] (Quilis, 1999: 116).

Además de los rasgos acústicos señalados anteriormente, Quilis describe una serie de rasgos de carácter articulatorio para los fonemas del español. Dichos rasgos corresponden al punto de articulación (punto en el que se apoya la lengua); al modo de articulación y al estatus de la glotis o sonoridad; por ejemplo, el fonema /t/ se describe por sus características articulatorias y acústicas de la siguiente manera:

- Articulariamente: oclusivo, dental, sordo.
- Acústicamente: no vocálico, consonántico, difuso, agudo, oral, interrumpido, sordo, mate (Quilis, 1999: 275)

Existen otras caracterizaciones de los rasgos distintivos del español las cuales están basadas en Chomsky y Halle. Uno de los acercamientos más recientes es el realizado por la RAE, en el que se aportan algunos cambios con respecto a la fundamentación teórica de los rasgos y la clasificación de los mismos.

Al igual que SPE, la RAE (2011) busca la simplicidad en el ordenamiento de los rasgos de las lenguas naturales, en este caso para el español, por lo que “la clasificación se

llevará a cabo desde las ramas más abstractas y más generales para obtener clasificaciones más contrastivas y así evitar el uso de rasgos redundantes en la descripción de los segmentos” (RAE, 2011 §2.8m).

Si bien se conservan la mayor parte de los rasgos de la SPE, la búsqueda de simplicidad tiene como consecuencia la eliminación de distintos rasgos, entre los que destaca el [tenso-flojo], al no tener un correlato acústico o perceptivo definido, y el [±relajamiento instantáneo], que es sustituido por el [±continuo]¹⁸. También se observa que el [±nasal] y el [±lateral] son reagrupados junto con los rasgos correspondientes al modo de articulación, ubicados en el extremo inferior izquierdo de la figura 3.

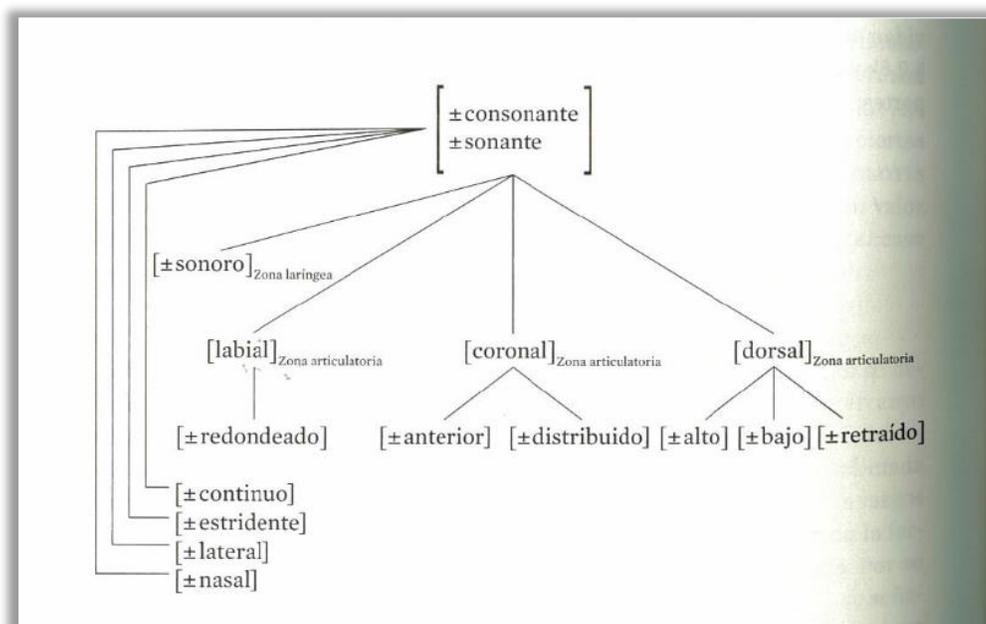


Figura 3. Rasgos distintivos propuestos por la RAE (2011) para el español.

Los cambios realizados en la caracterización de la estructura fonológica del español

han generado gran variación en la asignación de los rasgos pertinentes del español, tal como

¹⁸ La función del rasgo [±relajamiento instantáneo] estaba dirigida hacia la distinción entre fonemas oclusivos como /t/: [-continuo], [+relajamiento instantáneo], y fonemas africados como /tʃ/: [-continuo], [-relajamiento instantáneo]; la RAE (2011 §5.7b) propone describir este tipo de fonemas mediante los rasgos: [-continuo], [+continuo].

se ha podido apreciar en las líneas anteriores. Si bien, cada investigador busca crear la caracterización más indicada para la clasificación de los rasgos del español, existen estudios en los que la finalidad radica en tratar de llegar a un consenso sobre cuáles son los más importantes del español. Gómez (1994) problematiza la bibliografía existente sobre los rasgos del español y aborda la redundancia desde un punto de vista acústico, tal como lo presentan Jakobson, Alarcos y Quilis. Al realizar la mención de todos los rasgos distintivos de un fonema se mencionan características que bien pudieron ser omitidas sin afectar la solidez de la descripción del mismo. Para solventar esta dificultad, el autor propone una lista de rasgos de carácter articulatorio, cuya principal característica es la omisión de rasgos prescindibles en la descripción. Cabe destacar que los rasgos utilizados por el autor están basados en los rasgos articulatorios de Quilis (1981).

1.3.4. Los fonemas obstruyentes oclusivos en el sistema fonológico del español

Los fonemas consonánticos del español se pueden dividir en dos grandes grupos: las sonantes /l/, /m/, /n/, /ɲ/, /r/ y /r/ cuyos rasgos distintivos son [+consonante] [+sonante], mismas que no presentan ningún tipo de turbulencia o de ruido y cuentan con una estructura formántica similar a la de los fonemas vocálicos; y las obstruyentes /p/, /t/, /k/, /b/, /d/, /g/, /f/, /s/, /x/, /j/, /ʝ/, cuyos rasgos son [+consonante] [-sonante]. Estas obstruyentes presentan una obstrucción en la salida del aire que genera algún tipo de ruido en su realización (RAE, 2011 §6.1a). Durante la ejecución de estos fonemas se efectúa una aproximación de los órganos articulatorios que crean un obstáculo parcial o total en la salida del aire espirado. Dependiendo del nivel de contacto y aproximación, los fonemas obstruyentes pueden articularse de forma fricativa, africada u oclusiva. En el primer caso, el de las fricativas /f/,

/s/, /x/ y /j/, la obstrucción es parcial y propicia que el aire salga de forma turbulenta pero continua, por lo que los fonemas con estas características poseen el rasgo [+continuo] (RAE, 2011 §5.2a). En el segundo caso, el del fonema africado /ʃ/, se produce la combinación de una oclusión, en la que se interrumpe totalmente el flujo de aire, y una fricción. Es por esta razón que los fonemas africanos tienen los rasgos [-continuo] [+continuo] (RAE, 2011 §5.8a). En el tercer y último caso, el de los fonemas oclusivos /p/, /t/, /k/, /b/, /d/ y /g/, se realiza “un cierre u oclusión de los órganos fonadores en algún punto de la cavidad bucal [de modo que] el aire no puede salir al exterior y queda comprimido durante cierto tiempo dentro de la cavidad bucal” (Quilis, 1999: 194), característica que les confiere el rasgo [-continuo]¹⁹ (RAE, 2011 §4.2a).

Los fonemas oclusivos están formados por tres tiempos articulatorios: implsión, tensión y explosión, que corresponden a cada uno de los movimientos generados durante su producción. En primer lugar, se genera la aproximación de los órganos articulatorios hacia el punto de contacto; la cual está seguida de la fase de cierre creada por el contacto total de los mismos órganos. La articulación del fonema termina con la relajación y apertura del cierre (Martínez Celdrán y Fernández Planas, 2007).

Según los datos aportados por Hidalgo Navarro y Quilis Merín (2002), así como por Machuca (1997: 45), la implsión se caracteriza, en el plano acústico, como la continuación o remanencia del sonido del fonema anterior inmediato.

¹⁹ La serie sonora /b/, /d/ y /g/ cuenta con alófonos aproximantes en los que no se realiza una obstrucción total del aire, sino, como su nombre lo indica, una aproximación de los órganos articulatorios que permite salir el aire de forma continua y con características acústicas similares a las de los fonemas sonantes. Estas variaciones fonéticas tradicionalmente eran llamadas fricativas (Navarro, 1918; Malmberg, 1952; Alarcos, 1974; Quilis, 1999). Martínez Celdrán (1984a) indica que las aproximantes /b/, /d/ y /g/ difieren de los fonemas fricativos /f/, /s/, /x/ y /j/ al no poseer la estructura turbulenta durante su realización.

Martínez Celdrán (1996: 25) afirma que “la tensión se manifiesta por una mayor presión aérea detrás del punto de articulación y una rigidez de los músculos, lo cual conlleva una mayor duración del sonido”. En el caso de las oclusivas sordas, se aprecia en el espectrograma una ausencia de energía, y auditivamente como un breve momento de silencio; por otro lado, en las oclusivas sonoras se observan sonidos de baja frecuencia llamados barra de sonoridad (Quilis, 1999), presentes en la parte inferior de la fase tensa.

La última fase, la explosión, se visualiza como una barra de energía de corta duración en el espectrograma. La cantidad de esta fase está relacionada con la superficie de unión entre los órganos articuladores al momento de la oclusión. Entre más posterior sea la oclusiva, mayor será el punto de contacto, y en algunos casos, a causa de la gran superficie ocupada, “la lengua se separa no simultáneamente en todos los puntos afectados”, esto provoca que se realice más de una barra de explosión (Asensi, Portolés y del Río, 1997: 227). Otro parámetro relevante de la explosión es la frecuencia en la que se localiza la mayor concentración de energía, la cual depende del punto de articulación: una explosión de baja frecuencia, 620 Hz aproximadamente, corresponde a las oclusivas bilabiales; la frecuencia media, de 1500 Hz, es propia de las velares; y las dentales poseen una explosión de frecuencia alta, alrededor de 2500 Hz (Hidalgo Navarro y Quilis Merín, 2002).

Gili Gaya (1975) es otro autor que coincide en que los fonemas oclusivos están compuestos por estas tres fases articulatorias. Sin embargo, existen otras posturas al respecto. Abercrombie (1967: 141) apunta que la implosión es una fase que “si se encuentra al inicio de un enunciado es imperceptible”, debido a que en este contexto no se realiza el movimiento de aproximación hacia la oclusión. Martínez Celdrán (2007: 41) menciona la existencia de la implosión, pero afirma que “desde el punto de vista acústico [...] no tiene una manifestación precisa en el sonido en sí mismo”, noción apoyada por otros investigadores como Machuca

(1997), Hidalgo Navarro y Quilis Merín (2002), quienes aclaran el valor marginal de esta fase en el plano acústico y perceptivo. Fernández Planas (2008) muestra indicios articulatorios de la implosión por medio de electropalatografías computacionales²⁰, a pesar de esto, no ofrece datos perceptivos que demuestren la notoriedad de la implosión. Antonio Quilis (1999) no hace mención de la fase implosiva, mientras que la RAE (2011 §4.3a) reconoce únicamente las últimas dos fases, la tensión y la explosión.

La importancia que se le da a cada una de estas fases se ve reflejada en la forma en la que se clasifican los fonemas oclusivos, ya que, dependiendo de a cuál de ellas se le otorgue mayor valor contrastivo, será la que le proporcione el nombre a este tipo de consonantes. Pueden ser llamadas *oclusivas* o *momentáneas* si se considera la tensión como la fase más relevante. En cambio, serán llamadas *explosivas* cuando se reconozca la última fase como la más importante (Quilis, 1999: 194).

Es importante resaltar la distinción entre la fase articulatoria tensión y el rasgo distintivo [tenso-flojo]. La primera corresponde a una parte específica de la realización de los fonemas oclusivos y, por tanto, al plano fonético. El segundo se refiere a la función que desempeña esa misma fase articulatoria para crear contrastes lingüísticamente relevantes con otros fonemas del sistema fonológico, lo cual lo enmarca en este plano.

1.3.4.1. Punto de articulación de los fonemas oclusivos del español

Los fonemas oclusivos se distinguen entre sí a partir del punto de articulación en el que se realizan. En el caso del español, se dividen en labiales, /p/ y /b/; dentales, /t/ y /d/; y velares,

²⁰ Fernández Planas (2008: 285) señala que la electropalatografía es una herramienta de análisis instrumental articulatorio [...] que “permite registrar los contactos de la lengua con el paladar a partir de la activación de los electrodos situados en la superficie de paladares artificiales.” Esta técnica permite hacer análisis temporal de la información obtenida, por medio de gráficos especializados llamados electropalatogramas.

/k/ y /g/ (Navarro, 1918: 14). Tradicionalmente, esta ha sido la clasificación más utilizada desde un punto de vista articulatorio, siguiendo el esquema clásico de división de la cavidad oral (véase la figura 4), en el que cada uno de los puntos articulatorios aporta un rasgo distintivo al fonema que se articule en él, de tal modo que los fonemas pueden tener los rasgos [labial], [dental], [alveolar], [palatal] o [velar]. Existen clasificaciones en las que se propone una división distinta de la cavidad oral, y, por tanto, de los rasgos basados en un criterio articulatorio. La Real Academia Española (2011) reconoce únicamente tres regiones articulatorias principales para los fonemas del español: la región labial, la región coronal y la región dorsal (RAE, 2011 §4.2a).

En la región coronal están considerados los incisivos superiores y los alveolos con el rasgo [+anterior], mientras que la zona palatal está considerada con el [-anterior]. Finalmente, el velo del paladar se agrupa dentro de la región dorsal con el [+alto] y el [+retraído].

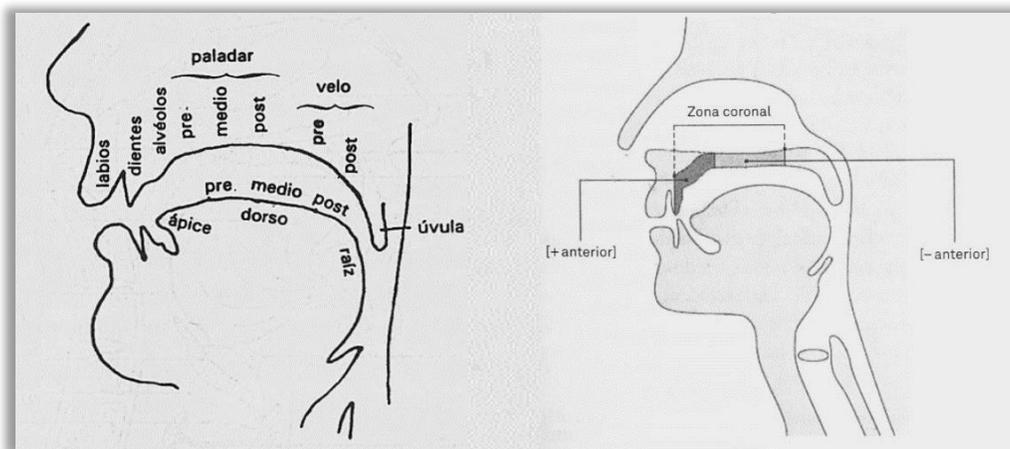


Figura 4. Comparación entre la cavidad oral según Quilis (1999) y la distribución de la región coronal según la RAE (2011)

Según este ordenamiento, para el caso del español, no importa si el fonema /t/ se articula únicamente en la cara posterior de los incisivos superiores o si tiene contacto con la región alveolar, ya que en ambos casos se trataría de un fonema con el rasgo [+coronal] y [+anterior].

1.3.4.2. Sonoridad y tensión en los fonemas oclusivos

Los fonemas obstruyentes oclusivos pueden dividirse en dos grupos: uno que corresponde a la serie sonora /b/, /d/ y /g/, y que posee el rasgo [+sonoro]; y otro perteneciente a la serie sorda con el rasgo [-sonoro], el cual está constituido por los fonemas /p/, /t/ y /k/ (Quilis, 1999: 195; RAE, 2011 §7.1e). Estos dos grupos de sonidos se dividen a partir de la presencia del rasgo [±sonoro], ya que, para muchos autores, como Gili Gaya (1975) y Quilis (1999), este es el único rasgo que opone las dos series de fonemas oclusivos entre sí.

Articulatoriamente, el rasgo [±sonoro] está fundamentado en el estatus de las cuerdas vocales. Las oclusivas son sonoras cuando las cuerdas vocales vibran, en el caso contrario, si se encuentran en estado de reposo, se trata de fonemas sordos (Navarro, 1918). La sonoridad se aprecia en el espectrograma como una banda de frecuencias bajas, de aproximadamente 500 Hz. La serie sorda carece de esta barra de sonoridad, por lo que únicamente se observa la fase de cierre de los órganos articulatorios y su posterior relajación en forma de explosión.

La oposición entre los fonemas oclusivos sonoros y sordos frecuentemente ha radicado en el rasgo de sonoridad, aun cuando otros investigadores, los cuales serán mencionados más adelante, señalan que el rasgo más importante que opone las dos series de fonemas oclusivos es el [tenso-flojo].

Las características fonéticas del rasgo [tenso-flojo], correspondientes a los correlatos articulatorios, acústico y perceptivo, son:

- 1) la tensión muscular de los órganos articulatorios producida durante el bloqueo de la salida del aire espirado (Hidalgo Navarro y Quilis Merín, 2002),
- 2) una breve ausencia de energía y de sonido en la cadena fónica,

3) y la interpretación que se hace de la duración de la fase tensa y el contraste realizado entre sonido y silencio en el *continuum* fónico²¹.

Con respecto a este último punto, Martínez Celdrán (1991a: 117) indica que “no sólo percibimos la diferencia entre sonido periódico y aperiódico, entre más débil o más fuerte, sino también entre ausencia o presencia de sonido y, en muchas circunstancias, esa ausencia de sonido es interpretada como una consonante oclusiva”. Dicho lo anterior, el rasgo [tenso-flojo] distingue los fonemas oclusivos tensos /p/, /t/, /k/ por medio de la mayor cantidad de la fase tensión, en contraste con los fonemas oclusivos flojos /b/, /d/, /g/ que presentan una menor cantidad en la misma fase.

Buena parte de los trabajos que proponen el rasgo [tenso-flojo] frente al de [±sonoridad] como rasgo principal de los fonemas oclusivos están basados en análisis perceptivos. Para realizar las pruebas de percepción, los investigadores han recurrido a técnicas como la manipulación de la señal sonora (Lisker, 1957; Martínez Celdrán 1991a, 1994), o la síntesis de estímulos diseñados específicamente para el experimento en cuestión (Liberman, Harris, Eimas, Lisker y Bastian, 1961; Borzone y Gurlekian, 1980).

La problemática del rasgo [tenso-flojo] puede ser dividida en tres tópicos principales.

1) La definición del rasgo [tenso-flojo]: no existe un consenso establecido de las propiedades fonéticas específicas de este rasgo, aun cuando se han hecho pruebas de índole articulatoria, acústica y perceptiva. Es por ello que es atendido a la par de los dos puntos siguientes: por un lado, se realizan estudios que aportan evidencias del rasgo [tenso-flojo] como elemento pertinente en el sistema fonológico del español; y, por otro lado, se

²¹ Se presentan las propiedades fonéticas que han sido mayormente aceptadas, pero la certeza sobre la naturaleza física de este rasgo aún está en proceso de definición, pues no existe un consenso en el que se establezcan tales propiedades de manera definitiva.

consolidan pruebas que, si bien no crean una definición del mismo, aportan propiedades que lo caracterizan.

2) La función del rasgo [tenso-flojo] en la fonología del español: se ha buscado establecer su relevancia en los fonemas obstruyentes, es decir, identificar si tiene alguna función en el sistema fonológico del español.

Alarcos (1974) informa sobre los trabajos realizados por L. G. Jones²² en los que, por medio de la manipulación de grabaciones fonográficas, eliminó la primera mitad de los fonemas fricativos /s/ y /f/. Los resultados indicaron que el sonido era percibido como /t/ o /p/, o como una africada /ts/. Hay que destacar que Alarcos nunca hace mención de la tensión en este ejemplo. Por el contrario, atribuye la percepción categorial a la forma en la que inicia el fonema en cuestión, pues señala que un inicio abrupto o gradual es el que da el indicio del tipo de fonema pronunciado, ya sea oclusivo o fricativo.

Martínez Celdrán (1991a) siguió con la línea de investigación mencionada por Alarcos, a propósito de los trabajos realizados por L. G. Jones. Efectuó un corte en la segunda mitad del primer fonema /s/ de la frase *Ese chico no me gusta*; de tal forma que únicamente quedó un breve momento de silencio en el mismo lugar donde fue eliminado el segmento. Los resultados apuntaron a que esa fase de silencio es interpretada como un fonema oclusivo sordo /t/, a pesar de que otras características propias de este fonema como el VOT.²³, la

²² Con respecto a estos trabajos, únicamente se cuenta con la referencia presentada por Alarcos (1974), a pesar de esto, se incluye la información presentada ya que es una de las primeras referencias en las que se han realizado experimentos perceptivos en los que se manipuló la señal sonora.

²³ El VOT (*voice onset time*) o tiempo de inicio de la sonoridad es un rasgo propuesto por Lisker y Abramson (1964) que da cuenta del tiempo que transcurre entre la explosión de una oclusiva y el inicio de la sonoridad de la vocal siguiente. En el caso de las consonantes sordas los valores son positivos, y negativos para las sonoras, ya que la sonoridad inicia antes de la explosión.

intensidad de la explosión, la presencia de la explosión, o las transiciones vocálicas típicas no estuvieran presentes.

