

**LA SONORITAT EN LES FRICATIVES
INTERVOCÀLIQUES POLONESES**

DOROTA T. SZMIDT
Universitat de Barcelona
dszmidt@ub.edu

JOAN CASTELLVÍ VIVES
Universitat de Barcelona
joan.castellvi@ub.edu

RESUM

El present treball es un estudi de la sonoritat en les consonants fricatives intervocàliques poloneses. L'estudi acústic s'ha realitzat pel mitjà del sistema CSL, en el que es poden observar simultàniament l'oscil·lograma, l'espectrograma, l'ona glotal i els impulsos glotals. S'han establert quatre patrons de sonoritat que poden presentar les fricatives i s'han relacionat amb factors de variabilitat com ara el punt d'articulació de la fricativa, la seva sonoritat subjacent, la posició respecte de l'accent, la posició dins la paraula, l'alçada de la vocal següent i la durada de la fricativa. Els resultats de l'anàlisi han posat de manifest variacions en el comportament glotal de les fricatives en funció del seu punt d'articulació, de la seva sonoritat subjacent, de l'alçada de la vocal següent i la relació de la durada de la fricativa amb el seu comportament glotal. S'observa una diferència en la durada entre les fricatives /-sord/ i les /+sord/ completament ensordides.

Paraules clau: *fricatives poloneses, sonoritat, articulació glotal.*

ABSTRACT

This work is a study of voicing in Polish intervocalic fricative consonants. The acoustic study has been realized using a CSL system by which can be simultaneously observed a waveform, a spectrogram, the glottal wave, and glottal impulses. It has been established that these fricatives can appear in four voicing patterns. They have been correlated to variable factors such as the fricative's place of articulation, its underlying voicing, its position with respect to the accent of the word in which it appears, its position within the word, the height of the following vowel, and the length of the fricative. Analysis of the results has shown variations in the glottal behavior in these fricatives due to their particular place of articulation, underlying voicing, the height of the subsequent vowel, and the relation between the length of the fricative and its glottal behavior. A difference in duration is observed between /-voice/ fricatives and those /+voice/ completely devoiced.

Keywords: *polish fricatives, voicing, glottal articulation.*

1. INTRODUCCIÓ

El present estudi és una anàlisi acústica de la sonoritat en les fricatives intervocàliques poloneses i constitueix un complement dels treballs sobre la coordinació entre les articulacions glotal i supraglotal en els grups consonàntics simples polonesos fricativa + nasal (Szmidt & Castellví 2006) i fricativa + ròtic (Szmidt & Castellví, en premsa). L'objectiu del present treball es determinar les característiques de la realització sonora de les fricatives intervocàliques i comprovar fins a quin punt presenta les mateixes característiques que quan van seguides per consonant sonant.

L'article s'organitza de la següent manera: a l'apartat 2, es presenten breument els fets rellevants referents a la sonoritat i es caracteritzen, en termes de la seva articulació glotal i supraglotal, les realitzacions fricatives i vocàliques, els sons implicats en el nostre estudi, i es presenten les aportacions més importants en l'anàlisi de la sonoritat de les fricatives intervocàliques; al punt 3 s'exposa la metodologia utilitzada i els procediments d'anàlisi. Al punt 4 es comenten els resultats i al 5 es presenten la discussió i les conclusions.

2. L'ESTUDI DE LA SONORITAT: LES ARTICULACIONS GLOTALE I SUPRAGLOTALE EN LA PRODUCCIÓ DELS SONS

En la realització de la sonoritat, tot i que existeixin interaccions anatòmiques entre la zona glotal i la supraglotal, els gestos glotals són, fins a cert punt, independents en el temps dels gestos supraglotals. El major condicionament físic de la seva coordinació és que la sonoritat pot ser prolongada tan sols mentre existeixi prou caiguda de la pressió transglotal. Això vol dir que en la producció de sons on hi ha una baixada gradual en la diferència de pressió a través de la glotis, la sonoritat acaba en el moment que la diferència de pressió cau per sota del nivell necessari pel component aerodinàmic de la vibració dels plecs vocals.

Des del punt de vista acústic, les consonants que contrasten pel tret de sonoritat haurien de ser distingibles pels seus patrons oscil·logràfics (presència o absència de vibracions en l'ona d'emissió oral), espectrogràfics (per a les sonores hauria d'haver components harmònics de baixa freqüència, absents en les obstruents sordes) i, sobretot, glotogràfics (pulsacions glotals en la ona d'emissió glotal). Aquesta distinció, però, no sempre és evident. En les consonants oclusives, des

dels treballs de Lisker & Abramson (1964), es considera que la durada de la seva sonoritat es el lapse de temps que correspon a la diferència entre la iniciació del gest articuladori supraglotal i el començament del gest laringi o glotal. Aquest lapse de temps és conegut com a VOT (Voice Onset Time), terme utilitzat ja en Fischer-Jørgensen (1954) i Peterson & Lehiste (1960). El VOT es refereix, doncs, a la coordinació que existeix entre les activitats glotal i la supraglotal en la producció de les oclusives i és un paràmetre característic de les que contrasten en tret de sonoritat.