Martínez Celdrán (1984a) expone las diferencias acústicas entre los fonemas obstruyentes, como el modo de articulación, la duración y la intensidad²⁴. A partir de los valores obtenidos para la duración, afirma que el rasgo [tenso-flojo] distingue a los sonidos obstruyentes entre sí, pues las aproximantes tienen una menor duración con respecto a los fricativos, los que, al mismo tiempo, son más breves que los oclusivos sordos.

Tabla 5. Duración media en milisegundos de los distintos tipos de obstruyentes, según Martínez Celdrán (1984a).

Oclusivas Sordas	Fricativas	Oclusivas sonoras	Aproximantes tensas	Aproximantes puras
t	θ	d	ð	ç
92.99	81.25	57.5	54.3	54.15

En los datos presentados en la tabla 5 se observa que este el rasgo [tenso-flojo] posee un valor distintivo en el sistema fonológico del español. No sólo distingue entre tipos de fonemas obstruyentes, sino que parece caracterizar las dos series de fonemas oclusivos mediante la duración de la fase de silencio.

3) La función contrastiva del rasgo [tenso-flojo] en los fonemas oclusivos sonoros y sordos: es decir, determinar si este rasgo tiene mayor relevancia que otros, como la sonoridad, para crear el contraste entre los fonemas /b/, /d/, /g/ y /p/, /t/, /k/.

Uno de los primeros estudios en los que se analiza la relevancia del rasgo [tenso-flojo] en la distinción entre los dos tipos de fonemas oclusivos es el presentado por Lisker (1957),

²⁴ El propósito de esta investigación se enfocó en mostrar las diferencias existentes entre los sonidos aproximantes y los fricativos, al poner especial atención en el modo de articulación y en la presencia de energía turbulenta. Gracias al análisis de los valores de duración y de intensidad fue posible ampliar la caracterización y así determinar si la tensión tiene una función fundamental en la distinción de los fonemas oclusivos.

para el inglés. Este trabajo consta de diversos experimentos en los que se editó²⁵ una serie de grabaciones con los pares cuasi mínimos (*rupee-ruby*), mismos que, posteriormente, fueron presentados a distintos informantes mediante test perceptivos.

En el primer experimento se eliminó una sección de 35 ms. a la fase de silencio de la palabra *rupee*, dejándola únicamente con una duración de 65 ms. Los informantes identificaron /b/ en lugar de /p/, aun cuando el estímulo no contaba con la sonoridad prototípica de /b/. Para comprobar los resultados obtenidos en este primer experimento, realizaron otros cortes e inserciones a la palabra *rupee*, esta vez con intervalos de duración de 10 ms. que iban desde los 40 hasta los 150 ms. Estos nuevos estímulos fueron presentados de forma aleatoria a diversos informantes, los cuales realizaron una clara distinción entre /b-p/: cuando el estímulo era menor a 70 ms. se interpretaba como /b/; mientras que, cuando tenía una duración mayor a 80 ms. se interpretaba como /p/. Un punto importante con respecto a los experimentos realizados por Lisker es que partió de grabaciones de voz natural, mismas que posteriormente editó para realizar los test perceptivos.

Este tipo de investigación fue retomada posteriormente por Liberman *et al.* (1961), quienes, por medio de técnicas de síntesis de audio²⁶ y test perceptivos, comprobaron los resultados obtenidos por Lisker (1957). Se editó una serie de grabaciones, esta vez con la palabra *rapid*, en las que se insertaron segmentos de silencio que iban de los 20 a los 130 ms.

²⁵ La edición de las grabaciones fue realizada mediante la inserción de segmentos en blanco en el lugar de la oclusiva correspondiente. Cabe destacar que las grabaciones con las que contaban estos investigadores se encontraban en formato análogo de cinta magnética (Lisker, 1957).

²⁶ La síntesis de las grabaciones fue realizada de forma manual, mediante la creación de espectrogramas que portaban las palabras *rabbit-rapid* del inglés. Una de las principales diferencias entre los trabajos de Lisker y Liberman es que el primero utilizó grabaciones de voz natural editadas, mientras que Liberman hizo uso de grabaciones sintéticas con el propósito de evitar en la mayor medida otras características que podían afectar el análisis de la tensión, como las transiciones vocálicas o la sonoridad de /d/, que podían dar indicios sobre el fonema en cuestión.

con una diferencia de 10 ms. entre sí en el lugar de la consonante oclusiva sorda bilabial /p/. Este estudio demostró que los hablantes estadounidenses no sólo distinguen entre los dos tipos de oclusivas /p-d/ con base en la duración de la tensión (segmento de silencio), sino que pueden identificar una tercera categoría fonológica *pp*; aun cuando se trata de un sonido que no pertenece al sistema fonológico del inglés, tal como se aprecia en la figura 5.

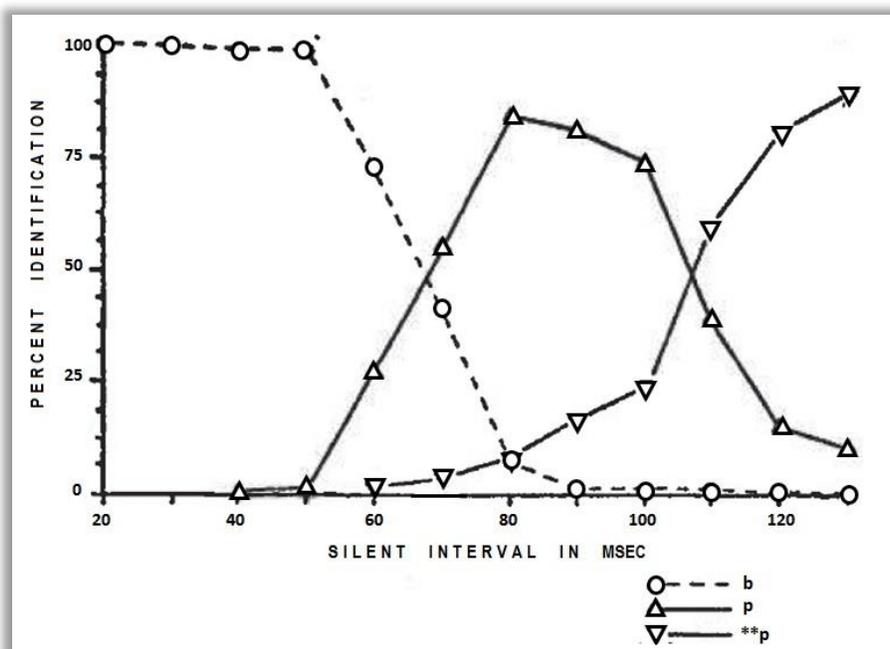


Figura 5. Percepción de los fonemas oclusivos a partir de la duración de la tensión, según Liberman *et al.* (1961).

En la figura 4 se observa que, en el rango de duración menor a 50 ms. la identificación de /d/ es prácticamente del 100%, mientras que los informantes percibieron /p/ en el rango entre 80 y 100 ms. en hasta alrededor de 80% de los casos. Cuando los estímulos contaban con una duración de la tensión mayor a 120 ms. se identificó *pp*.

Álvarez (1978) realizó estudios similares para el inglés en los que observó la importancia de la duración de la fase de cierre de los fonemas oclusivos del inglés. El método utilizado por este autor fue la síntesis de la palabra *gambling*, en la que /b/ tenía una duración de 40 ms., además de que no contaba con la sonoridad propia de este fonema.

Álvarez aumentó la duración de la fase de cierre en intervalos de 10 ms. hasta llegar a los 240 ms. Los estímulos obtenidos fueron utilizados en un test perceptivo en el que los informantes tenían que señalar si se trataba de *b*, *p* o *pp*. Los resultados indicaron que se identificó /b/ en los rangos de duración de 40 a 70 ms. Cuando la duración del intervalo era de 90 a 170 ms. se identificó como una oclusiva sorda /p/. Por último, si la duración de la tensión era superior a los 200 ms. los informantes interpretaron una oclusiva sorda doble.

Martínez Celdrán (1993) presentó una investigación en la que buscó establecer el rasgo [tenso-flojo] como el principal rasgo de los fonemas oclusivos. Estudió la relación entre la duración de la fase de silencio y la percepción de la sonoridad en los fonemas /p-b/ del español. Realizó diversos estímulos a partir de grabaciones de voz sintetizada en los que sustituyó la consonante oclusiva en cuestión por intervalos de silencio que iban desde los 26.4 ms. hasta los 220 ms. con diferencias de 8.8 ms. entre sí²⁷; siguiendo la metodología realizada por Lisker *et al.* (1957), Liberman *et al.* (1961) y Álvarez (1978).

Una de las características más importantes de este trabajo es que se realizaron dos tipos de test perceptivos, uno de identificación: en el que los informantes escogieron entre las opciones *b*, *p* o *pp*; y uno de discriminación: en el que los informantes escucharon dos estímulos distintos e indicaron si se trataba del mismo sonido. Los resultados del primer test indicaron que en el rango de duración de 26.4 a 61.6 ms. los estímulos se interpretaron como fonemas sonoros /b/; entre los 70.4 y 140.8 ms. se identificó el fonema sordo /p/; mientras que en la duración superior a los 149.6 ms. los informantes percibieron un sonido geminado *pp*. El segundo experimento reveló que pertenecen a la misma categoría los sonidos situados

²⁷ Además de las características señaladas, los estímulos no contaban con la barra de explosión propia de los sonidos oclusivos, también se cuidó que en todos los casos las transiciones vocálicas de los fonemas adyacentes fueran las mismas, con la finalidad de que otras variables como el VOT o el *locus* no interfirieran en los test perceptivos.

entre los 26.4 y los 61.6 ms; otra categoría está constituida dentro del rango de 79.2 a 96.8 ms.; en tanto que los fonemas con una duración superior a los 150 ms. pertenecen a la categoría de los sonidos geminados. Con base en los resultados obtenidos, Martínez Celdrán propone tres categorías basadas en el rasgo [tenso-flojo]: *pp*, hipertensa; *p*, tensa; y *b*, floja.

Martínez Celdrán (1991b) investigó la sonoridad y la tensión, al analizar la importancia de la duración de la fase de silencio. En este nuevo experimento eliminó una sección de todas las oclusivas sordas en una serie de grabaciones²⁸, de forma que únicamente quedara la fase de silencio con una menor duración y sin la barra de explosión. Tras la realización de los test perceptivos se comprobó que en un 84% de los casos se tiende a identificar el estímulo como un fonema sonoro, en este caso aproximante, debido a la posición intervocálica y a la ausencia de la barra de explosión. Como consecuencia de la falta de la explosión, la identificación de las velares fue la que presentó más problemas, ya que, como ha sido señalado anteriormente, es justamente la explosión la que aporta información sobre el punto de articulación en las oclusivas velares.

Si bien los procedimientos de estos estudios guardan gran parecido entre sí, los resultados de las pruebas cambian en cada uno de ellos. Genera especial atención la comparación de los datos aportados por Liberman *et al.* (1961) y Álvarez (1978), pues los rangos de duración en los que se genera la distinción categórica de los sonidos son sumamente distintos, aun cuando la lengua de estudio es la misma. Esta diferencia se observa principalmente en el caso de las oclusivas dobles o geminadas (véase la tabla 6).

²⁸ Las grabaciones que utilizó Martínez Celdrán para la creación de los estímulos perceptivos partieron de muestras de voz natural en las que se encontraban todas las oclusivas sordas del español en posición intervocálica. Las vocales que tomó en cuenta este autor fueron: /i/, /a/, /u/.

Tabla 6. Comparación de los estudios perceptivos en los fonemas oclusivos del inglés y español.

Tipo de oclusiva	Sonoros	Sordos	Geminados
Lisker (1957) <i>Inglés</i>	Menos de 70 ms.	Más de 80 ms.	--
Liberman <i>et al.</i> (1961) <i>Inglés</i>	Menos de 50 ms.	80 a 100 ms.	120 ms. o más
Álvarez (1978) <i>Inglés</i>	40 a 70 ms.	90 a 170 ms.	200 ms. o más
Martínez Celdrán (1993) <i>Español</i>	26.4 a 61.6 ms	70.4 y 140.8 ms.	149.6 ms. o más

La relevancia del rasgo [tenso-flojo] frente a la sonoridad ha sido estudiada en distintos trabajos, como los que se han mencionado hasta ahora. No obstante, existen otros estudios en los que se aborda este problema desde una perspectiva distinta, como en el caso de Martínez Celdrán (1984b) en el que se eliminaron diversas bandas de frecuencia para eliminar la sonoridad en grabaciones de voz natural. Se utilizó una lista de pares mínimos con los fonemas oclusivos sordos, sonoros, junto con los alófonos aproximantes espirantes del español. Posteriormente se editaron las grabaciones de tal forma que no hubiera rastro de la barra de sonoridad en los estímulos realizados: se eliminaron los primeros 1000 Hz, y en un segundo grupo solamente se eliminaron los primeros 500 Hz.

Las pruebas mostraron que la ausencia de la barra de sonoridad no interviene en la correcta distinción de este tipo de sonidos. En los casos en los que se suprimieron los primeros 1000 Hz hubo un menor número de respuestas correctas, debido a que no sólo se eliminó la barra de sonoridad, sino que también fueron afectadas las características acústicas de los demás sonidos de la frase en cuestión; véase la tabla 7.

Tabla 7. Resultados de los test perceptivos de Martínez Celdrán (1984b).

	Oclusivas sordas/ aproximantes espirantes		Oclusivas sordas/sonoras	
	0 a 1000 Hz	0 a 500 Hz	0 a 1000 Hz	0 a 500 Hz
Banda de frecuencia eliminada				
Reconocimiento de sonido	74.5 %	93.33 %	78.66 %	90 %
Reconocimiento de palabra	62.6 %	87.66 %	60.1 %	80.03 %

Experimentos similares también han sido realizados por Pérez (1998), en los que reprodujo la metodología utilizada por Martínez Celdrán (1984b). Este autor suprimió las bandas de frecuencias bajas en los fonemas /b/, /d/ y /g/; del mismo modo, generó bandas de frecuencias bajas en los fonemas /p/, /t/ y /k/ en una serie de grabaciones sintetizadas, con la finalidad de simular la barra de sonoridad. Este autor comprobó que la presencia o la ausencia de la barra de sonoridad no afecta en la correcta identificación de este tipo de fonemas. En cambio, en un experimento del mismo estudio en el que intercambió la duración de la fase de cierre de las oclusivas, hubo una tendencia moderada a interpretar el sonido por su homólogo sonoro y sordo.

1.3.5. El fonema dental oclusivo sordo /t/

Este fonema ha sido caracterizado de distintas formas a lo largo de los estudios de fonética y fonología, por lo que es posible encontrar descripciones que en muchas ocasiones no coinciden, pues cada una de ellas tiene como finalidad resaltar alguna de las características del fonema en cuestión. Es por ello que en este apartado se retoman las principales características del fonema /t/ y se exponen de forma esquemática:

Rasgos distintivos del fonema /t/

Los rasgos con los que se ha descrito el fonema /t/ pueden estar basados en información articuladora, según el modo de articulación, el punto de articulación y el estatus de las cuerdas vocales. Si se toma un criterio acústico se partirá de las cualidades físicas del sonido.

Tabla 8. Comparación de los rasgos distintivos del fonema /t/ según Navarro, Quilis y la RAE.

Autor	Tipo de rasgos	Rasgos
Navarro (1918)	Articulatorios	Dental, oclusivo, sordo.
Alarcos (1974)	Acústicos	No vocal, consonante, difuso, agudo, oral, tenso, interrumpido.
Quilis (1998)	Acústicos	no vocálico, consonántico, difuso, agudo, oral, interrumpido, sordo, mate
RAE (2011)	Articulatorios	+consonante, -sonante, -continuo, -sonoro, +anterior, -distribuido

En la tabla 8 se observa que el único autor que postula el rasgo [tenso-flojo] es Alarcos, pues considera que este rasgo permite la identificación de los fonemas oclusivos sordos en los casos en los que la sonoridad no está presente, como es el caso de la voz cuchicheada (Alarcos, 1974: 40). También se puede notar que los rasgos que propone Quilis son prácticamente los mismos que los propuestos por Alarcos, con la distinción de que sustituye el rasgo [tenso-flojo] por el de la sonoridad, ya que el primero únicamente aporta información redundante (Quilis, 1981).

Características articulatorias y acústicas

El fonema /t/ está constituido por dos fases articulatorias:

La tensión, en la que se produce el cierre total entre la zona predorsal de la lengua y la cara posterior de los incisivos superiores y su frontera con la zona alveolar. Según Martínez Celdrán y Fernández Planas (2007), esta fase tiene una duración promedio de 70 ms.

La explosión, que corresponde a la relajación del contacto entre la lengua y los incisivos superiores²⁹. Martínez Celdrán y Fernández Planas (2007) mencionan que la explosión tiene una duración promedio de 7 ms. en el español de Madrid, mientras que Villamizar (2002) señala una duración promedio de la explosión de 8.74 ms. en muestras del español de Venezuela. En cuanto a la intensidad de la explosión, se reporta una frecuencia máxima alcanzada de 5900 Hz (Martínez Celdrán y Fernández Planas, 2007).

Además de las fases articulatorias mencionadas, el fonema /t/ cuenta con las siguientes características acústicas:

La **cantidad** del fonema dental oclusivo sordo /t/ está determinada por la tensión articulatoria, que es el nivel de presión del aire y la rigidez de la cavidad oral (Martínez Celdrán y Fernández Planas, 2007). En los valores aportados por autores como Borzone y Gurlekian (1980), Hidalgo Navarro y Quilis Merín (2002) y Martínez Celdrán y Fernández Planas (2007) la duración del fonema es congruente con los parámetros descritos por Catford (1977), es decir, tiene una duración promedio entre los 70 y 140 ms. Los resultados de Villamizar (2002) se distinguen de los de otros autores ya que describe este fonema con una duración propia de las oclusivas sonoras (Véase la tabla 9).

²⁹ Respecto al punto de articulación de /t/, los autores mencionados presentan una nueva clasificación del fonema y lo nombran *dentoalveolar predorsal*. Dicha descripción se opone a la caracterización tradicional en la que se considera que /t/ tiene una articulación puramente apical (Gili Gaya, 1975).

Tabla 9. Comparación de la duración del fonema /t/.

Autor	Duración de /t/	Rango de duración según Catford (1977)
Villamizar (2002) <i>Español de Venezuela</i>	53.38 ms.	sonoro
Borzzone y Gurlekian (1980) <i>Español de Valdivia</i>	80 ms.	sordo
Hidalgo Navarro y Quilis Merín (2002) <i>Español peninsular</i>	85 ms.	sordo
Martínez Celdrán y Fernández Planas (2007) <i>Español peninsular</i>	90 ms.	sordo

Sonoridad o tensión: Al igual que los fonemas /p/ y /k/, el fonema dental oclusivo sordo /t/ se caracteriza por no tener vibración de las cuerdas vocales durante su realización, por lo que cuenta con el rasgo [sordo]. Es gracias a este que se opone al fonema sonoro /d/. Si se toma en cuenta el rasgo [tenso-flojo], el fonema /t/ se considera dentro de las oclusivas tensas, pues la duración relativa de este fonema es mayor que la de su correlato flojo /d/, tal como lo expone Canellada y Madsen (1987).

Alófonos

Comúnmente se ha descrito a este fonema con un alófono único en distribución complementaria. Sin embargo, se tiene noticia de algunas variaciones frecuentes, como las reportadas por Machuca (1997: 215), quien hace una revisión de la variación de los fonemas obstruyentes no continuos del español. El autor muestra que este tipo de fonemas puede realizarse de forma no continua sorda, como una oclusiva no continua sonora, como una aproximante y en forma de una elisión. En la tabla 10 se muestra el tipo de realizaciones que

pueden presentar los fonemas obstruyentes no continuos sordos, entre los que se encuentra el fonema /t/, y el porcentaje que en el que son realizados.

Tabla 10. Porcentaje de aparición de cada categoría fonética en los fonemas obstruyentes no continuos sordos del español, según Machuca (1997).

Categoría fonética	Porcentaje total de realización
Oclusiva sorda	99 %
Oclusiva sonora	80 %
Aproximante	19 %
Elisión	2 %

A partir de la información aportada por este autor, se observa que el cambio más común es la sonorización, en tanto que la aproximación y la elisión son menos frecuentes.

Martínez Celdrán y Fernández Planas (2007) indican que el fonema /t/ puede tener una articulación relajada debido a la superficie de contacto entre la lengua y la región dentoalveolar del paladar. Esto genera que la duración de la segunda fase de este fonema sea más larga que en las caracterizaciones tradicionales, lo cual hace que se asemeje, en cierta forma, a los sonidos africados. Estos resultados se oponen a la clasificación tradicional en la que se considera que este fonema es puramente explosivo.

En un estudio posterior, Martínez Celdrán (2009) presenta algunos casos en los que el fonema /t/ se realiza como una aproximante, como una oclusiva sonorizada, así como una oclusiva [sic] semisonorizada, además de la realización oclusiva sorda. Genera especial atención la semisonorización y la sonorización, casos en los que los rasgos como la sonoridad, la tensión, el VOT y la cantidad se neutralizan.

La RAE (2011 §4.71) presenta una recopilación de casos en los que este fonema cuenta con varios alófonos en posición de coda silábica, como en el sustantivo *atmósfera*, entre los que se encuentran variaciones dentales oclusivas sordas y sonoras, así como aproximantes: [t], [d], [ð]; sonidos velares oclusivos y aproximantes sonoros y sordos: [k],

[g], [ɣ]; sumados a otras variaciones interdental: [θ], esta última en la zona central de España. Aunado a esto, se menciona la existencia de alófonos como [s], [l], [r], y en forma de elisión, propios de situaciones de habla informales.

II. ANÁLISIS ACÚSTICO

2. Análisis acústico

En este apartado se describe acústicamente el fonema /t/ en el contexto stV con la finalidad de obtener una descripción del modo de articulación de los fonemas oclusivos en hablantes con edentulismo y portadores de prótesis dentales totales. Los parámetros acústicos observados son los tipos de fases articulatorias presentes, la duración de las fases, así como la duración total del fonema. Con base en los resultados obtenidos, se hizo una clasificación de los tipos de articulación más importantes.

La razón por la que se eligió el fonema /t/ se debe a que según diversos manuales de fonología y fonética española (Quilis, 1999; Hidalgo Navarro y Quilis Merín, 2002) se considera que es un fonema con un solo alófono en distribución complementaria, no obstante, es interesante observar la amplia variabilidad con la que cuenta este fonema a partir del uso o no de prótesis dentales, y la forma en la que estos cambios intervienen en la identificación auditiva del mismo.

En cuanto a la elección del contexto stV se debe a que es el entorno fónico en el que se observó mayor variación del fonema dental oclusivo sordo /t/ en el corpus de estudio. Esto permitió examinar la importancia de las fases articulatorias como caracterizadoras de los rasgos distintivos de /t/ en una mayor gama de variaciones. Además, este contexto fue estudiado por Martínez Celdrán (1991a) en un experimento perceptivo para determinar si la fase de silencio es suficiente para que un fonema oclusivo sea interpretado como tal, aun cuando otras características como la explosión o el VOT no estén presentes durante la articulación.

2.1. Segmentación del corpus

El análisis acústico de las grabaciones se realizó con el programa computacional *Praat*, el cual tiene herramientas que permiten visualizar las características acústicas de los fonemas. Con base en un primer análisis exploratorio del corpus, se han considerado tres tipos de fases articulatorias en el fonema objeto de estudio: tensión, fricción y explosión. Una vez localizadas y etiquetadas todas las realizaciones de /t/ con sus fases articulatorias, se recurrió a un *script* de *Praat* con el que se obtuvo de forma automática la duración de cada segmento marcado en la grabación.

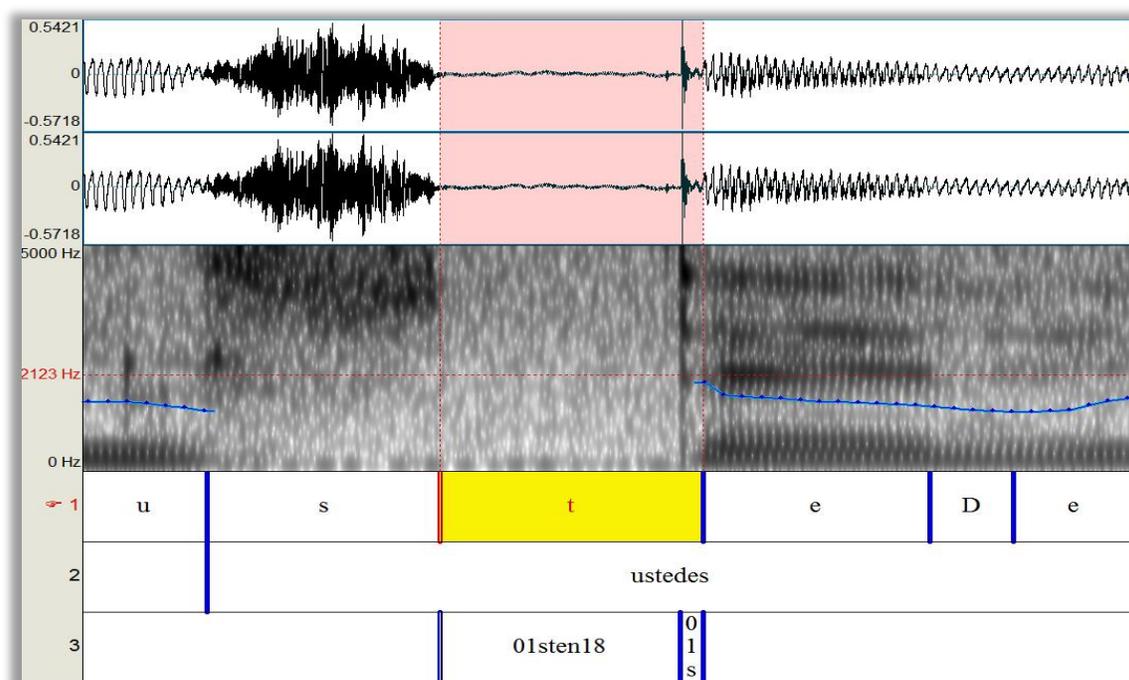


Figura 6. Articulación de /t/ con las fases *tensión-explosión*.

La realización del fonema dental oclusivo sordo /t/ en el corpus de estudio presentó tres tipos de articulación según sus fases articulatorias. En primer lugar, se encontró una oclusiva explosiva con las fases *tensión-explosión*. Tal como se aprecia en la figura 6, la tensión se visualiza como un espacio en blanco o de menor energía en el espectrograma, que

coincide con el momento en el que los órganos articulatorios permanecen unidos. La explosión, que es la fase siguiente, se aprecia como una barra de duración muy breve con una frecuencia entre 1000 Hz y 16000 Hz. Este tipo de articulación es la prototípica de los fonemas oclusivos sordos del español y la que se ha descrito con más frecuencia.

En algunos casos la explosión tuvo una duración mayor a los 10 ms., pues la vocal siguiente no iniciaba inmediatamente, sino que producía un nuevo espacio de silencio o en algunos casos una fricción de baja intensidad y de frecuencia entre los 2000 y 6000 Hz. En estos casos se conservó la etiqueta de *explosión*, pues fue el elemento más relevante dentro de la fase etiquetada. Es importante aclarar que en estos casos se siguió conservando el contexto stV, la única distinción radica en que la articulación del fonema /t/ tuvo una explosión con las características antes mencionadas.

En el siguiente tipo de articulación se genera el mismo contacto y cierre total de los órganos articuladores, por lo que cuenta con la fase tensión. Su realización es más relajada y se produce en forma fricativa; es por ello que presenta las fases *tensión-fricción*. La *fricción* ocupa, principalmente, las frecuencias mayores a 3000 Hz, y tiene una mayor duración en comparación con la explosión, tal como se observa en la figura 7. Dependiendo de la duración y de la intensidad con la que se genera la fricción, este tipo de articulación se puede asemejar a los fonemas africados, debido a que posee tanto una fase oclusiva como una relajación fricativa. La concentración de energía en la sección fricativa de esta realización de /t/ es menor que la de los fonemas fricativos, en este caso en comparación con el fonema /s/; nótese la intensidad del sombreado de la /t/ en comparación con la fricativa /s/ en la figura 7.

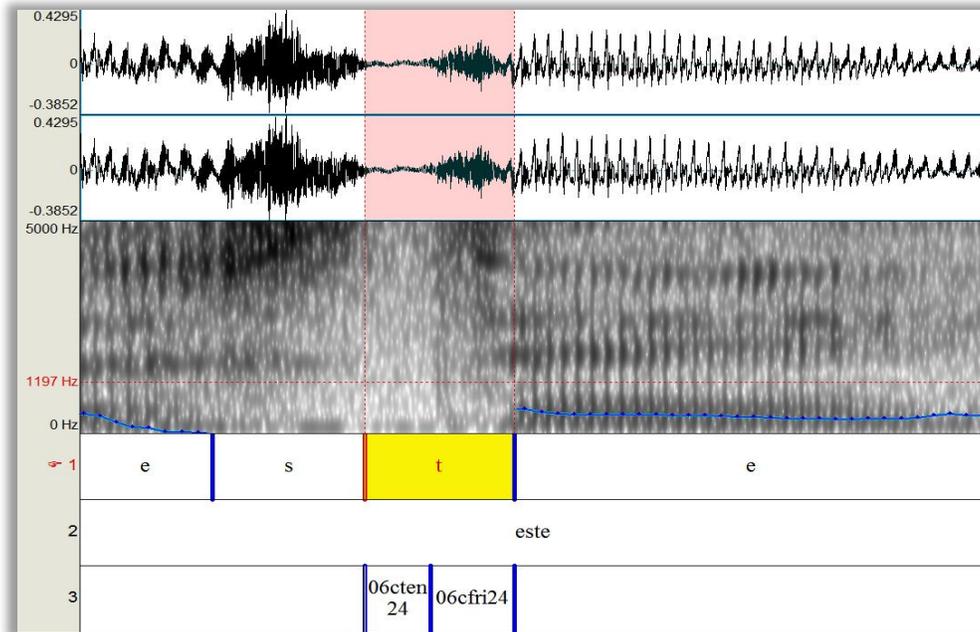


Figura 7. Articulación de /t/ con las fases *tensión-fricción*.

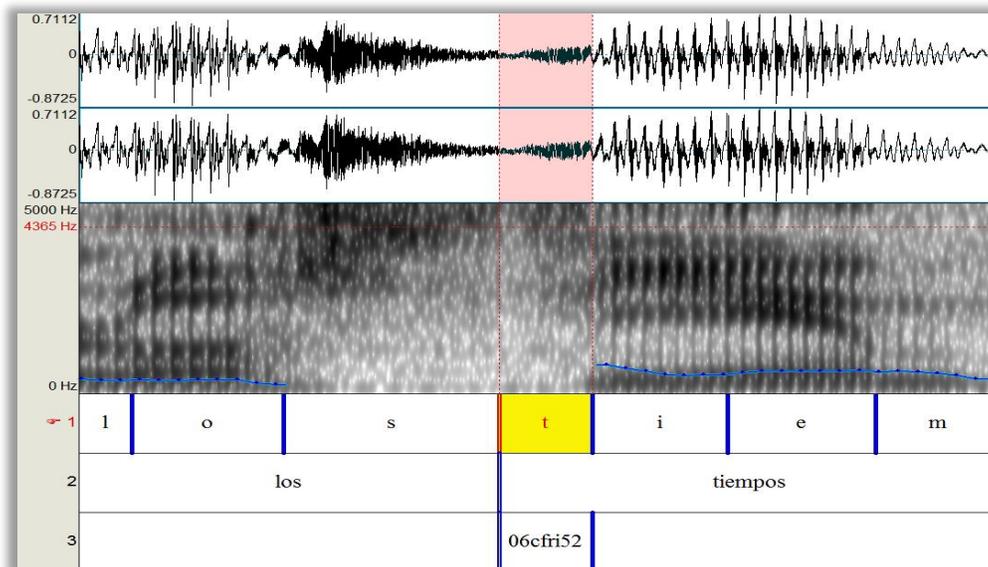


Figura 8. Articulación de /t/ con la fase *fricción*.

El último tipo de articulación encontrado no presenta una obstrucción total de los órganos articuladores, solamente un acercamiento de los mismos, lo que genera un sonido fricativo, tal como se puede apreciar en la figura 8. El rango de frecuencia de esta fricción corresponde a los 3000 Hz en adelante. Esta fricción se caracteriza por tener una menor

concentración de energía con respecto a la fricativa /s/. Además, la duración del fonema es menor en comparación con el fonema fricativo precedente. Resalta que en este tipo de articulación no se encuentre ninguna de las propiedades acústicas prototípicas de /t/, como la tensión o la explosión.

Cada una de las tres formas de articulación descritas fue clasificada según la duración de la segunda fase articulatoria y la duración total del fonema. Para realizar la clasificación a partir de la segunda fase se tomó en cuenta la información aportada por Quilis (1999) y Martínez Celdrán y Fernández Planas (2007). Estos autores mencionan que la duración de esta fase caracteriza el tipo de consonante en cuestión, debido a que en las oclusivas explosivas tiene una duración máxima de 10 ms., en las oclusivas aspiradas tiene una duración máxima de 30 ms. y las africadas una mínima de 50 ms., véase la figura 9:

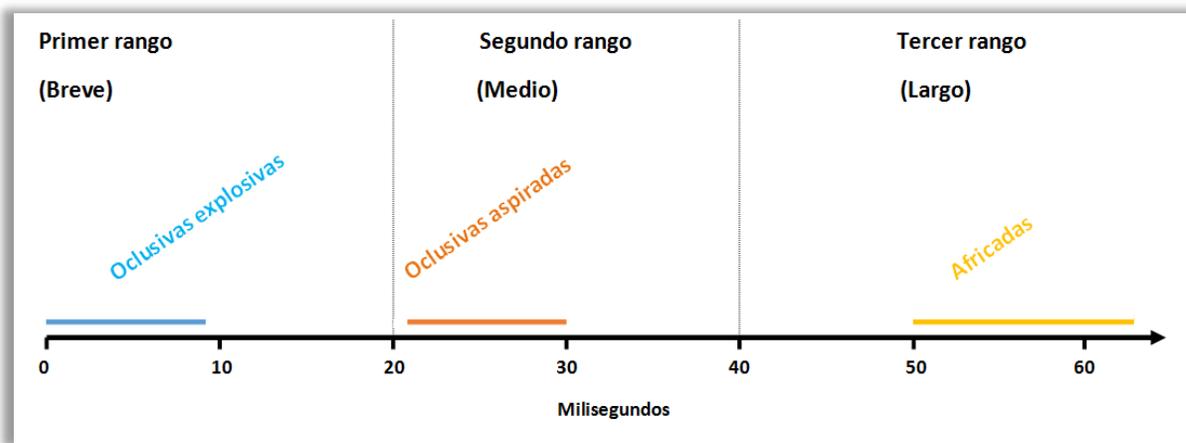


Figura 9. División temporal de la segunda fase articulatoria según Martínez Celdrán y Fernández Planas (2007) y Quilis (1999).

Con base en la información aportada por estos dos autores, se tomó en cuenta tres rangos temporales para la clasificación de los resultados del análisis acústico: de 0 a 20 ms. como primer rango, de 21 a 40 ms. para el segundo rango y de 41 ms. en adelante para el tercero. Esta división temporal tuvo como finalidad que los rangos propuestos por los autores se encontraran a la mitad de los rangos que se proponen en este trabajo, de forma que se

amplía la distancia entre los mismos y se evitan las zonas de cruce entre dichos rangos, además, de esta forma se obtienen rangos temporales con la misma duración en tramas de 20 ms.

Otro parámetro considerado fue la duración total del fonema. Se partió de la descripción que aporta Martínez Celdrán (1993) de los fonemas oclusivos. Este autor señala que en este tipo de fonemas la duración caracteriza el tipo de oclusiva en cuestión: las sonoras tienen una duración menor de 69 ms., las sordas cuentan con un rango entre 70 y 140 ms., mientras que las oclusivas geminadas superan los 141 ms. En este caso, se tomaron directamente los datos de Martínez Celdrán para ordenar la información obtenida en el análisis acústico.

Con base en los tres parámetros mencionados: tipos de fases articulatorias, duración total del fonema y duración de la segunda fase articulatoria, se ha cuantificado cada una de las realizaciones de /t/ que se presentaron en el corpus de estudio, tal como se aprecia en la tabla 11. Se observa que hay tres tipos de articulación principales, los cuales están determinados por las fases con las que cuentan (columna uno). Cada tipo de articulación está dividido a su vez en tres rangos de duración: sonoro, sordo y geminado (columna dos). En los casos en los que se realizaron dos fases articulatorias, cada rango de duración se separó según la duración de la segunda fase (columna 3). Es así que se encontraron 19 variaciones del fonema /t/ según los parámetros descritos.

Tabla 11. Tipos de articulación y número de realizaciones de /t/ en el corpus de estudio.

Tipo de fases presentes	Duración total del fonema	Duración de la segunda fase articulatoria	Número de realizaciones
Tensión y explosión	Menos de 69 ms. (sonoros)	Menos de 20 ms. (breve)	4
		21 a 40 ms. (medio)	4
		41 ms. o más (largo)	-
	70 a 140 ms. (sordos)	Menos de 20 ms. (breve)	46
		21 a 40 ms. (medio)	75
		41 ms. o más (largo)	11
	141 ms. o más (geminados)	Menos de 20 ms. (breve)	21
		21 a 40 ms. (medio)	46
		41 ms. o más (largo)	15
Tensión y Fricción	Menos de 69 ms. (sonoros)	Menos de 20 ms. (breve)	2
		21 a 40 ms. (medio)	9
		41 ms. o más (largo)	-
	70 a 140 ms. (sordos)	Menos de 20 ms. (breve)	15
		21 a 40 ms. (medio)	103
		41 ms. o más (largo)	36
	141 ms. o más (geminados)	Menos de 20 ms. (breve)	3
		21 a 40 ms. (medio)	17
		41 ms. o más (largo)	6
Fricción	Menos de 69 ms. (sonoros)	No aplica	74
	70 a 140 ms. (sordos)	No aplica	81
	141 ms. o más (geminados)	No aplica	1

2.2. Resultados

El fonema dental oclusivo sordo /t/ tuvo realizaciones con una duración total que va desde los 23 hasta los 271 ms., con una media de 93.17 ms. Se puede notar que los valores mínimos y máximos están muy distantes del rango de duración de los fonemas oclusivos sordos señalando por Martínez Celdrán (1993).

Con respecto a la segunda fase articulatoria, tuvo una duración entre los 7 y los 92 ms., con una media de 25.78 ms. Se aprecia que la duración de esta fase abarca los tres rangos de duración propuestos para esta fase articulatoria. Además, en el rango de los fonemas

sonoros no se presentó ningún caso de una segunda fase con una duración superior a los 41 ms.³⁰

Tabla 12. Realizaciones de /t/ por porcentaje de realización.

Fases articulatorias	Rango de duración total del fonema	Rango de duración de la segunda fase	Porcentaje de realización en el corpus
Tensión-fricción	Sordo	Media	18.19%
Fricción	Sordo	-	14.58%
Tensión-explosión	Sordo	Media	13.18%
Fricción	Sonoro	-	13.50%
Tensión-explosión	Sordo	Breve	8.80%
Tensión-explosión	Geminado	Media	8.80%
Tensión-fricción	Sordo	Larga	6.39%
Tensión-explosión	Geminado	Breve	3.69%
Tensión-fricción	Geminado	Media	2.98%
Tensión-explosión	Geminado	Larga	2.63%
Tensión-fricción	Sordo	Breve	2.46%
Tensión-explosión	Sordo	Larga	1.93%
Tensión-fricción	Sonoro	Media	1.58%
Tensión-fricción	Geminado	Larga	1.05%
Tensión-explosión	Sonoro	Breve	0.07%
Tensión-explosión	Sonoro	Media	0.07%
Tensión-fricción	Geminado	Breve	0.05%
Tensión-fricción	Sonoro	Breve	0.03%
Fricción	Geminado	-	0.02%

En la tabla 12 se ordenan las variaciones de /t/ a partir del porcentaje de realización que tuvieron dentro del corpus de estudio. Llama la atención que la articulación prototípica, la *tensión-explosión* con duración sorda y con explosión breve, no sea la más frecuente. El

³⁰ Esto quizá se deba a que con una duración total menor a 69 ms. es muy improbable que se realice una segunda fase articulatoria mayor a 41 ms. Hará falta realizar estudios futuros en los que se aclare la razón por la que no se encontró este tipo de realización en el corpus de estudio.

rango sordo encabeza la lista (celdas azules), seguidas por las de rango geminado (celdas amarillas). La única variante del grupo sonoro que está en las primeras posiciones corresponde a una articulación fricativa, la cual tiene uno de los niveles de variación más altos en el corpus de estudio (celdas verdes). Estos datos parecen indicar que la duración total del fonema es uno de los parámetros que aportan mayor información para la articulación y distinción del tipo de fonema en cuestión.

El hecho de que los rangos sordo y geminado encabecen la lista sobre el sonoro se debe a que los informantes recurren más frecuentemente a producir el fonema /t/ en el rango de duración de los sordos y en el de los geminados. Es importante recalcar que los rangos sordo y geminado tienen el mismo valor fonológico para el español, en tanto que el rango sonoro sí representa un contraste fonológico.

2.2.1. El fonema /t/ en la voz de los adultos mayores edéntulos

Fases articulatorias de /t/ en el edéntulo

Este apartado describe los tipos de fases que se realizaron, las cuales corresponden a tres variantes principales:

Tabla 13. Tipos de articulación en la voz de los adultos mayores edéntulos.

Tipo de articulación	Porcentaje de realización	Duración media
Tensión y explosión	48 %	123 ms.
Tensión y fricción	28 %	103 ms.
Fricción	24 %	72. ms.

Destaca que el tipo de articulación más frecuente sea el más prototípico, aun cuando el entorno de la cavidad oral esté modificado seriamente por la ausencia de los órganos dentarios. En la tabla 13, también se observa que la duración media de cada tipo de

articulación disminuye conforme se pierden las fases articulatorias prototípicas de los fonemas oclusivos.