A diferència de les oclusives, a l'aspecte de la sonoritat de les altres consonants obstruents que tenen habitualment parelles homorgàniques amb distinció de sonoritat, les fricatives, se'ls ha dedicat fins ara menys atenció. Els principals estudis sobre la sonoritat en les fricatives intervocàliques per a la llengua anglesa són els de Stevens *et al.* (1992) i de Docherty (1992). Entre els treballs que tracten la sonoritat en les fricatives d'altres llengües s'han de mencionar: Löfqvist & McGarr (1987), McGarr & Löfqvist (1988) per al suec i l'islandès, Hutters (1984) per al danès, Slis (1986) per al neerlandès i Burton & Roblee (1997) per al rus.

2.1 Les principals aportacions a l'estudi de les articulacions glotal i supraglotal en les fricatives intervocàliques

El treball més important que presenta l'anàlisi de la sonoritat en les fricatives intervocàliques és el de Stevens *et al.* (1992). Els autors analitzen, entre altres coses, les característiques acústiques de les fricatives de l'anglès americà en les seves realitzacions glotal i supraglotal respecte del contingut subjacent de les fricatives intervocàliques i en grups amb una altra fricativa. A continuació es resumeixen les conclusions més importants referents a les primeres.

Fricatives /-sonor/:

1. El soroll de fricció comença abans que s'acompleixi la plena constricció supraglotal i continua després que l'àrea de la constricció augmenti al relaxament de la consonant. La vibració glotal de la vocal que precedeix la fricativa acaba abans de l'acompliment de la plena constricció supraglotal.
2. En posició intervocàlica algunes de les fricatives sordes poden guardar una vibració residual (inèrcia glotal) en la part adjacent a la vocal precedent.

Fricatives /+sonor/:

1. La vibració glotal continua en l'interval de la constricció supraglotal, però no persisteix necessàriament durant tot l'interval. En alguns casos està present només en les fraccions properes a les dues fronteres amb vocals a la vegada. La caiguda de la pressió a través de la glotis pot disminuir fins al punt que l'amplitud de les vibracions dels plecs baixi tant que fins i tot puguin arribar a desaparèixer. D'aquesta manera, petits canvis en l'obertura glotal poden portar a canvis significatius en la durada de les vibracions glotals durant l'interval de la constricció supraglotal.
2. La vibració glotal en tot l'interval de les fricatives sonores es manté en un 78% dels casos. La fricativa labiodental presenta més casos de vibracions glotals continuades que la apicodental.

El criteri per mesurar la durada de les vibracions glotals que utilitzen els autors es basa en la variació de l'amplitud del primer harmònic vocàlic a les fronteres vocal/fricativa i fricativa/vocal. Aquest ha d'estar com a mínim 10 dB per sota de l'amplitud en la vocal perquè es consideri que la vibració hagi cessat. Aquest criteri es basa en el fet que els plecs vocals deixen de vibrar quan hi ha una caiguda de l'amplitud de 13 dB que correspon a una caiguda de la pressió transglotal dels 8 als 3-cm H₂O (cf. 10 dB establerts per Stevens *et al.*, 1992: 2985).

L'altre treball fonamental on trobem també anàlisis de la sonoritat en les fricatives és el de Docherty (1992). És l'estudi més extens sobre l'aspecte temporal de la sonoritat en les obstruents. Les seves consideracions, que es refereixen a l'anglès britànic, van des de la descripció de les característiques glotals i supraglotals en la producció de les obstruents fins a la realització d'experiments destinats a l'estudi dels aspectes temporals de la sonoritat en les obstruents intervocàliques i en grups amb consonants. Pel que fa a les fricatives en posició intervocàlica, l'autor identifica els seus patrons bàsics de sonoritat, mesura la durada de l'activitat glotal en la fricativa i relaciona aquesta durada amb la sonoritat subjacent de la fricativa. El mètode de detecció de la sonoritat emprat pel Docherty (1992) consisteix en la inspecció visual de l'ona captada pel micròfon de nuca (*throat microphone*) i, simultàniament, de l'ona d'emissió oral presentada per l'oscil·lograma. Aquest mètode no presenta, doncs, distinció objectiva i mesurable entre la presència i l'absència de les vibracions glotals. L'ona del micròfon de nuca, en la que es basen les anàlisis en Docherty (1992), és similar a la que presenta l'electro-

glotògraf utilitzat en el present estudi, tanmateix la captació de la senyal a través de les vèrtebres a l'alçada de la nuca no és tan directa que la de l'electroglotògraf i, a més, no ofereix la indicació exacta dels impulsos glotals i, per tant, no elimina les vibracions amb amplitud menyspreable. Les conclusions de l'autor respecte de la sonoritat en les fricatives són més modestes que les que es refereixen a les oclusives i, en essència, confirmen les que presenten Stevens *et al.* (1992).

3. METODOLOGIA

3.1. El material

La nostra anàlisi se centra en les fricatives labiodentals i apicodentals. El seu context precedent està constituït per una de les 6 vocals poloneses [a, e, i, ɨ, o, u] i el posterior per una vocal [-alt].