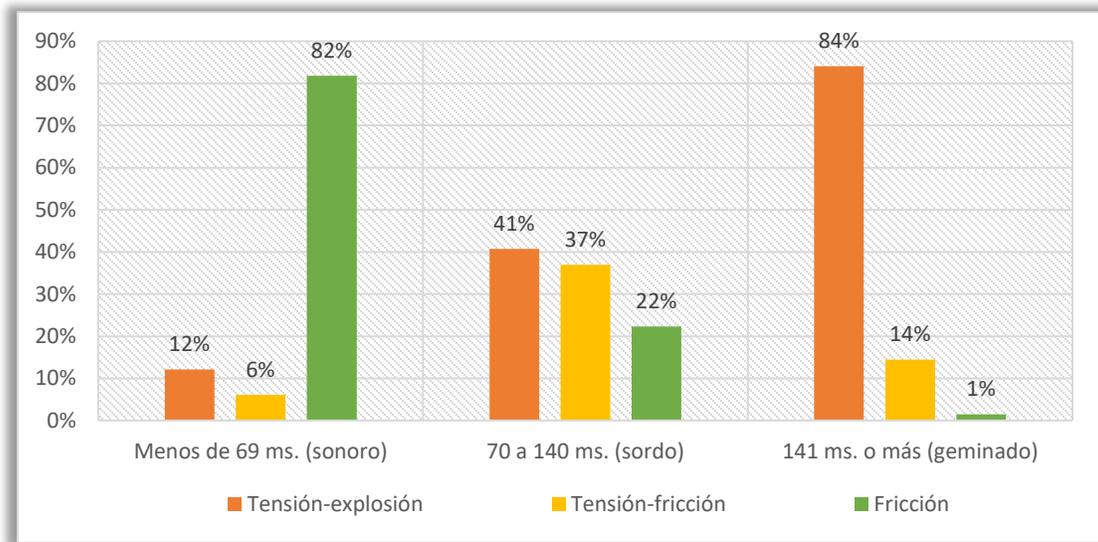


Figura 10. Tipo de articulación por rangos de duración, en la voz del edéntulo.

También se observó la relación entre los tipos de fase articulatoria y los rangos de duración propuestos por Martínez Celdrán (1993). En la figura 10 se observa que la cantidad de realizaciones de *tensión-explesión* es directamente proporcional a la duración del fonema, siendo más frecuente en el grupo de los sonidos geminados (141 ms. o más), nótese en la barra anaranjada. En cuanto a la *fricción*, el porcentaje de producciones es inversamente proporcional a la duración: son más frecuentes las realizaciones fricativas en el rango sonoro (menos de 69 ms.), mientras que en el geminado únicamente representa el 1% (véase la barra verde). Por otra parte, la forma de *tensión-fricción* tiene preferencia por el rango sordo (70 a 140 ms.) pues en este alcanza el mayor porcentaje respecto a los otros dos rangos de duración.

Con base en la figura 10, se puede caracterizar cada uno de los tipos de articulación con cada uno de los rangos de duración presentados:

- la *tensión-explosión* corresponde al rango geminado de 141 ms. o más.,
- la *tensión-fricción* al rango sordo de 70 a 140 ms.,
- la *fricción* al rango sonoro de 69 ms. menos.

Segunda fase articulatoria de /t/ en el edéntulo

Los parámetros estudiados en torno a esta fase son el modo en que se produjo y la duración media. En la tabla 14 se observa que en el habla del edéntulo la articulación más frecuente es la explosión. La duración media, tanto la explosión como la fricción se encuentran en el segundo rango de duración propuesto para la clasificación de la segunda fase articulatoria: de 21 a 40 ms.

Tabla 14. Tipos de articulación de la segunda fase articulatoria.

Tipo de articulación	Porcentaje de realización	Duración media
Explosión	63%	25 ms.
Fricción	37%	33 ms.

Al tomar en cuenta la división entre los rangos de duración del fonema y los de la duración de la segunda fase, tal como se muestran en la tabla 15, se nota que en todos los casos la realización más frecuente es la explosión con duración media (marcada con negritas). Sólo en el rango de los fonemas sordos parece haber un mayor número de realizaciones fricativas con duración media (ver las cifras subrayadas). También destaca que en el rango de los fonemas sonoros no haya ninguna ocurrencia breve o larga, tanto en la explosión como en la fricción.

Tabla 15. Tipos de articulación de la 2ª fase por rangos de duración en la voz del edéntulo.

Tipo de articulación	Duración total del fonema	Duración de la segunda fase articuladora	Porcentaje de realización
Explosión	Menos de 69 ms. (sonoros)	Menos de 20 ms. (breve)	0 %
		21 a 40 ms. (medio)	67 %
		41 ms. o más (largo)	0 %
	70 a 140 ms. (sordos)	Menos de 20 ms. (breve)	16 %
		21 a 40 ms. (medio)	31 %
		41 ms. o más (largo)	5 %
	141 ms. o más (geminados)	Menos de 20 ms. (breve)	16 %
		21 a 40 ms. (medio)	50 %
		41 ms. o más (largo)	19 %
Fricción	Menos de 69 ms. (sonoros)	Menos de 20 ms. (breve)	0 %
		21 a 40 ms. (medio)	33 %
		41 ms. o más (largo)	0 %
	70 a 140 ms. (sordos)	Menos de 20 ms. (breve)	3 %
		21 a 40 ms. (medio)	30 %
		41 ms. o más (largo)	14 %
	141 ms. o más (geminados)	Menos de 20 ms. (breve)	1 %
		21 a 40 ms. (medio)	9 %
		41 ms. o más (largo)	4 %

Estos resultados son notables pues se esperaría que la falta de dientes dificulte la producción de oclusiones con explosión. Con respecto al aumento en la cantidad de esta fase hacia el rango medio, ya sea en la explosión o en la fricción, puede deberse a que la relajación de la oclusión es ligeramente más lenta y a que el área de contacto entre los órganos articulatorios es mayor que en los casos descritos por otros autores para el habla de adultos sanos.

Duración total del fonema /t/ en el edéntulo

El fonema /t/ en el habla de los adultos mayores edéntulos se caracteriza por tener una duración media de 100.84 ms., estando en el rango de los fonemas sordos, entre 70 ms. y 140 ms. Además, es un poco mayor con respecto a la descrita por otros fonetistas³¹.

³¹ En la mayoría de los casos, este fonema es descrito con una duración máxima de 90 ms. (Martínez Celdrán y Fernández Planas, 2007) y con una duración mínima de 54 ms. (Villamizar, 2002).

Este es uno de los resultados más importantes del análisis acústico, ya que se entiende la importancia de la duración del fonema para la configuración de los fonemas oclusivos del español. Aun cuando existen cambios evidentes en las demás características acústicas del fonema (cambio en las fases articulatorias, aumento en la duración de la segunda fase), la duración total del fonema es el único parámetro que se mantiene en la mayoría de los casos en el rango prototípico, pues ocurre en el 64% de los casos.

Tabla 16. Duración del fonema /t/ en la voz del adulto mayor edéntulo.

Rango de duración	Porcentaje de realización	Duración media
Sonoro	12 %	59 ms.
Sordo	64 %	98 ms.
Geminado	24 %	172 ms.

Es importante señalar que existe un 36% de casos en los que la duración se modifica fuera del rango de los fonemas sordos (véase la tabla 16). En estos casos es posible que otros parámetros aporten información necesaria para la identificación auditiva de este fonema.

2.2.2. El fonema /t/ en la voz de los adultos mayores portadores de prótesis dentales totales

Fases articulatorias de /t/ con prótesis

En la voz del adulto mayor portador de prótesis los tipos de articulación de /t/ fueron los mismos que en la voz del edéntulo, es decir, oclusivas con relajación explosiva, oclusivas con relajación fricativa y fricativas.

Tabla 17. Tipos de articulación en la voz de los adultos mayores portadores de prótesis dentales.

Tipo de articulación	Porcentaje de realización	Duración media
Tensión y explosión	30 %	123 ms.
Tensión y fricción	39 %	103 ms.
Fricción	31 %	73 ms.

Contrario a lo que se podría esperar, la presencia de la prótesis dental hace que la articulación prototípica de este fonema se dificulte y se generen muchas más fricciones que explosiones, véase la tabla 17.

En el análisis de la voz con prótesis también se tomó en cuenta la relación entre los tipos de fases articulatorias con los rangos de duración de Martínez Celdrán (1993). Con base en los resultados obtenidos, se observa en la figura 11 que cada tipo de articulación está relacionado directamente con el rango de duración en el que se produce: la *tensión-explosión* se agrupa en el rango geminado, la *tensión-fricción* en el sordo, y la *fricción* en el sonoro.

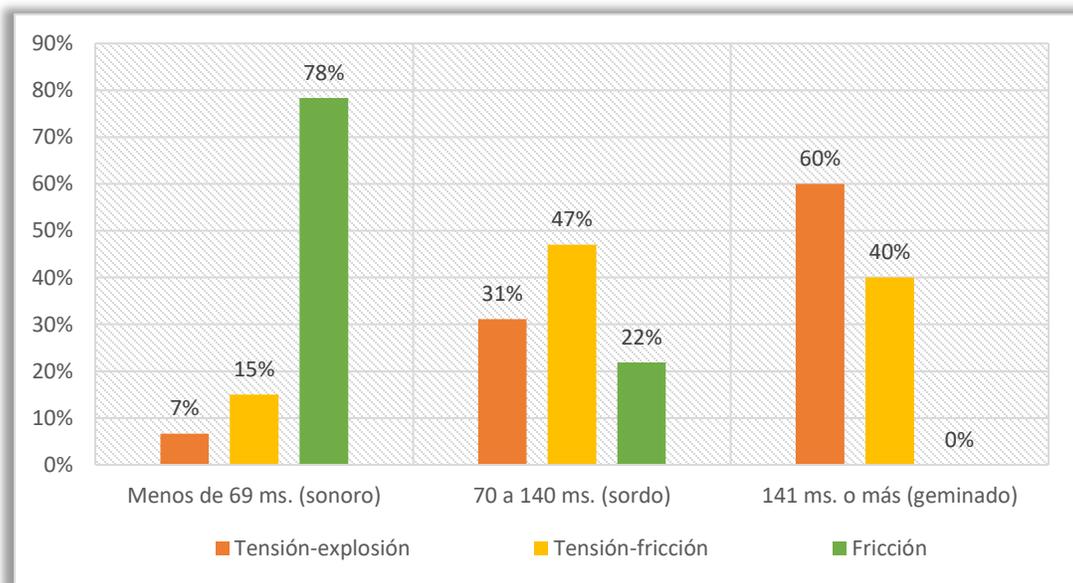


Figura 11. Tipo de articulación por rangos de duración, con prótesis.

Segunda fase articulatoria de /t/ con prótesis

La prótesis genera diversos cambios en el entorno de la cavidad oral, los cuales se ven reflejados en los parámetros articulatorios del fonema de estudio.

Tabla 18. Tipos de articulación de la segunda fase articulatoria.

Tipo de articulación	Porcentaje de realización	Duración media
Explosión	43%	20 ms.
Fricción	57%	29 ms.

Una de las principales finalidades de las prótesis dentales es que facilite la articulación del habla, sin embargo, con los resultados mostrados en la tabla 18 se alcanza a notar que la presencia de la prótesis en la cavidad oral facilita la articulación fricativa frente a la explosiva, lo cual difiere de la forma prototípica del fonema /t/.

Tabla 19. Tipos de articulación de la 2ª fase por rangos de duración, en habla con prótesis dental.

Tipo de articulación	Duración total del fonema	Duración de la segunda fase articulatoria	Porcentaje de realización
Explosión	Menos de 69 ms. (sonoros)	Menos de 20 ms. (breve)	31 %
		21 a 40 ms. (medio)	0 %
		41 ms. o más (largo)	0 %
	70 a 140 ms. (sordos)	Menos de 20 ms. (breve)	16 %
		21 a 40 ms. (medio)	21 %
		41 ms. o más (largo)	3 %
	141 ms. o más (geminados)	Menos de 20 ms. (breve)	25 %
		21 a 40 ms. (medio)	<u>30 %</u>
		41 ms. o más (largo)	5 %
Fricción	Menos de 69 ms. (sonoros)	Menos de 20 ms. (breve)	15 %
		21 a 40 ms. (medio)	54 %
		41 ms. o más (largo)	0 %
	70 a 140 ms. (sordos)	Menos de 20 ms. (breve)	7 %
		21 a 40 ms. (medio)	42 %
		41 ms. o más (largo)	11 %
	141 ms. o más (geminados)	Menos de 20 ms. (breve)	5 %
		21 a 40 ms. (medio)	28 %
		41 ms. o más (largo)	8 %

En cuanto a los tipos de articulación según los rangos de duración del fonema y la cantidad de la segunda fase, se logra apreciar en la tabla 19 que son más frecuentes las realizaciones fricativas en el rango de 21 a 40 ms. con respecto a los otros tipos de articulación (nótense las negritas). Únicamente en el área de los fonemas geminados se ve una ligera preferencia por la articulación explosiva. Los datos obtenidos y mostrados en la tabla 19 confirman que la presencia de la prótesis crea las condiciones propicias para que se generen elementos fricativos en la articulación de /t/, los cuales tienen una duración entre 21 y 40 ms.

Duración total del fonema /t/ con prótesis

La duración media del fonema dental oclusivo sordo es de 86.53 ms., para el caso de los adultos portadores de prótesis dental. Como se podrá notar en la tabla 20, la duración del fonema es el parámetro más estable de los fonemas oclusivos, pues se mantiene en el rango de los fonemas sordos.

Tabla 20. Duración del fonema /t/ en la voz del adulto mayor portador de prótesis dental.

Rango de duración	Porcentaje de realización	Duración media
Sonoro	21 %	55 ms.
Sordo	65 %	95 ms.
Geminado	14 %	165 ms.

2.2.3. Comparación entre la voz del edéntulo frente a la del portador de prótesis dental

Fases articulatorias, comparación

En la descripción de cada uno de los tipos de voz estudiados se logró encontrar una serie de resultados recurrentes que caracterizan tanto la voz del edéntulo como la del portador de prótesis dental.

En primer lugar, y siguiendo el orden presentado anteriormente, la presencia de la prótesis dental facilita en mayor medida la articulación de segmentos fricativos, tanto en la segunda fase como en el fonema completo. En el habla del edéntulo la articulación más frecuente fue *la tensión-explosión*; en este mismo tipo de articulación es en donde se encuentra la mayor diferencia entre los dos tipos de grabaciones, con un margen de 18% entre sí. Además, se aprecia en la figura 12 que conforme se pierden las fases articulatorias prototípicas de /t/, disminuye el número de realizaciones en la voz del edéntulo, siendo la menos frecuente la fricción.

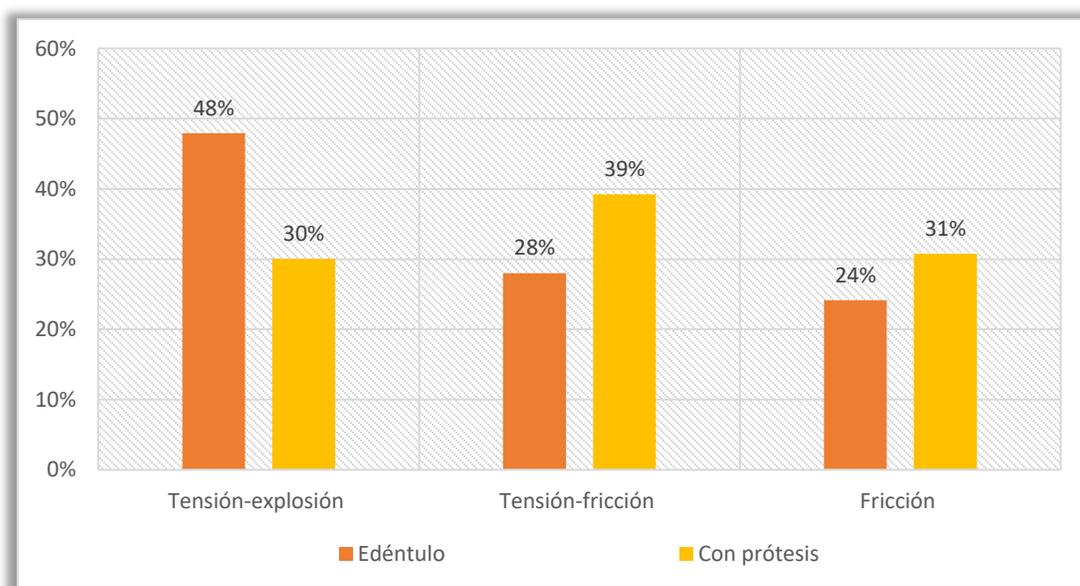


Figura 12. Fases articulatorias en el fonema /t/, en la voz del edéntulo.

Segunda fase articulatoria, comparación

Existe una marcada diferencia en la relajación de la oclusión en los dos tipos de situaciones de habla estudiados. Se aprecia que el informante que utiliza prótesis dental produce más elementos fricativos en comparación con el habla sin prótesis, véase la figura 13.

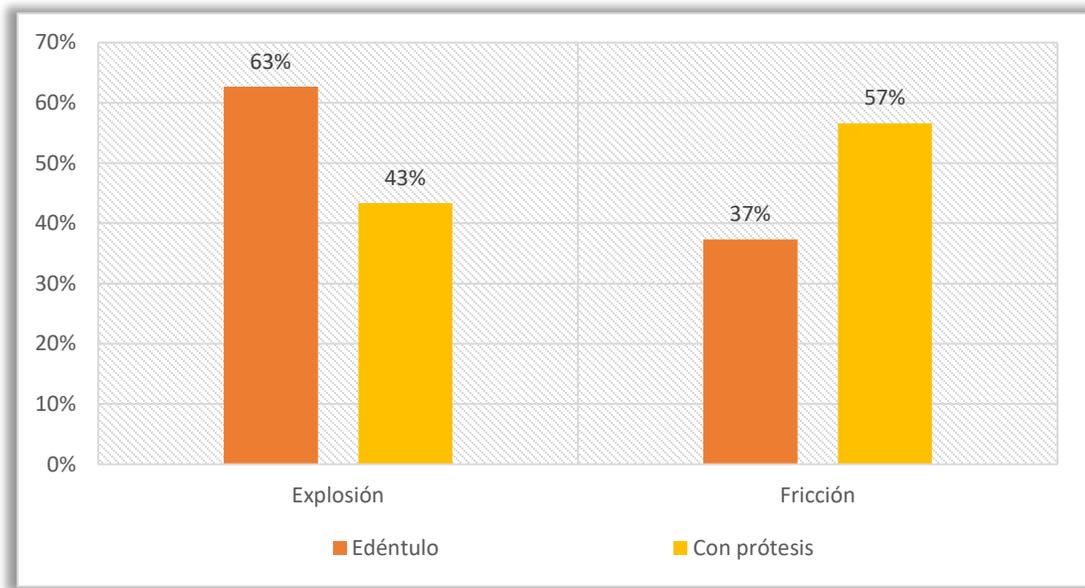


Figura 13. Modo de articulación de la segunda fase según el tipo de grabación.

En la figura 14 se observa que en los dos tipos de grabación el rango de duración es de 20 a 41 ms., hecho que indica que el área de contacto entre los órganos articuladores es más amplia que en las descripciones realizadas por otros fonetistas (Villamizar, 2002; Martínez Celdrán y Fernández Planas, 2007), quienes sostienen que la explosión en las oclusivas tiene una duración máxima de 10 ms.

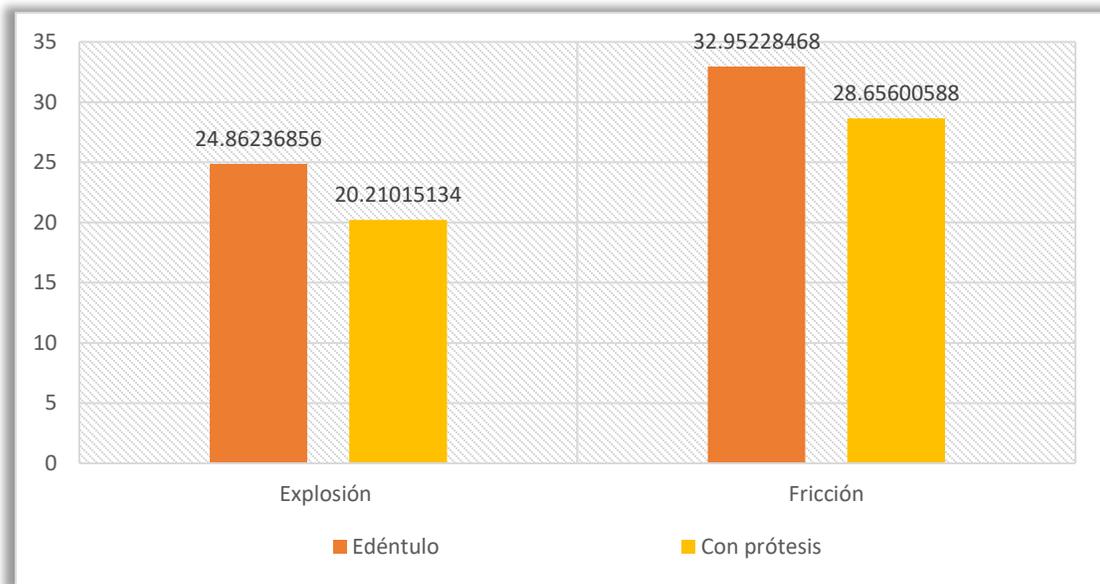


Figura 14. Duración en ms. de la explosión y la fricción según el tipo de grabación.

La duración media de la segunda fase es susceptible a la presencia o ausencia de la prótesis, pues en los dos tipos de articulación se encontró una mayor duración en la voz del edéntulo en comparación con la del portador de una prótesis total, tal como se aprecia en la figura 14. Si bien esta diferencia de duración es mínima, 4 ms. aproximadamente, se mencionan estos resultados pues confirman que en la voz de los adultos mayores edéntulos la duración suele aumentar.

Una de las hipótesis que se formuló en esta investigación es que el uso de prótesis dentales totales dificulta la articulación del fonema de estudio aumentando la cantidad de segunda fase, debido a que la plancha acrílica con la que se sostiene al interior de la cavidad oral modifica el área alveolar y aumenta el volumen de la misma, lo que provoca que el punto de contacto entre los órganos articuladores sea mayor. No obstante, los resultados indican que la falta de órganos dentarios es la causa de esta modificación. El aumento de esta fase en el habla de los adultos mayores edéntulos puede deberse a que el punto de articulación se genera en la zona alveolar. Asensi, Portolés, y del Río (1997) e Hidalgo Navarro y Quilis

Merín (2002) señalan que la cantidad de esta fase está relacionada con el punto de articulación de las oclusivas, pues entre más posterior sea dicho punto, mayor será la duración de la segunda fase.

Duración total del fonema, comparación

La duración media del fonema es uno de los parámetros que más cambios presenta en la comparación entre la voz del edéntulo y la del portador de prótesis dental. En la figura 15 se visualiza que la diferencia de duración entre los dos tipos de grabaciones es de 14 ms. aproximadamente, siendo las articulaciones sin prótesis las que presentan una mayor cantidad.

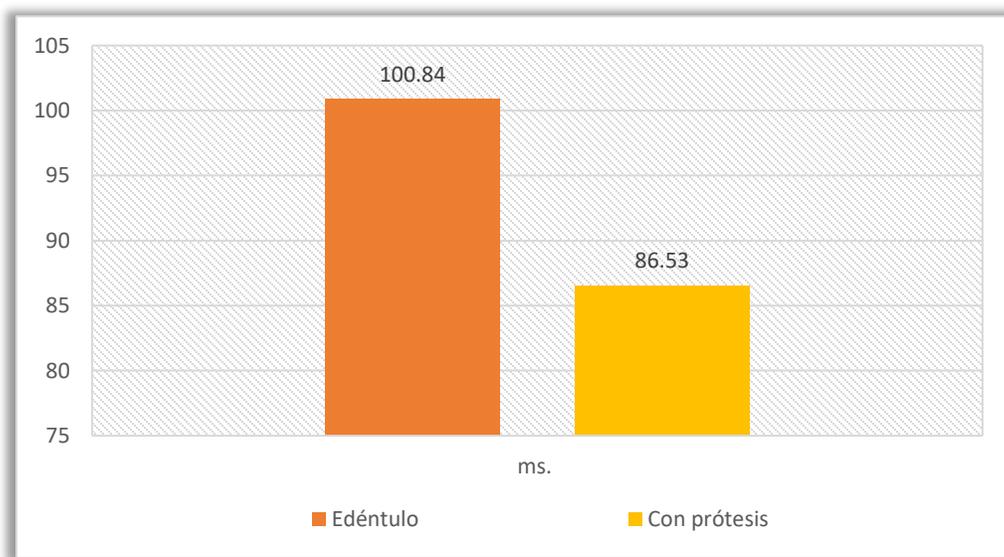


Figura 15. Duración media del fonema en las grabaciones de los adultos mayores edéntulos y los portadores de prótesis dental.

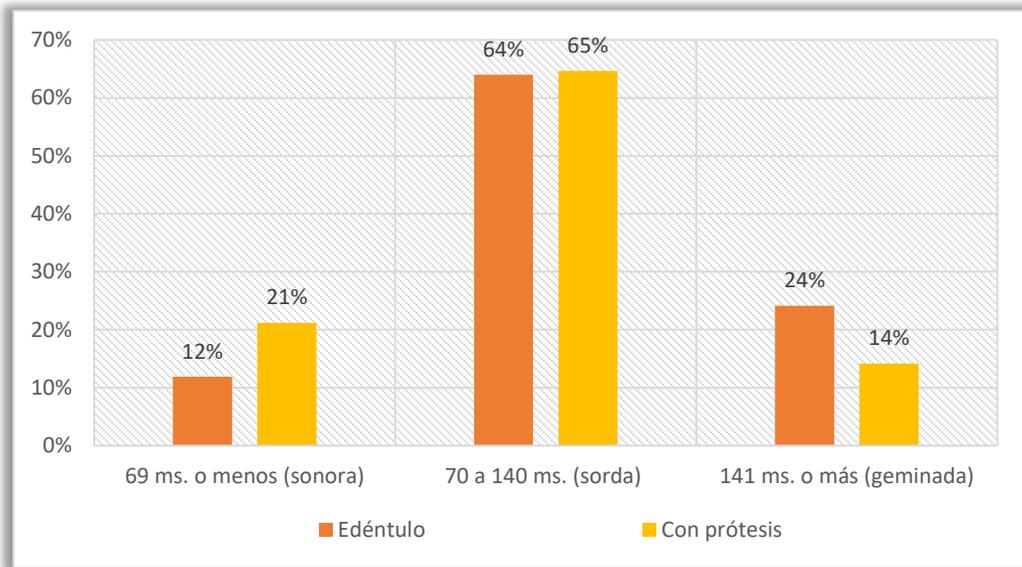


Figura 16. Proporción de articulaciones de /t/ por cada rango de duración, según el tipo de grabación.

Aun cuando los resultados anteriores indican que la ausencia de los órganos dentarios propicia un aumento en la duración del fonema, en el 65% de las realizaciones analizadas el fonema /t/ mantiene sus valores dentro del rango de los fonemas sordos (véase la figura 16). Únicamente se observa que las articulaciones con prótesis ocurren más frecuentemente en el rango de las sonoras, que las realizadas sin prótesis.

2.3. Conclusiones del análisis acústico

Se abordaron las principales variables del fonema dental oclusivo sordo en el habla de los adultos mayores edéntulos y en la de portadores de prótesis dentales, y en cada apartado se ha señalado brevemente las características articulatorias que facilitan algún tipo de articulación específico. En esta sección se profundizó en los resultados del análisis acústico con el que se obtuvo información sobre los procesos articulatorios que intervienen en los dos

tipos de habla estudiados³². Para realizar dicho análisis se tomó en cuenta la información disponible sobre la influencia de los tratamientos protodónticos, y las diversas caracterizaciones y descripciones que se han hecho en torno a los fonemas oclusivos.

Se identificó un patrón muy específico en las realizaciones del fonema /t/ en el corpus de estudio: en el habla de los edéntulos la cantidad de articulaciones oclusivas explosivas es considerablemente mayor a la presentada en las realizaciones con prótesis. Esto se debe a que este fonema únicamente necesita del borde de los alveolos para articularse de forma prototípica. Martínez Celdrán y Fernández Planas (2007) informan que, normalmente, este fonema se produce tanto en la cara anterior de los incisivos superiores como en el límite de los alveolos. Además, en el habla del edéntulo el entorno de la cavidad oral no sufre otro tipo de modificaciones, tales como la disminución del área de la cavidad oral. Esto no indica que no haya dificultades en la fonación por la ausencia de los órganos dentarios, pues en un 52% de los casos se generan fricciones parciales (*tensión-fricción*) o totales (*fricción*).

La considerable cantidad de articulaciones con elementos fricativos es una de las características más importantes en el habla de los adultos mayores portadores de prótesis dentales totales. En la tabla 17 se observa que un 70% de los casos presentan este tipo de cambios en la articulación. La articulación fricativa puede tener un origen articulatorio multifactorial, la falta de rugas palatinas (Kong y Hansen, 2008), el grosor de la plancha acrílica (Martínez Contreras, 2013) o la disminución del volumen de la cavidad oral intervienen en la correcta articulación del fonema dental oclusivo sordo. Estos resultados

³² Esta extrapolación de los datos acústicos hacia la información articulatoria se realizó bajo la reserva de que los correlatos fonéticos no son simétricamente idénticos entre sí, no obstante, se consideró que aportan información relevante sobre los procesos de articulación, en este caso, del fonema dental oclusivo sordo.

validan la hipótesis de que el cambio ocurrido en la cavidad oral es mucho más importante durante el uso de prótesis dentales que en la pérdida de los órganos dentarios.

No existen descripciones articulatorias o acústicas del fonema dental oclusivo /t/ en el habla de los adultos mayores edéntulos, lo cual imposibilita continuar con la descripción y comparación de las características fonéticas entre los resultados obtenidos y otros casos estudiados. A pesar de ello, se presentaron los principales resultados que se han obtenido de la comparación entre la voz del adulto mayor edéntulo y el portador de prótesis dental:

- Aumento en la duración del fonema en el habla del edéntulo.
- Aumento en la duración de la segunda fase articulatoria en el habla del edéntulo en comparación con la del portador de prótesis dental.
- Tendencia hacia las realizaciones explosivas en el habla del edéntulo.
- Las realizaciones con una duración en el rango de los fonemas oclusivos geminados son más frecuentes en el habla de los adultos mayores edéntulos.
- Tendencia hacia las articulaciones con elemento fricativo en el habla con prótesis.
- Las realizaciones con una duración total en el rango de los fonemas sonoros son más frecuentes en el habla de los adultos mayores portadores de prótesis dentales.
- Conservación de la duración total del fonema en el rango de los fonemas oclusivos sordos, sin distinción entre habla con o sin prótesis.

III. ANÁLISIS PERCEPTIVO

3. Análisis perceptivo del fonema /t/

Como se ha podido observar, a lo largo del análisis acusativo se encontraron distintas formas en las que el fonema dental oclusivo sordo /t/ se realiza en el habla de los adultos mayores edéntulos y portadores de prótesis dentales. El objetivo del análisis perceptivo que a continuación se presenta, tiene como finalidad observar cómo estos cambios acústicos afectan la percepción del fonema de estudio. Para llevar a cabo esta tarea, se han realizado una serie de test perceptivos que ayudaron a determinar la importancia de la duración total del fonema, de la duración de la segunda fase articulatoria, así como la relación entre las producciones fricativas con la duración total del fonema.

Se cuenta con dos tipos de test, uno de identificación y otro de discriminación. El test de identificación se caracteriza en que el informante tiene que dar nombre a la sílaba que cree estar escuchando. Cada estímulo fue reproducido tres veces para que el encuestado tuviese la oportunidad de escuchar cada sílaba lo mejor posible.

El test de discriminación el informante tiene que elegir entre alguna de las tres opciones que se le dan en una planilla de papel. Dos de las opciones son sílabas que contienen alguna de las obstruyentes más cercanas a /t/, en tanto que la última es una sílaba con el fonema de estudio. Comparte la cualidad de que cada estímulo se reproduce en tres ocasiones.

Se consideraron tres tipos de test según la característica acústica que se puso a prueba. El primer tipo de test está basado en la duración total del fonema, y se comparó con el fonema dental oclusivo sonoro /d/. El segundo test buscó contrastar la variación de la segunda fase articulatoria con el fonema palatal africado sordo /tʃ/; ya que en los casos en los que la

segunda fase tiene una duración media o larga y una articulación fricativa se asemeja a los fonemas africados del español. En el último test se buscó evaluar la efectividad de la articulación fricativa para el reconocimiento del fonema /t/. En este caso también se investigó si la duración total del fonema está relacionada con el modo de articulación y el margen de correcta interpretación de /t/.

3.1. Características generales de cada test

Test 001, identificación de /t/ frente a /d/: todos los estímulos corresponden a grabaciones con prótesis dental. Las fases articulatorias con las que fueron realizados son *tensión-explosión*. Los únicos parámetros variables son la vocal con la que se ejecutó la sílaba y la duración total del fonema. Se han seleccionado tres rangos de duración, los cuales están basados en la clasificación que Martínez Celdrán (1993) realizó para las oclusivas según su duración: de 26 a 69 ms. para los sonidos sonoros; de 70 a 140 ms. para los sonidos sordos; y de 141 ms. en adelante los geminados. Con respecto a los estímulos señuelo, la articulación de la dental oclusiva sonora /d/ presenta las fases *tensión-explosión*, con un rango de duración sonoro.

Test 002, discriminación de /t/ frente a /d/: el test cuenta con las mismas características que el test anterior respecto a los estímulos que lo componen. La única diferencia notable es que en este caso se trata de estímulos que partieron de grabaciones sin prótesis dental. Las opciones de la plantilla del test perceptivo corresponden a cada uno de las categorías de los fonemas dentales según su duración: sonoros: d, sordos: t, geminados: tt.

Test 003, identificación de /t/ frente a /tʃ/: los estímulos fueron seleccionados de grabaciones sin prótesis dental. Las variables consideradas fueron el tipo de articulación de la segunda fase (oclusiva con relajación explosiva y oclusiva con relajación fricativa); así

como la duración absoluta que presenta dividida en tres rangos: 0 a 20 ms.; 21 a 40 ms.; y 41 ms. en adelante. Los estímulos señuelo corresponden a fonemas africados /tʃ/, con una duración de 70 a 140 ms.

Test 004, discriminación de /t/ frente a /tʃ/: el diseño de este test fue muy similar al del test anteriormente descrito, únicamente se distingue porque los estímulos son de grabaciones con prótesis. Las opciones de la plantilla del test perceptivo fueron la dental oclusiva sorda /t/, la alveolar fricativa sorda /s/, y la palatal africada sorda /tʃ/.

Test 005, identificación de /t/ frente a /s/: las grabaciones utilizadas para la selección de los estímulos de este test son con prótesis dental. El tipo de articulación de /t/ es una *fricción*, en la que no existe ningún momento de silencio ni barra de explosión. Con la finalidad de que sea demostrada la relación entre este tipo de articulación y la duración total del segmento se han separado los estímulos en los tres rangos de duración propuestos por Martínez Celdrán (1993): sonoro, sordo y geminado. Los otros cuatro estímulos señuelo fueron el fonema alveolar fricativo sordo /s/ con una duración en el rango de los sonidos sordos.

Test 006, discriminación de /t/ frente a /s/, sólo difiere en que se usaron grabaciones sin prótesis dental, mientras que las opciones de la planilla del test corresponden a los fonemas /t/, /s/ y /tʃ/.

Habrá que recordar que durante la realización de los test perceptivos se llevaron a cabo dos rondas de experimentación, en las que se cambiaron los estímulos de un tipo de test a otro. Es decir, si en la primera ronda se usaron los estímulos de grabaciones de edéntulos para el test de identificación, en la segunda ronda estos mismos estímulos se utilizaron en el test de discriminación.

3.2. Aplicación de los test

Los test fueron aplicados a 30 estudiantes de la generación 2013 de la licenciatura en Lengua y Literaturas Hispánicas de la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM. En ningún caso tenían conocimiento previo de la finalidad de los test, únicamente se les pidió que siguieran las instrucciones correspondientes a cada uno: nombrar o marcar cada uno de los estímulos que creían escuchar. Cada test fue presentado con un dispositivo móvil tipo *tablet* compatible con formato WAV y unos auriculares de diadema con atenuador de ruido de almohadilla; en los alrededores de la misma facultad. Los test fueron realizados de manera continua en el orden descrito anteriormente, e individualmente.

Se recurrió a estudiantes de la carrera mencionada con la finalidad de tener resultados con un nivel de análisis más detallado al que se tendría con otra población de estudio. Estudios anteriores como Martínez Celdrán (1993) han recurrido a estudiantes de filología de la Universidad de Barcelona. Por otra parte, se evitó a los informantes de la tercera edad debido a posibles problemas de audición que afectarían los resultados de los experimentos.

3.3. Resultados

3.3.1. Test 001, identificación de /t/ frente a /d/

La principal finalidad de este test fue determinar si la duración del fonema dental oclusivo sordo /t/ tiene algún valor significativo en su correcta identificación. Se observa en la figura 17 que, entre mayor es el rango de duración, aumenta el margen de correcta identificación.

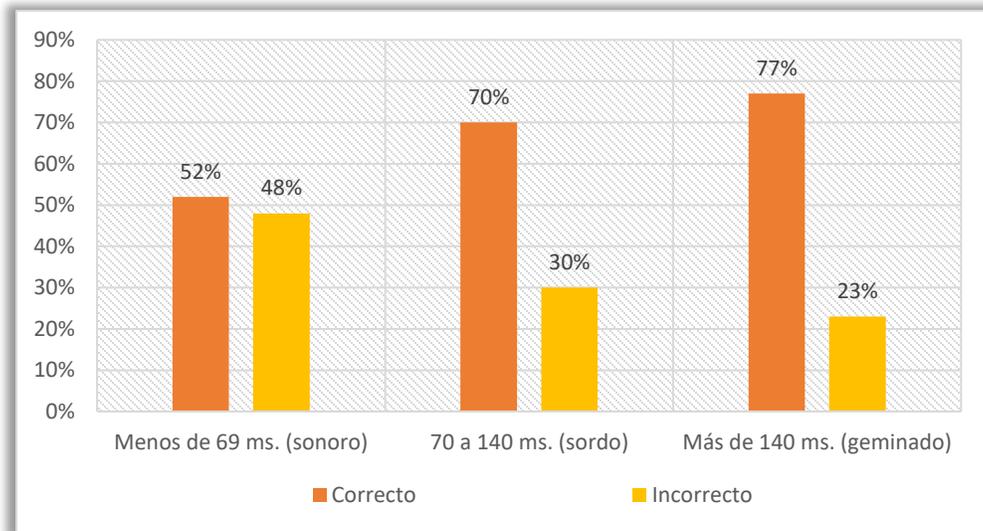


Figura 17. Porcentaje de identificación de /t/ según la duración del estímulo.

Llama la atención que en el rango de los fonemas sonoros se identifique hasta en un 52% de los casos un fonema sordo, pues se esperaría que el margen fuera mucho menor. Estos resultados indican que, si bien la cantidad del estímulo aporta información sobre este sonido, existen otras características acústicas que intervienen en su correcta identificación, lo cual hace que se tenga un alto nivel de indecisión en la identificación en este rango de duración.

En la figura 18 se observa qué sonidos fueron identificados en cada uno de los estímulos. Resalta la gran variedad de fonemas presentes en la muestra, aunque en la mayoría de los casos, especialmente en los rangos sordo y geminado, no superan el 10% del total. Únicamente en el rango sonoro el fonema /d/ tiene un 22% de identificación, resultado congruente con el rango en el que se presenta, no obstante, aun con un nivel muy bajo. También se observa que no se contestó en ningún caso un fonema geminado, ni siquiera en el rango de duración superior a los 141 ms. Esto quizás se debe a que los informantes no realizaron la separación entre [t] y *tt*, pues no tiene un valor fonológico en el español.

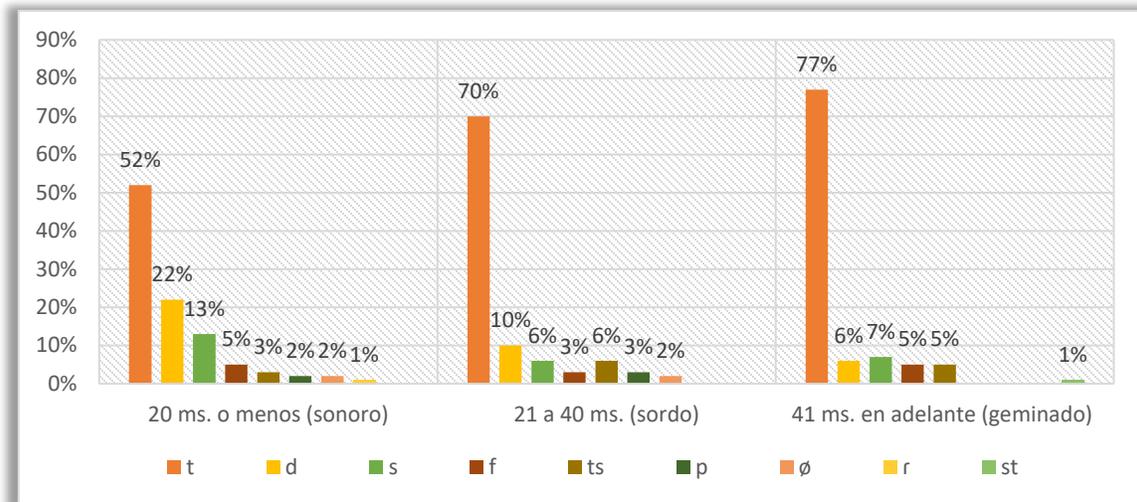


Figura 18. Sonido identificado según la duración del estímulo.

Debido a la gran variedad de fonemas encontrados, se agruparon según al tipo de obstruyente al que pertenecen, tal como se muestra en la figura 19. El tipo de obstruyente que domina el gráfico son las oclusivas, siempre con un porcentaje mayor al 75%, seguido de los fricativos con un porcentaje máximo del 18%. Esto indica que la duración del fonema aporta información suficiente para la distinción entre obstruyentes oclusivas, fricativas y africadas, pero no otorga información sobre la sonoridad.

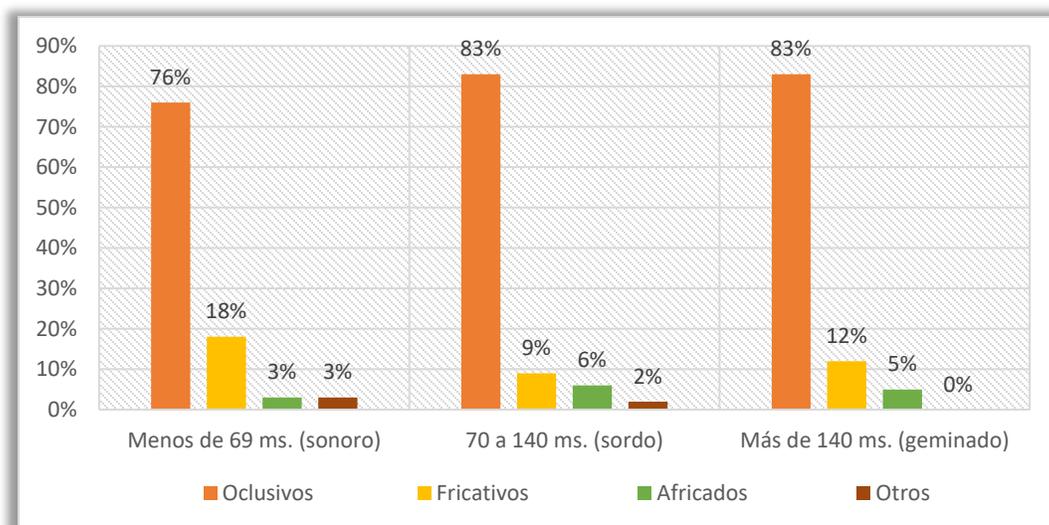


Figura 19. Tipo de obstruyente identificada según la duración del estímulo.

3.3.2. Test 002, discriminación de /t/ frente a /d/

Este test ayudó a comprobar los resultados del *Test 001*, ya que se observó si la duración del estímulo aporta información sobre la categoría a la que pertenece la oclusiva. Una de las primeras diferencias entre este test y el anterior es que sí se realiza la distinción de [t] y tt, ya que las instrucciones así lo indicaban. No obstante, en la figura 20 se observa que la identificación de /t/ en el rango sonoro es muy alta, del 62%, lo cual nuevamente indica que la disminución de la duración del fonema no es suficiente para que un fonema sonoro sea identificado como tal; obsérvese que /d/ tiene un 22% de identificación en el rango sonoro.

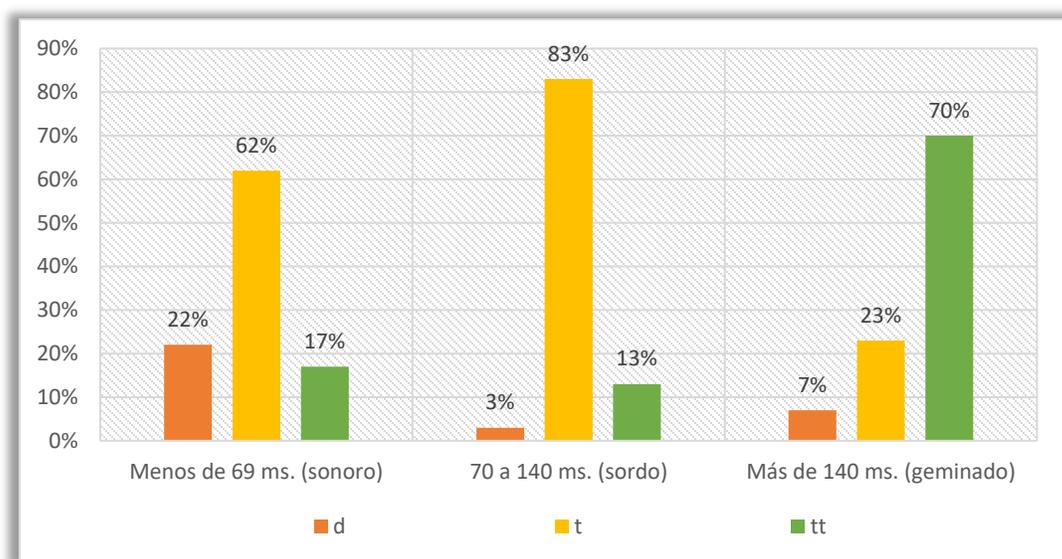


Figura 20. Discriminación de /t/ frente a /d/.

3.3.3. Test 003, identificación de /t/ frente a /tʃ/

La finalidad de este test fue comprobar cuál es la importancia que tiene la segunda fase articuladora en la identificación del fonema de estudio. Fueron considerados los rangos de duración propuestos para la segunda fase articuladora en el análisis acústico: 20 ms. o menos corresponde al primer rango y se caracteriza por tener una duración breve, de 21 a 40 ms.

corresponde al segundo rango y tiene una duración media, con 41 ms. o más se constituye el tercer rango con una duración larga.

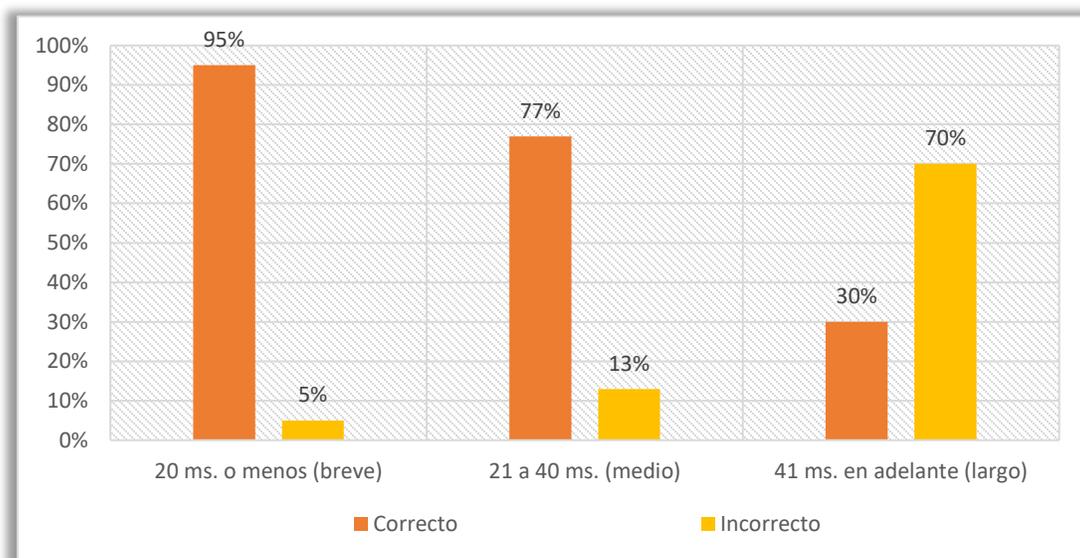


Figura 21. Identificación de /t/ según la duración de la 2ª fase articulatoria.

Con la ayuda de este test se comprobó que la duración de la 2ª fase interviene directamente en la correcta identificación del fonema de estudio. El índice de la correcta identificación disminuye conforme aumenta la duración de esta fase, hasta un punto mínimo del 30% en el rango de los 41 ms. en adelante (véase la figura 21). A partir del gráfico presentado, se obtienen dos categorías según la duración de esta fase articulatoria: la primera categoría estará constituida por aquellos casos cuya cantidad sea menor a 40 ms., en tanto que la segunda está conformada por los casos en los que esta fase tenga más de 41 ms.

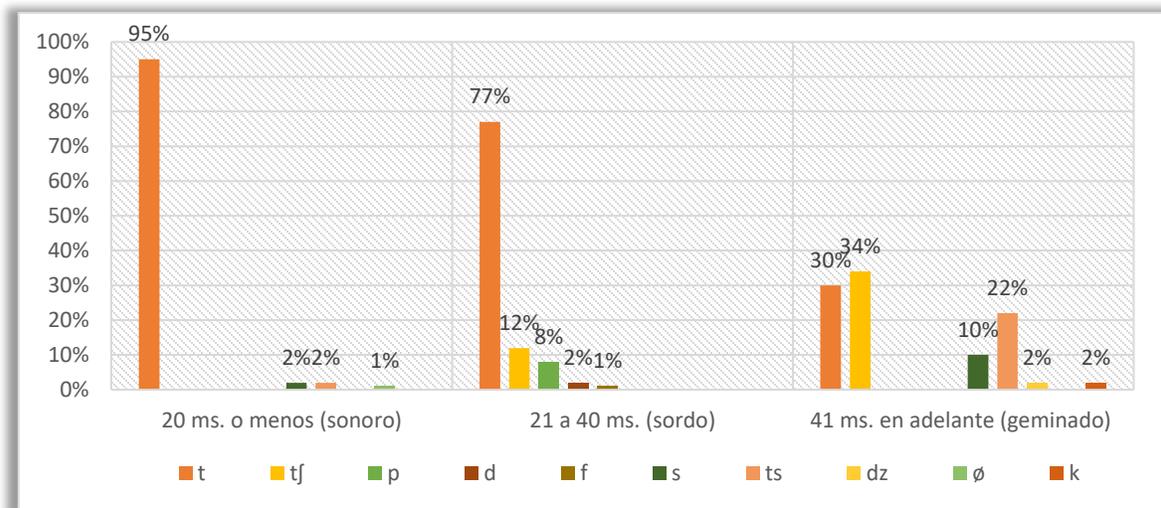


Figura 22. Sonido identificado según la duración de la 2ª fase articulatoria.

Nótese en la figura 22 que, en el último rango, en el que hay un alto margen de confusión del estímulo, se sigue identificando en el 29% de los casos el fonema /t/. Dado que se trata de un test de identificación, la cantidad de sonidos encontrados durante el test es amplia, contando con fonemas oclusivos, africados y fricativos. Obsérvese que el rango de menor duración fue el que presentó mejores resultados. Por otra parte, el rango con mayor duración fue el que presentó más problemas en la identificación, ya que no sólo se imposibilita la identificación de /t/, sino que es confundido con otros como el palatal africado /tʃ/ o el prepalatal africado sordo /ts/, principalmente. Esto indica que una duración superior a los 41 ms. crea un margen importante de indecisión en las pruebas realizadas.

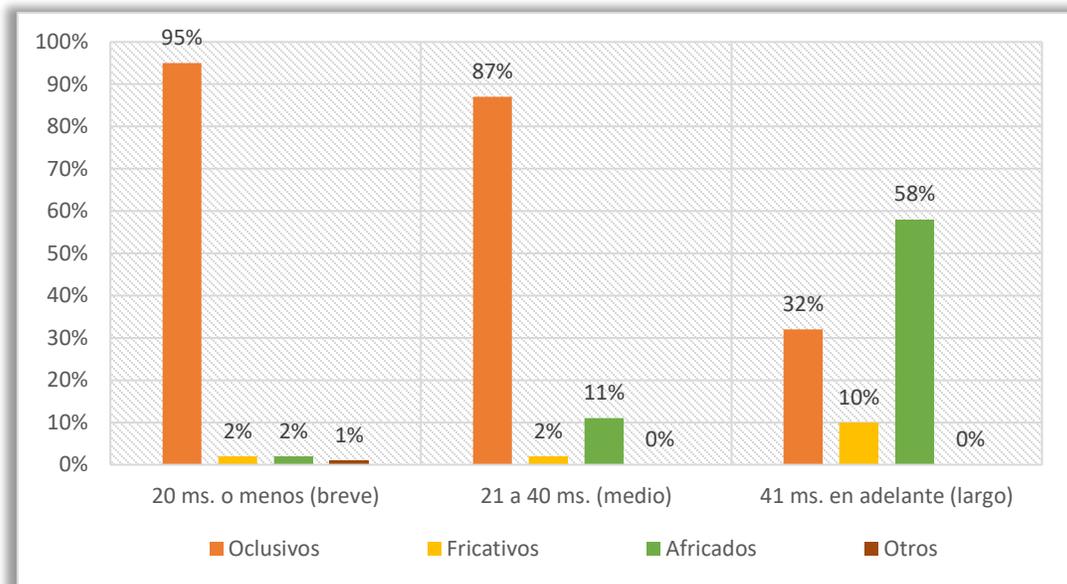


Figura 23. Tipo de fonema identificado según la duración de la 2ª fase articulatoria.

La figura 23 muestra datos importantes sobre la duración de la segunda fase en el último rango de duración, ya que, si bien en la figura 22 se mostraba una marcada indecisión sobre el fonema escuchado por los informantes, en esta gráfica es más evidente que la tendencia de este rango son los fonemas africados (58% de los casos), sin importar el punto de articulación en el que se realicen.

Una variable que se consideró en el diseño de los test perceptivos de la segunda fase fue el modo de articulación, ya sea como fricción o como explosión. La tabla 21 muestra un comparativo de los porcentajes de identificación entre los dos tipos de articulación encontrados. Nótese que la explosión facilita el reconocimiento de los fonemas oclusivos en los rangos menores a 40 ms. En los casos en los que se realiza una segunda fase de mayor cantidad que 41 ms. también es más frecuente la identificación de los fonemas africados y fricativos.

Tabla 21. Identificación de /t/ según la duración y el modo de articulación de la segunda fase.

Modo de articulación	Tipo de obstruyente.	20 ms. o menos	21 a 40 ms.	41 ms. en adelante
Explosión	Oclusivo	93%	97%	33%
	Fricativo	3%	3%	4%
	Africado	-	-	63%
	Otro	4%	-	-
Fricción	Oclusivo	97%	76%	30%
	Fricativo	-	-	20%
	Africado	3%	24%	50%
	Otro	-	-	-

3.3.4. Test 004, discriminación de /t/ frente a /tʃ/

Los resultados del test de discriminación confirman que en el rango de duración superior a los 41 ms. la identificación de /t/ disminuye considerablemente, aunque no con un margen tan bajo como el del *test 003* (compárese la figura 23 y la figura 24 en el área de duración larga de la segunda fase). Incluso con la disminución en la identificación de /t/ en dicho rango, sigue siendo el fonema que lidera los resultados de identificación, con el 47% de los casos.

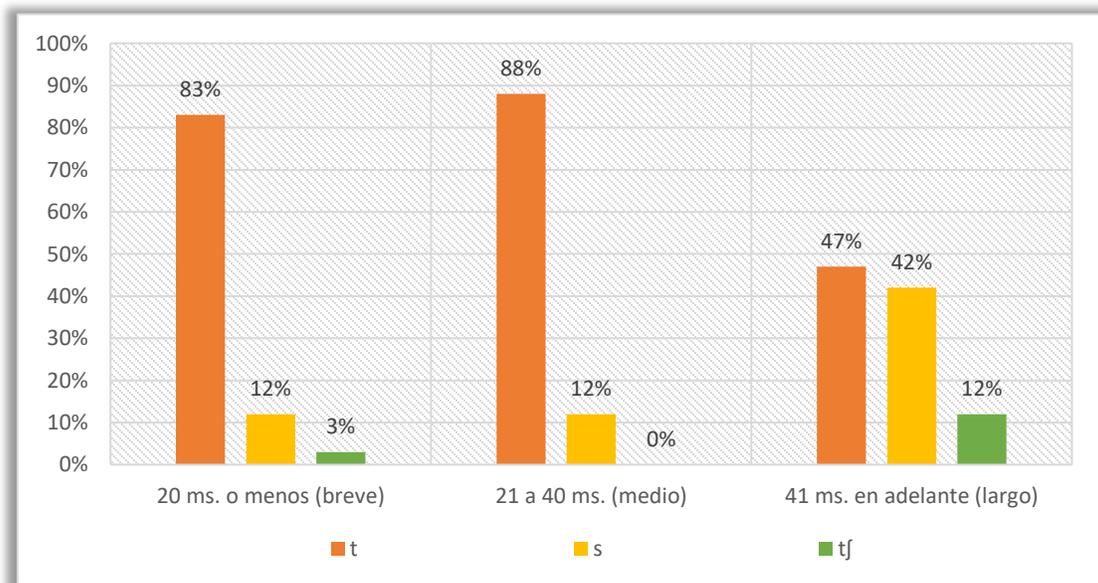


Figura 24. Discriminación de /t/ frente a /tʃ/.

Los datos obtenidos con este test discrepan de los encontrados en el 003 en cuanto al porcentaje de identificación del estímulo como un fonema fricativo, pues en la prueba anterior no superaba el 10% de las respuestas, mientras que en este test alcanza el 42% del total, ambos con respecto al último rango de duración considerado, tal como se muestra en la tabla 22.

Tabla 22. Discriminación de /t/ según la duración de la 2ª fase articulatoria.

Modo de articulación	Tipo de obstruyente.	20 ms. o menos	21 a 40 ms.	41 ms. en adelante
Explosión	t	74%	97%	70%
	s	20%	-	24%
	tʃ	6%	3%	6%
Fricción	t	94%	80%	23%
	s	6%	-	60%
	tʃ	-	20%	17%

En la comparación de los dos modos de articulación se notó cierta divergencia en torno al reconocimiento del fonema, pues, los resultados del análisis de la explosión contradicen la tendencia descrita hasta el momento: entre mayor es la duración de la segunda fase, menor es el margen de identificación. Existe hasta un 70% de identificación del fonema /t/ en el rango de duración más largo, aun cuando en los resultados anteriores se había observado que entre mayor fuera la duración menor era el margen de identificación de /t/. La discriminación de los estímulos con fase fricativa tuvo una distribución más común, al seguir la tendencia mencionada. Como dato más importante destaca que la articulación fricativa sea mayormente reconocida en comparación los estímulos con fase oclusiva.

3.3.5. Test 005, identificación de /t/ frente a /s/

La presencia de articulaciones fricativas de /t/ en el corpus fue uno de los resultados que más llamó la atención durante el análisis acústico, pues no cuenta con ninguna de las características acústicas prototípicas de los fonemas oclusivos, además de que se observó que tenía cierta relación con la duración del segmento. Este test permitió comprobar que dicha relación tiene una base perceptiva.

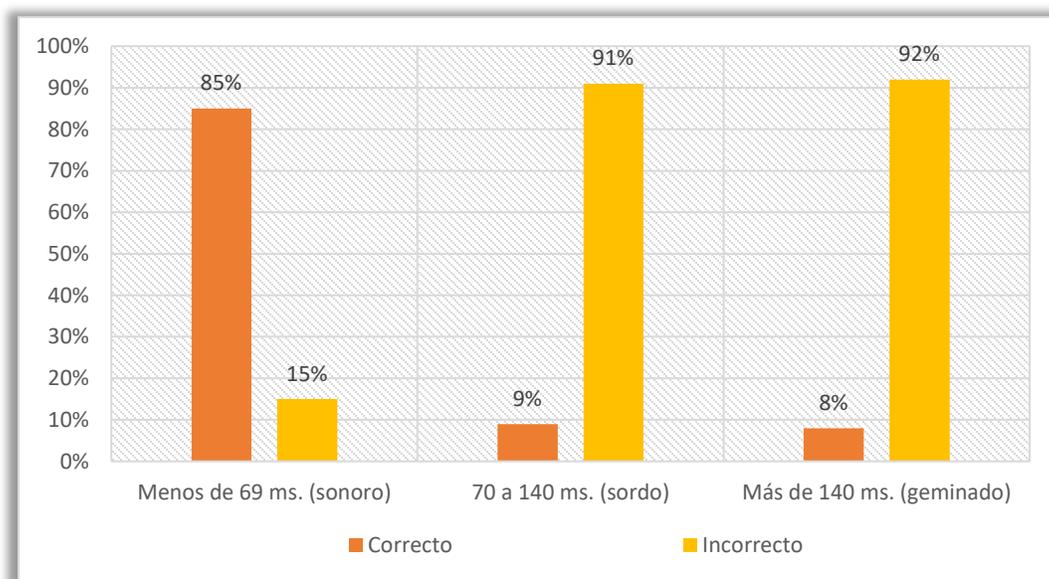


Figura 25. Identificación de /t/ con articulación fricativa según la duración del fonema.

En la figura 25 se observa que la articulación fricativa del fonema /t/ únicamente se identifica correctamente en los casos en los que la duración es menor a los 69 ms., es decir, en el rango sonoro de las obstruyentes oclusivas. Cuando el fonema tiene una duración superior, la identificación auditiva se ve ampliamente limitada. Este es uno de los únicos casos en los que la identificación de /t/ es muy baja fuera del rango recién mencionado, con un mínimo del 8% de identificación en la duración superior a los 140 ms.

El aumento en la duración del segmento no sólo impide que se interprete correctamente el fonema de estudio, al mismo tiempo provoca una importante divergencia

en los fonemas que se cree estar escuchando, entre los que destacan dos sonidos africados que no pertenecen al sistema fonológico del español: *ps* y */ts/* (véase la figura 26). El promedio de identificación en los rangos de duración mayor que 69 ms. únicamente asciende al 16% en promedio, mientras que en los sonidos sonoros tiene hasta un 85% de identificación correcta.

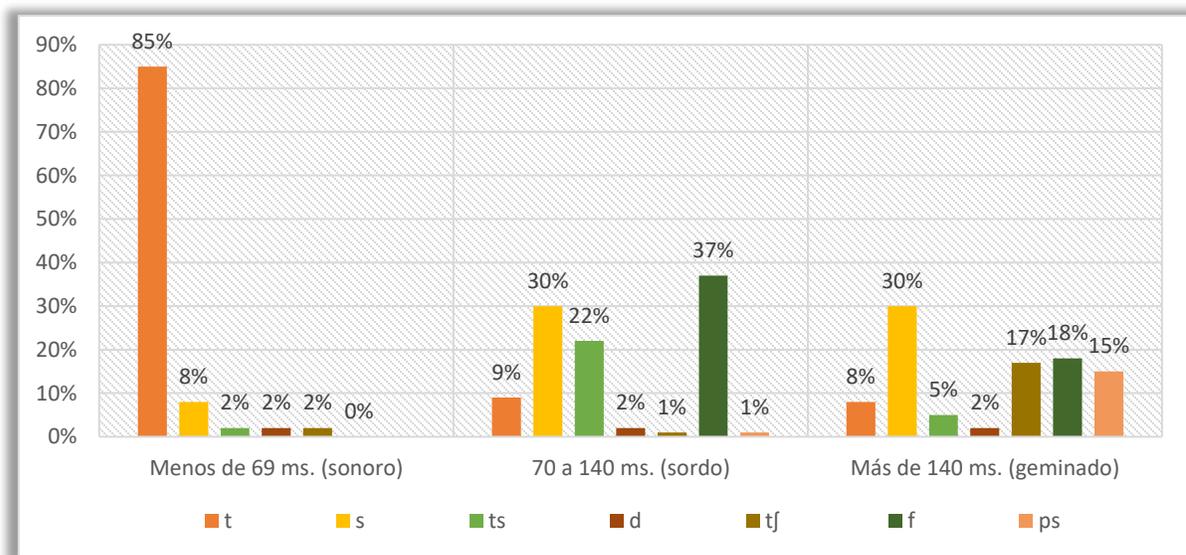


Figura 26. Sonido identificado según la duración del fonema.

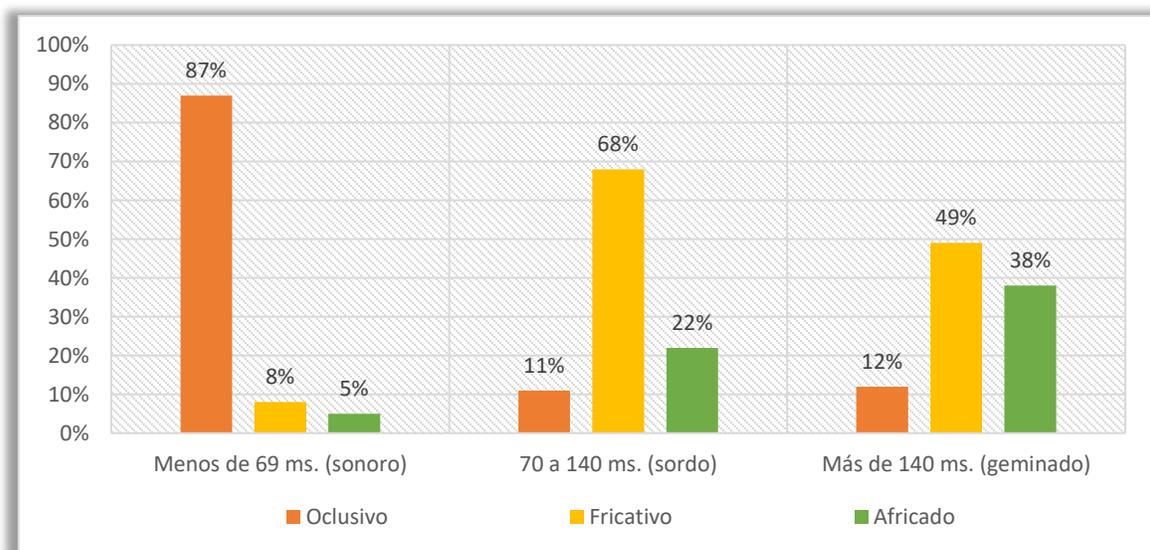


Figura 27. Tipo de fonema identificado según la duración del fonema.

En la figura 27 se nota que los fonemas más frecuentes en los rangos sordo y geminado fueron los fricativos, aunque los fonemas africados son relativamente más frecuentes en el área de los geminados.

3.3.6. Test 006, discriminación de /t/ frente a /s/

Los resultados de este test son muy parecidos a los obtenidos en el test 005, no obstante, la identificación correcta de /t/ es mayor en el rango sordo a comparación con el test anterior: del 43% frente al 9%. Se mantuvo la tendencia de que a mayor duración menor es la identificación de /t/ (compárese la figura 28 y la figura 27). También se distingue en que el porcentaje de fonemas africados percibidos fue mucho menor. Lo cual pudo deberse a que únicamente se pidió que se contrastara con el fonema /tʃ/, y no frente a la amplia variedad de fonemas africados encontrados en el test de identificación.

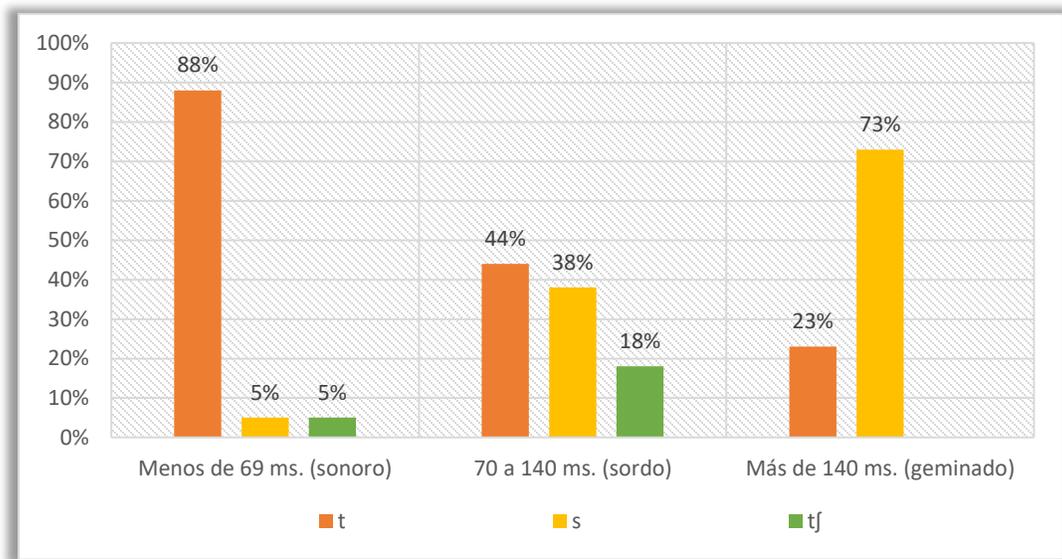


Figura 28. Discriminación de /t/ según la duración del segmento.

Tal como se indicó anteriormente, el propósito de los test 005 y 006 fue demostrar si existe relación entre la duración de una articulación fricativa de /t/ y el margen de

identificación perceptiva. En esta ocasión la identificación mínima de /t/ fue del 22% en el rango superior a los 140 ms.

Al comparar los resultados del análisis acústico y del test perceptivo de discriminación 006 se encontró que, en efecto, la cantidad de realizaciones fricativas de /t/ está relacionada con el porcentaje de discriminación auditiva del fonema, se aprecia esta relación en la figura 29. Esto quiere decir que la percepción auditiva motiva la duración de esta forma de articulación, pues entre mayor es la cantidad del fonema, es menos identificable como /t/, y por tanto el número de realizaciones disminuye. Es importante resaltar que resultados similares no fueron observados en los otros tipos de articulación del fonema.

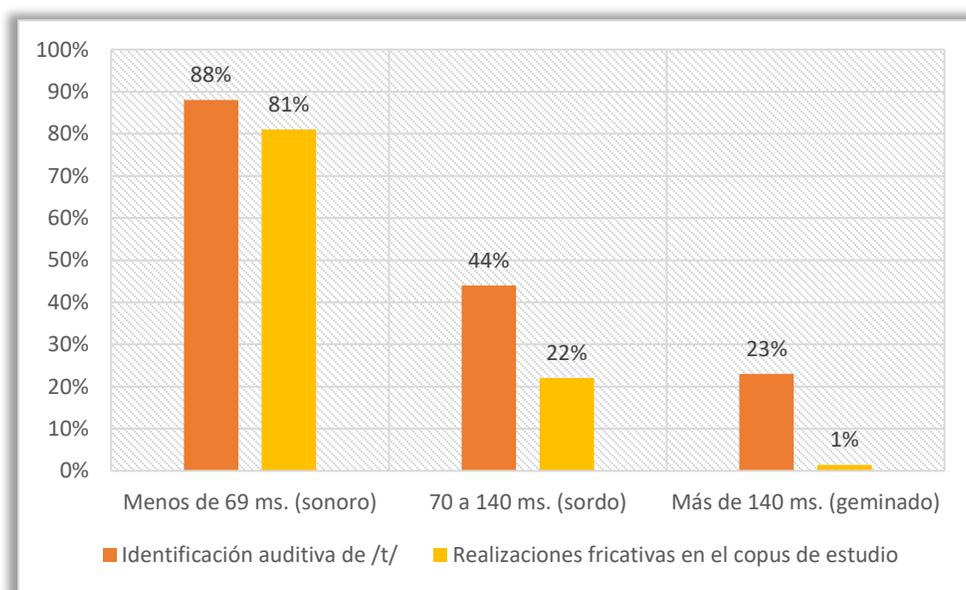


Figura 29. Relación entre el porcentaje de realizaciones fricativas de /t/ y la percepción auditiva.

3.4. Relevancia de las fases articulatorias para la determinación de los rasgos del fonema /t/

En esta sección se tomó en cuenta la clasificación realizada por Quilis (1999) y los rasgos de la RAE (2011). Debido a que el rango [tenso-flojo] no es contemplado por ninguno de los dos autores anteriores, su análisis se basó en Alarcos (1974) y en Martínez Celdrán (1984a) para abordar la función que tiene en el fonema /t/.

Los tres tipos de test perceptivos estuvieron diseñados de acuerdo a la necesidad de probar un rasgo específico. El 001 y el 002 comprobaron que la duración total del fonema no es suficiente para distinguir las dos series de fonemas oclusivos del español: /t/ frente a /d/; aun cuando aporta cierta información sobre el tipo de fonema en el rango de duración sonoro. Los resultados obtenidos indican que la presencia o ausencia de la barra de sonoridad es un factor determinante en la identificación auditiva de este tipo de fonemas. Alarcos (1974: 71) menciona que en los casos en los que no existe sonoridad (voz cuchicheada), la tensión es el rasgo que crea la separación fonológica entre las dos series de fonemas oclusivos, no obstante, debido a que en los estímulos empleados sí había presencia de barras de sonoridad (en los fonemas distractores), el rasgo sonoro es el que tiene mayor relevancia. De forma que el rasgo [tenso-flojo] es un rasgo redundante en el español, tal como lo indica Quilis (1999).

Los test 003 y 004 ayudaron a identificar la pertinencia de la duración de la segunda fase articulatoria, así como el modo en el que se efectúa. Esto quiere decir que los rasgos probados fueron el modo de articulación oclusivo frente al africado, según la clasificación articulatoria de Quilis (1999). El aumento en la duración de la segunda fase impide que el fonema /t/ sea identificado correctamente, lo cual indica un cambio en los rasgos distintivos. Existen dos categorías basadas en la duración de la segunda fase que están caracterizadas por los siguientes rasgos distintivos como se muestra en la tabla 23:

Tabla 23. Tipos de rasgos según la duración de la segunda fase articulatoria.

Tipo de rasgo	Duración de la segunda fase menor a 40 ms.	Duración de la segunda fase mayor a 41 ms.
Rasgos articulatorios (Quilis, 1999)	[Oclusivo]	[Africado]
Rasgos acústicos (Quilis, 1999)	[Mate]	[Estridente]
Rasgos articulatorios (RAE, 2011)	[-continuo]	[-continuo] [+continuo]

Otro resultado importante que se encontró durante la realización de los test 003 y 004 fue que los informantes identificaron en más ocasiones el fonema /ts/ frente al fonema /tʃ/ de los estímulos distractores. Esto se podría deber a que el punto de articulación intervino en las características acústicas de los estímulos. El sonido africado /ts/ se articula en la región dentoalveolar, por lo que tiene el rasgo [+anterior], mientras que los estímulos señuelo se articularon en la región palatal, por lo que cuentan con el rasgo [-anterior].

Los últimos dos test, el 005 y el 006, fueron los que mostraron los resultados más interesantes de todo el análisis perceptivo. Existen dos categorías según la duración del estímulo, una que corresponde a los estímulos menores que 69 ms. y que son identificados como /t/, y otra que corresponde a los estímulos con una duración superior a los 70 ms. en la que se identifican diversos tipos de fonemas fricativos y africados. Existen estudios en los que se ha observado que entre más posterior sea la consonante, mayor será la duración de la fase explosiva, lo cual podría ser un proceso análogo en el caso de la fricción³³. En la tabla 24 se aprecia el rasgo que corresponde a cada una de las dos categorías creadas a partir de la separación entre los estímulos con menos de 69 ms. y más de 70 ms.

³³ Estos datos únicamente son expuestos como resultado preliminar de los test perceptivos, por lo que tendrán que ser validados en un trabajo futuro, con técnicas que permitan identificar el punto de articulación, tal como la electropalatografía computacional.

Tabla 24. Tipos de rasgos según la duración total del fonema en la articulación fricativa de /t/.

Tipo de rasgo	Duración total del fonema menor a 69 ms.	Duración total del fonema mayor a 70 ms.
Rasgos articulatorios (Quilis, 1999)	[dentoalveolar]	[alveolar]
Rasgos acústicos (Quilis, 1999)	[Mate]	[Estridente]
Rasgos articulatorios (RAE, 2011)	[-estridente] [-distribuido]	[+estridente] [+distribuido]
Martínez Celadrán (1984 ^a)	[flojo]	[tenso]

Llama la atención que la única diferencia entre la realización fricativa de /t/ y el fonema /s/ en el plano acústico es la duración. Esto lleva a pensar que el rasgo que crea la oposición entre dichos sonidos es el rasgo [tenso-flojo]. Martínez Celadrán (1984a) propone que este rasgo no sólo permite la distinción entre fonemas oclusivos, sino entre tipos de obstruyentes. En los resultados del test perceptivo 006 se observó que, conforme aumenta la duración de los estímulos, menor es la identificación de /t/, (véase la figura 28). También cumple con el carácter gradual de este rasgo, pues al igual que en los resultados de Liberman *et al.* (1961), se aprecia que en el rango menor a 69 ms. es identificado como /t/ hasta en el 87% de los casos; en el rango superior a los 140 ms. se interpreta un 72% como el fonema /s/, mientras que en el rango intermedio es el cruce de las dos categorías³⁴ (véase la figura 30).

³⁴ Al igual que en otros resultados mostrados hasta el momento, hará falta realizar más test perceptivos que contenga una mayor cantidad de estímulos, tales como los de Liberman y otros (1961) o Martínez Celadrán (1993), en los que se diseñaron test en forma de tramas de duración gradual para verificar los límites específicos de cada categoría.

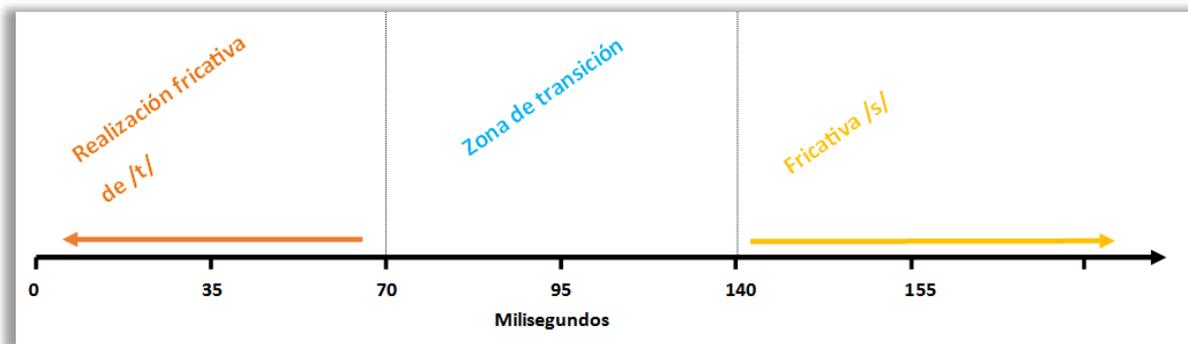


Figura 30. Función del rasgo [tenso-flojo] en la identificación de la realización fricativa de /t/ y el fonema /s/.

El principal problema de definir la oposición entre el alófono fricativo de /t/ y el fonema /s/ mediante el rasgo [tenso-flojo] es que el fonema /t/ estaría caracterizado con el rasgo [flojo], lo cual, contradice la caracterización prototípica del fonema, en la que siempre es un sonido [tenso]. Se tiene que tomar en cuenta que esta es una de las realizaciones de /t/ con más variación en el corpus de estudio. En el rango de duración en el que es identificada esta realización, el fonema no conserva ninguna de sus características prototípicas: la duración, la fase tensa y la explosión; únicamente conserva el carácter sordo del fonema.

Por otra parte, uno de los objetivos más importantes del presente proyecto de tesis es determinar si el fonema dental oclusivo sordo /t/ es identificado a pesar de los cambios acústicos que se presentan en cada una de las variaciones observadas. En la exposición anterior se mostró la función de los rasgos según las categorías que facilitaron o dificultaron la identificación del fonema /t/. Hubo algunas categorías que permitían la identificación de los fonemas distractores frente al fonema de estudio, pero aun en estas categorías se identificó en algún porcentaje el fonema /t/. Entonces, la cuestión es ¿qué sucede con los rasgos distintivos en estas situaciones en las que no se debería de identificar /t/?

En casi todos los test, a excepción del 005, se identificó en algún grado el fonema de estudio en la mayoría de los casos. En los test 001 y 002, se reconoció el fonema /t/, en los

tres rangos propuestos, con un mínimo del 52% de respuestas afirmativas. Esto excluye al rasgo [tenso-flojo] como el indicado para distinguir los fonemas /t/ y /d/. En los test 003 y 004 también se identificó auditivamente /t/ en los tres rangos de duración de la segunda fase, con una identificación mínima del 30%. Esto indica que, aunque la articulación tenga las características de un fonema africado, se sigue interpretando /t/. Por lo que el rasgo [±continuo] deja de ser funcional para la distinción entre /t/, /tʃ/ y /ts/.

El test 006 presentó como mínimo un 20% de identificación del fonema /t/ en las pruebas realizadas. Esto es en el rango de duración superior a los 141 ms. de la articulación fricativa de /t/. El rasgo afectado es el [tenso-flojo], por lo que la distinción entre estos fonemas recae en otra característica articulatoria, y, por tanto, en otro rasgo distintivo. Aunque, si se analiza este ejemplo, se notará que los rasgos [±estridente], [±continuo], [tenso-flojo] no aportan información para caracterizar al alófono fricativo de /t/. Un problema metodológico que se plantea al tratar de describir la oposición entre este alófono frente al fonema /s/ por medio del rasgo [tenso-flojo] es que, dicho rasgo ha sido caracterizado como [tenso] en los casos en los que la duración aumenta y [flojo] cuando la misma disminuye. En los test 005 y 006 se observó que el fonema /s/ es más largo y el alófono de /t/ más corto, lo que hace que /t/ tenga el rasgo [flojo] y /s/ el rasgo [tenso]. Lo anterior contradice a Martínez Celdrán (1984a) quien caracteriza a las oclusivas explosivas como elementos más tensos que las obstruyentes fricativas (véase la figura 13).

Únicamente hubo un caso en el que no se identificó /t/ fuera de los límites acústicos descritos. En el test 005 se identificó el fonema /t/ en un 8% en el rango de los fonemas sordos y geminados. Esto comprueba que, en efecto, existe un límite de variación del cual no pueden pasar las realizaciones del fonema de estudio para que pueda ser identificado satisfactoriamente.

3.5. Conclusiones del análisis perceptivo

Con base en los test *001* y *002* se identificó que la duración no aporta información suficiente para la distinción entre oclusivas sonoras y sordas, pues en la mayoría de los casos se sigue percibiendo /t/ aun cuando la duración del estímulo es inferior a los 69 ms. Es por ello que se consideró la presencia de otros parámetros acústicos, como la falta de sonoridad, que permite distinguir entre una oclusiva dental sonora /d/ y una dental sorda /t/. Hay que recordar que cada test contaba con cuatro estímulos distractores constituidos por fonemas dentales oclusivos sonoros /d/, con una realización oclusiva prototípica, lo cual pudo permitir a los informantes realizar el contraste entre los estímulos que contaban con barra de sonoridad frente a los que únicamente tenían una duración propia de los fonemas sonoros.

Con respecto a los test *003* y *004*, que se refieren a la segunda fase articulatoria, se ha observado que existen dos categorías a partir de la duración de la misma: cuando es menor a 40 ms. se identifica en la mayoría de los casos el fonema /t/, mientras que con una cantidad superior existe una mayor confusión con preferencia por los fonemas africados, especialmente /ts/, aunque con un importante porcentaje de /tʃ/.

Los test *005* y *006* arrojaron los siguientes resultados: la articulación fricativa de /t/ únicamente se identifica correctamente cuando la duración del segmento es menor a 69 ms., es decir, cuando se encuentra en el rango de los fonemas sonoros, lo que hace que sea uno de los únicos casos en los que es necesaria la reducción de la duración para permitir la correcta identificación auditiva. El papel desempeñado por los estímulos distractores en los dos test fue determinante, ya que, en el *005* se interpretó el estímulo fricativo de /t/ como un labiodental fricativo sordo /f/ en el rango de duración de los fonemas sordos, mientras que en el test *006*, hubo hasta un 38% de interpretación de fonemas africados /tʃ/; nuevamente,

los resultados indican que el estímulo distractor, en este caso /s/, permite el contraste entre un fonema fricativo y un alófono fricativo de un fonema oclusivo.

Tabla 25. Umbral de distinción de /t/ según las características de cada test.

Test	Identificación de /t/	Identificación del estímulo distractor
003 y 004	Duración de la segunda fase menor a 40 ms. Relajación explosiva o fricativa Rasgo: [-continuo]	Duración de la segunda fase mayor a 41 ms. Relajación explosiva o fricativa Rasgo: [±continuo]
005 y 006	Duración total del fonema menor a 69 ms. Articulación fricativa Rasgo: --	Duración total del fonema mayor a 70 ms. Articulación fricativa Rasgo: --

En la tabla 25 se observan cuáles son las variaciones de /t/ que impiden que este fonema pueda ser identificado auditivamente: las oclusivas con relajación superior a los 41 ms., ya sea fricativa u oclusiva; y las realizaciones fricativas con una duración superior a los 70 ms.

Otro de los resultados de los experimentos perceptivos es que en prácticamente todas las variaciones presentadas en los test existen casos en los que se identifica /t/, con un porcentaje entre el 20 y el 64%, dependiendo el tipo de test. Lo anterior sugiere que aún en los cambios acústicos más radicales se sigue interpretando el fonema /t/. Únicamente en el caso de la realización fricativa con duración mayor a los 69 ms. se pierde casi en su totalidad la inteligibilidad del fonema, y se genera un amplio margen de indecisión en la identificación de un fonema específico. Con base en estos resultados, se ha determinado que las fases articulatorias y los rasgos distintivos aportan información importante sobre el fonema dental oclusivo sordo /t/, pero dicha información no es privativa y en algunos casos es insuficiente para la descripción de dicho fonema. Por ejemplo, casos como el de la articulación fricativa de /t/ indican la existencia de otras características, las cuales podrían ser la intensidad o la

frecuencia de la fricción, que aportan información sobre el tipo de sonido en cuestión, y que gracias a tales características este alófono puede ser interpretado como /t/.

IV. CONCLUSIONES

Como se ha podido observar, a lo largo del presente trabajo de investigación se han revisado las características prototípicas del fonema dental oclusivo sordo /t/ y se realizó un análisis acústico en el que se describe la forma en la que edentulismo y el uso de prótesis dentales totales modifican la articulación de /t/. Además, se efectuó un análisis perceptivo en el que se describe la forma en la que estas modificaciones acústicas intervienen en los rasgos del fonema /t/ y, por tanto, en su percepción auditiva. Con base en estos dos análisis se obtuvieron los siguientes resultados:

4.1. Conclusiones finales

- La duración del fonema fue uno de los parámetros que se mantuvo más estable durante el análisis acústico, pues el fonema /t/ se realiza en el rango de los fonemas sordos hasta en un 64% de los casos.
- El aumento en la duración facilita la identificación del fonema dental oclusivo sordo /t/, aunque la distinción entre /d/ y /t/ no parece estar sustentada en el parámetro de la duración.
- El rasgo [tenso-flojo] no aporta la información necesaria para la distinción entre las oclusivas /t/ y /d/.
- Los sujetos de prueba no diferenciaron entre las variantes con duración en rango sordo y geminado: *t-tt*, pues en ambos casos sólo se señaló la articulación con duración de oclusiva sorda. Únicamente se obtuvo la distinción entre estos fonemas en los casos en los que así se les pidió.

- La segunda fase articulatoria presenta dos tipos de variación en su producción: aumento en la duración y fricativización.
- En el habla de los adultos mayores edéntulos la segunda fase aumenta su duración, con una media de 27.36 ms., frente a los 24.25 ms. del habla con prótesis. Este aumento se debe a que la lengua ocupa un área mayor de la zona alveolar en comparación con el habla con prótesis dentales.
- El uso de las prótesis dentales facilita la generación de elementos fricativos en la articulación de esta fase, con un 58% de los casos. Estos cambios tienen influencia en el rasgo [continuo] pues es donde la duración supera los 41 ms. que se deja de identificar el fonema /t/.
- La articulación explosiva y fricativa presenta resultados similares, y parece no haber distinción entre una y otra. Únicamente podría tener influencia el hecho de que la forma fricativa de la segunda fase tiende a ser más larga en comparación con la explosión, pero esto únicamente hace que la distinción recaiga en la duración y no en el modo de articulación.
- La forma fricativa del fonema /t/ tuvo una presencia del 28% de las realizaciones en el corpus de estudio. Esta variación presentó un rango de duración variable que va desde los 23 ms. hasta los 159 ms. y no tiene ninguna de las fases articulatorias prototípicas del fonema /t/.
- La realización fricativa del fonema /t/ únicamente puede ser identificada en el rango de duración de los fonemas sonoros: con menos de 69 ms. en total.
- Esto hace que los rasgos [continuo] y [estridente] ya no aporten la información necesaria para describir este fonema en la realización fricativa. El único rasgo que se

mantiene es el de la sonoridad, pues se mantiene como un elemento sordo, no obstante, comparte dicho rasgo con el fonema /s/. Además, si bien el rasgo [tenso-flojo] aporta información para la distinción entre estos dos tipos de sonidos por medio de la duración, la clasificación por medio de este rasgo presenta problemas en la caracterización del fonema dental oclusivo sordo /t/.

- Con base en la información presentada, se observa que la ausencia de los órganos dentarios facilita la articulación de elementos con fase explosiva e incrementa la duración total del fonema. En el caso del habla con prótesis dentales la duración total disminuye y son más comunes los elementos fricativos.
- La hipótesis presentada al inicio de este trabajo de investigación: “el fonema dental oclusivo sordo /t/ es reconocido por el interlocutor a pesar de que las características acústicas prototípicas como la tensión, la explosión y la duración del fonema, sufren cambios a nivel articulatorio y acústico en el habla de los adultos mayores edéntulos y portadores de prótesis dentales. De ser así, la descripción y caracterización de los rasgos distintivos que se han hecho en torno a los fonemas oclusivos no es funcional para la población de estudio” fue validada con base en los resultados mencionados anteriormente. El caso paradigmático en el que se cumple la hipótesis es el de la articulación fricativa de /t/ con duración de oclusiva sonora, pues en esta articulación no se realiza fase tensa ni explosión, además de que la duración se sitúa en el rango de los fonemas sonoros.
- Los casos en los que la articulación del fonema /t/ no puede superar cierto grado de variación para que pueda ser identificado correctamente:
 - cuando aumenta en la duración en una realización fricativa
 - cuando aumenta la duración de la segunda fase articulatoria,

- La segunda parte de la hipótesis también fue validada, ya que, debido a los cambios acústicos registrados, los rasgos [\pm continuo], [tenso-flojo] y [\pm estridente] no son apropiados para la caracterización del fonema /t/, además de que en prácticamente todas las variaciones descritas se logra identificar en algún punto el fonema de estudio.

4.2. Trabajo futuro

Como se habrá podido apreciar, de esta investigación surgen diversas líneas de investigación que pueden ser abordadas como trabajo futuro. Destacan las siguientes:

- Realizar un estudio del fonema dental oclusivo sordo /t/ en todos los contextos fónicos, con la finalidad de validar los resultados obtenidos en la presente investigación.
- Realizar estudios en los que se aborde el habla de adultos mayores que conserven buena parte de los órganos dentarios para determinar si existen variaciones similares en el fonema de estudio, o si dichas variaciones son características únicas de los adultos mayores edéntulos y portadores de prótesis dentales.
- Profundizar en el estudio de los casos en los que el fonema fue identificado aun cuando los cambios acústicos fueron muy grandes. Dicho estudio tendría una postura puramente fonológica.
- Corroborar la información obtenida en los análisis perceptivos acerca de los procesos articulatorios que intervienen en las realizaciones encontradas de /t/. Este estudio tendría una base articulatoria, con la ayuda de técnicas como la electropalatografía computacional.

- Realizar análisis con otros fonemas que también presenten variación en la misma población de estudio y que puedan aportar información que caracterice el habla en la tercera edad.

Bibliografía

Abercrombie, D. (1967) *Elements of general phonetics*. Edimburgo: Edinburgh University Press.

Alarcos, E. (1974). *Fonología española*. Madrid: Gredos.

Álvarez, J. (1978). El análisis por síntesis. *Revista española de lingüística*, 117-124.

Asensi, L., Portolés, S., y del Río, A. (1997). Barra de explosión, VOT y frecuencia de las oclusivas sordas del castellano. *Estudios de fonética experimental*, (9), 221-242.

Belaunde, M., Salazar, F., Castillo, D., Manrique, J., Orejuela, F., Zavaleta, C., y López, M. (2012). Asociación del acceso a la atención dental y el edentulismo. *Estomatol Herediana*, (22), 77-81.

Borges, S., Maupomé, G., Martínez, M., Cervantes, L., y Gutiérrez, L. (2003). Relación entre el estado de salud bucal y el consumo de alimentos energéticos y nutrientes en ancianos de tres localidades en México. *Nutrición Clínica*, 9-16.

Borzone, A. y Gurlekian, J. (1980). Rasgos acústicos de las consonantes oclusivas españolas, *Fonoaudiológica*, 26(3), 326-330.

Cabrera, C. (20 de Mayo de 2015). *protesis.com.uy*. Obtenido de <http://www.protesis.com.uy>

Calleja, J., Mazarriegos, M., Lozano, M., Quiroz, A., Luna, A., y Sanz, C. (2010). *Guía de Consulta para el Médico y Odontólogo de Primer Nivel de Atención*.

Odontogeriatría. México: Publicación del Comité Nacional de Atención al Envejecimiento.

Canales, G., Maldonado, C., y Sepúlveda, M. (2007). *Intervención de la voz en adultos mayores institucionalizados* (Tesis de pregrado). Universidad de Chile, Chile.

Canellada, M., y Madsen, J. (1987). *Pronunciación del español: lengua hablada y literaria*. Madrid: Castalia.

Catford, J. (1977). *Fundamental problems in phonetics*. Edimburgo: Edinburgh University Press.

Cecconello, L. (2012). *Aplicación del análisis acústico vocal en la clínica vocal*. Argentina: Akadia.

Chomsky, N., y Halle, M. (1968). *The Sound Pattern of English*. New York: Harper y Row.

Collari, D., y Peña, E. (2007). *Parámetros fonético acústicos de perturbación vocal en el adulto mayor* (Tesis de pregrado). Universidad de Talca, Chile.

La situación demográfica de México 2006. (2006) México: Consejo Nacional de Población.

Delattre, P. (1967). Acoustic or articulatory invariance. *Glossa*, 1(1), 3-25.

Fernández Planas, A. (2008). La electropalatografía (EPG) en el estudio articulatorio del habla. El WinEPG de Articulate Instruments Ltd. *Estudios de fonética experimental*, (17), 286-299.

Fernández, S., Ruba, D., Marqués, M., y Sarraqueta, L. (2006). Voz del anciano. *Revista de medicina de la Universidad de Navarra*, 44-48.

- Gili Gaya, S. (1975). *Elementos de fonética general*. Madrid: Gredos.
- Giovannetti, M., Casucci, A., Casucci, D., Mazzitelli, C., y Borracchini, A. (2011). Phonetic analysis and maxillary anterior tooth position: a pilot study on preliminary outcomes. *International Dentistry SA*, 32-39.
- Gómez, D. (1994). Los rasgos pertinentes de los fonemas de la lengua española. *Cauce: Revista de filología y su didáctica*, (17), 7-24.
- Ham, R. (1996). El envejecimiento: una nueva dimensión de la salud en México. *Salud Pública de México*, 409-418.
- Hechos y desafíos para un envejecimiento saludable en México*. (2016). México: Instituto Nacional de Geriatria.
- Hidalgo Navarro, A., y Quilis Merín, M. (2002). *Fonética y fonología españolas*. Valencia: Tirant lo Blanch.
- Jakobson, R., Fant, G., y Halle, M. (1952). *Preliminaries to Speech Analysis. The Distinctive Features and Their Correlates*. Massachusetts: THE MIT PRESS.
- Jakobson, R., Halle, M. (1974). *Fundamentos del lenguaje*. Madrid: Ayuso.
- Kong, H., y Hansen, C. (2008). Customizing palatal contours of a denture to improve speech intelligibility. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 243-248.
- Lieberman, A., Harris, K., Eimas, P., Lisker, L., y Bastian, J. (1961). An effect of learning on speech perception: The discrimination of durations of silence with and without phonemic significance. *Language and Speech*, 4(4), 175-195.

- Lisker, L. (1957). Closure duration and the intervocalic voiced-voiceless distinction in English. *Language*, 33(1), 42-49.
- Machuca, M. (1997). *Las obstruyentes no continuas del español: relación entre las categorías fonéticas y fonológicas en el habla espontánea* (Tesis doctoral). Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona.
- Martínez Celdrán, E. (1984a). Cantidad e intensidad en los sonidos obstruyentes del castellano. Hacia una caracterización acústica de los sonidos aproximantes. *Estudios de fonética experimental*, (1), 71-129.
- _____. (1984b). ¿Hasta qué punto es importante la sonoridad en la discriminación auditiva de las obstruyentes mates del castellano? *Estudios de fonética experimental*, (1), 243-291.
- _____. (1991a). Relevancia de los elementos de las oclusivas sordas del castellano según la discriminación auditiva. *Fonética experimental: Teoría y práctica*, 115-130.
- _____. (1991b). Tensión frente a sonoridad en las consonante mates del castellano. *Fonética experimental: Teoría y práctica*, 131-141.
- _____. (1993). La percepción categorial de/b-p/en español basada en las diferencias de duración. *Estudios de fonética experimental*, (5), 223-239.
- _____. (1996). *El sonido en la comunicación humana*. Barcelona: Octaedro.
- _____. (2009). Sonorización de las oclusivas sordas en una hablante murciana: Problemas que plantea. *Estudios de fonética experimental*, (18), 254-271.

- Martínez Celdrán, E. y Fernández Planas, A. (2007). *Manual de fonética española*. Barcelona: Ariel.
- Martínez, H., Mora, E., y Prato, R. (2006). Influencia de los aparatos dentales ortodónticos en la producción y percepción de habla: estudio de cinco casos. *Rev. CEFAC* , 467-476.
- Martínez Contreras, C. (2013). *Factores que intervienen en la fonética del paciente portador de prótesis dental removible* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Mejía, A., González, M., y Lomelí, G. (2013). *Resultados del Sistema de Vigilancia Epidemiológica de Patologías Bucales (SIVEPAB) 2012*. México: Dirección General de Comunicación Social de la Secretaría de Salud.
- _____, (2014). *Resultados del Sistema de Vigilancia Epidemiológica de Patologías Bucales (SIVEPAB) 2013*. México: Dirección General de Comunicación Social de la Secretaría de Salud.
- Mendoza, S., Merino, J., y Barriga, O. (2009). Identificación de factores de predicción del incumplimiento terapéutico en adultos del sur de Chile. *Panam Salud Pública*, 105-112.
- Moreno, A., Álvarez, M., Bejarano, M., y Pulido, C. (2010). Parámetros acústicos de la voz en el adulto mayor. *Umbral Científico*, 9-17.
- Navarro, T. (1918). *Manual de pronunciación española*. Madrid: Centro de Estudios Históricos.

- Obediente, E. (1998). *Fonética y fonología*. Colombia: Universidad de los Andes.
- Pérez, H. (1998). Incidencia de dos rasgos acústicos en la percepción de la correlación/ptk/ vs. /bdg/. *RLA. Revista de lingüística teórica y aplicada*, (36), 113-125.
- Pérez, H. (2001). La noción de rasgo. El caso de las consonantes oclusivas del español. *Onomázein*, (6), 327-336.
- Puentes, C., y Castellanos, J. (1992). *Reunión de Consulta sobre Políticas de Salud para los Ancianos de América Latina y el Caribe: Informe final*. Washington, D.C.: Organización Panamericana de la Salud.
- Quilis, A. (1981). *Fonética acústica de la lengua española*. Madrid: Gredos.
- Quilis, A. (1999). *Tratado de fonología y fonética españolas*. Madrid: Gredos.
- Real Academia Española. (2011). Nueva Gramática de la Lengua Española. *Fonética y Fonología*. Barcelona: Espasa.
- Rello, L. (2007). *La relación entre fonética y fonología*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- Rodríguez, F. (2008). *Glosario*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Runte, C., Lewerino, M., Dirksen, D., Friedhelm, B., Lamprecht-Dinnesen, A., y Seifert, E. (2001). The influence of maxillary central incisor position in complete dentures on /s/ sound production. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 485-495.
- Seifert, E., Runte, C., Riebandt, M., Lamprecht-Dinnesen, A., y Bollmann, F. (1999). Can dental prostheses influence vocal parameters?. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 579-585.

Tanaka, H. (1973). Speech patterns of edentulous patients and morphology of the palate in relation to phonetics. *The Journal of prosthetic dentistry*, 29(1), 16-28.

Universitat de Barcelona. (15 de 06 de 2015). *Laboratorio de Fonética*. Obtenido de <http://stel.ub.edu/labfon/es/scripts-de-praat>

Villamizar, T. (2002). Caracterización acústica de las consonantes oclusivas en el español de Venezuela. El parámetro duración (silencio-barra de explosión-VOT). *Lengua y Habla*, 7(1), 140-157.

Anexos

Diseños de los test perceptivos:

Test 001						
Tipo de estímulo	Prótesis	Tipo de articulación	Duración	Sílaba	Nombre del estímulo final	Pista
/t/	Sí	Tensión-explosión	70 a 140 ms.	ta	103	08
/t/	Sí	Tensión-explosión	70 a 140 ms.	te	104	03
/t/	Sí	Tensión-explosión	Más de 140 ms.	te	107	05
/t/	Sí	Tensión-explosión	Más de 140 ms.	te	108	10
/t/	Sí	Tensión-explosión	Menos de 69 ms.	ta	111	01
/t/	Sí	Tensión-explosión	Menos de 69 ms.	to	112	04
/d/	Sí	Tensión-explosión	Menos de 69 ms.	da	151	02
/d/	Sí	Tensión-explosión	Menos de 69 ms.	do	152	06
/d/	Sí	Tensión-explosión	Menos de 69 ms.	di	153	07
/d/	Sí	Tensión-explosión	Menos de 69 ms.	du	154	09

Test 002						
Tipo de estímulo	Prótesis	Tipo de articulación	Duración	Sílaba	Nombre del estímulo final	Pista
/t/	No	Tensión-explosión	70 a 140 ms.	ta	101	05
/t/	No	Tensión-explosión	70 a 140 ms.	te	102	09
/t/	No	Tensión-explosión	Más de 140 ms.	te	105	01
/t/	No	Tensión-explosión	Más de 140 ms.	te	106	07
/t/	No	Tensión-explosión	Menos de 69 ms.	te	109	03
/t/	No	Tensión-explosión	Menos de 69 ms.	ta	110	08
/d/	No	Tensión-explosión	Menos de 69 ms.	de	155	02
/d/	No	Tensión-explosión	Menos de 69 ms.	do	156	04
/d/	No	Tensión-explosión	Menos de 69 ms.	do	157	06
/d/	No	Tensión-explosión	Menos de 69 ms.	da	158	10

Test 003							
Tipo de estímulo	Prótesis	Tipo de articulación	Duración de la 2ª fase		Sílaba	Nombre de estímulo final	Pista
/t/	No	tensión-explosión	10.55	8%	ta	201	06
/t/	No	tensión-fricción	19.61	16%	to	202	09
/t/	No	tensión-fricción	25.15	23%	tu	205	04
/t/	No	tensión-explosión	30.75	23%	te	206	10
/t/	No	tensión-fricción	61.44	57%	tu	209	07
/t/	No	tensión-explosión	53.2	68%	ta	210	08
/tʃ/	No	Africada	70 a 104 ms.		tʃo	255	01
/tʃ/	No	Africada	70 a 104 ms.		tʃi	256	02
/tʃ/	No	Africada	70 a 104 ms.		tʃo	257	03
/tʃ/	No	Africada	70 a 104 ms.		tʃe	258	05

Test 004							
Tipo de estímulo	Prótesis	Tipo de articulación	Duración de la 2ª fase		Sílaba	Nombre de estímulo final	Pista
/t/	Sí	tensión-explosión	7.61	6%	te	203	07
/t/	Sí	tensión-fricción	5.43	7%	to	204	03
/t/	Sí	tensión-explosión	31.64	32%	ta	207	05
/t/	Sí	tensión-fricción	29.74	32%	te	208	01
/t/	Sí	tensión-explosión	41.45	47%	te	211	06
/t/	Sí	tensión-fricción	54.23	53%	te	212	02
/tʃ/	Sí	Africada	70 a 104 ms.		tʃo	251	09
/tʃ/	Sí	Africada	70 a 104 ms.		tʃa	252	08
/tʃ/	Sí	Africada	70 a 104 ms.		tʃo	253	04
/tʃ/	Sí	Africada	70 a 104 ms.		tʃo	254	10

Test 005						
Tipo de estímulo	Prótesis	Tipo de articulación	Duración	Sílaba	Nombre de estímulo final	Pista
/t/	Sí	Fricción	69 ms. o menos	te	302	07
/t/	Sí	Fricción	69 ms. o menos	te	304	01
/t/	Sí	Fricción	70 a 140 ms.	ti	306	03
/t/	Sí	Fricción	70 a 140 ms.	tu	308	05
/t/	Sí	Fricción	140 ms. en adelante	te	309	09
/t/	Sí	Fricción	140 ms. en adelante	te	310	04
/s/	Sí	Fricción	70 a 104 ms	sa	351	02
/s/	Sí	Fricción	70 a 104 ms	sa	352	06
/s/	Sí	Fricción	70 a 104 ms	se	353	08
/s/	Sí	Fricción	70 a 104 ms	so	354	10

Test 006						
Tipo de estímulo	Prótesis	Tipo de articulación	Duración	Sílaba	Nombre de estímulo final	Pista
/t/	no	Fricción	69 ms. o menos	ta	301	02
/t/	no	Fricción	69 ms. o menos	ta	303	08
/t/	no	Fricción	70 a 140 ms.	te	305	04
/t/	no	Fricción	70 a 140 ms.	tu	307	05
/t/	no	Fricción	140 ms. en adelante	te	309	07
/t/	no	Fricción	140 ms. en adelante	tu	310	01
/s/	no	Fricción	70 a 104 ms	se	353	09
/s/	no	Fricción	70 a 104 ms	so	354	06
/s/	no	Fricción	70 a 104 ms	se	355	03
/s/	no	Fricción	70 a 104 ms	so	356	10