S'ha introduït la restricció de l'altura de la vocal per a evitar possibles influències d'aquesta en la sonoritat de la fricativa precedent. Encara que no hi hagi treballs definitius sobre la influència de la altura de la vocal en la fricativa precedent, sí que existeixen estudis en els que es demostra aquesta influència en les oclusives. Els primers treballs en els que es va analitzar aquesta qüestió (Lisker & Abramson 1967 y Zue 1976), no es va trobar cap efecte significatiu del context vocàlic posterior a la oclusiva en el VOT. Tanmateix, en els treballs posteriors (Klatt 1975; Ohala 1981; Summerfield 1975), sí es troba aquest efecte entre les vocals altes i baixes de l'anglès. Klatt (1975) observa que el VOT de /p/, /t/, /k/ es un 15% més llarg davant de les vocals altes que davant de /a/ y /e/¹. Per comprovar si existeix un efecte de l'alçada de la vocal del context posterior a la fricativa en la seva sonoritat s'ha realitzat una comparació amb un grup de 48 paraules on aquest context és una vocal [+alt].

El material d'anàlisi és un corpus format per 48 paraules que contenen la seqüència *fricativa + vocal* i van inserides en una frase portadora que aporta el context vocàlic precedent a la fricativa estudiada quan aquesta es troba en posició inicial de paraula. Es considera també la posició de l'interior de paraula. En aquest corpus, el context posterior a la fricativa és una de les vocals no altes /e/, /a/ /o/.

¹ Klatt (1975: 691) apunta la possibilitat que les dades de Lisker & Abramson no siguin apropiats per a comprovar l'efecte de la altura de la vocal sobre el VOT.

El context precedent al grup consonàntic es sempre una vocal, que pot ser qualsevol de les 6 vocals del polonès. En aquesta posició no s'ha introduït cap restricció pel que fa al tipus de la vocal ja que, en les posicions estudiades (no prepausals), el tipus de vocal que precedeix la fricativa no està relacionat amb la sonoritat de la fricativa, si més no pel que fa a la durada, que es un dels paràmetres que varia en funció de la sonoritat (Stevens *et al.*, 1992: 2979)².

Les fricatives estudiades estan situades en la posició preacentual (tónica) i no preacentual (pretónica).

3.2. Els enregistraments

Els enregistraments es van realitzar al Laboratori de Fonètica de la Universitat de Barcelona, utilitzant l'equip CSL Kay Elemetrics (model 4300B) al qual se li va acoblar un electroglotògraf Kay Elemetrics (model 6103).

En els enregistraments van participar 4 informants femenines: AB, KG, KC y KL. Les quatre eren estudiants del programa Erasmus, de recient arribada a Barcelona. Totes elles eren estudiants d'Etnolingüística de la Universitat Adam Mickiewicz de Poznań. Les frases es van presentar a les informants en un ordre aleatori. Es van efectuar tres repeticions amb cadascuna de les informants.

El corpus complet (comptant també el grup amb la vocal [+alt]) consta d'un total de 1152 ítems dels quals s'han eliminat 44 ítems de producció defectuosa. Les frases del corpus van ser llegides per les informants amb un tempo còmode, en grups de 6 frases, que es el marge que permeten els 20 segons de captura del CSL. Les elocucions van ser enregistrades amb un micròfon oral i un de glotal (de l'electroglotògraf) que capta les vibracions directament des del cartílag tiroides. Es demanava a les informants que llegissin les frases amb entonació declarativa.

3.3. Segmentació i mesures

L'electroglotògraf acoblat a l'oscil·lògraf i l'espectrògraf permet realitzar mesures simultànies de l'activitat glotal i supraglotal: de manera sincronitzada s'obté

² [...] *the duration of a vowel up to the time of frication onset tends to be shorter when the vowel is followed by a voiceless fricative than by a voiced fricative, when the consonant is in prepausal position. The duration of a vowel is negligible when the fricative is in nonprepausal position.* (Stevens *et al.* 1992: 2979).

l'oscil·lograma, l'espectrograma, els pulsos glotals i les mesures temporals i d'intensitat de les vibracions glotals. Gràcies a la utilització de l'electroglotògraf, no ha estat necessari fer servir cap mètode especial (com el que s'utilitza a Stevens *et al.*, 1992) per determinar l'existència de les vibracions glotals, ja que l'aparell elimina les vibracions d'amplitud menyspreable. Per a la segmentació de les fricatives s'ha disposat d'una triple informació sincronitzada. Segons la bibliografia consultada, fins ara no s'havia utilitzat aquest tipus de mesures en l'estudi de la sonoritat. Per exemple Stevens *et al.* (1992) o Burton & Roblee (1997) utilitzen la informació espectral, Docherty (1992) utilitza un micròfon de nuca acoblat l'oscil·lògraf, i Cuartero (2000) utilitza un electropalatògraf acoblat a un oscil·lògraf i un glotògraf.

Pel que fa a la segmentació de la fricativa, considerem que el començament de la seva fase estable es troba al final de les ones regulars en l'oscil·lograma (corresponents a la vocal precedent), que solen coincidir amb el final de l'espectre formàntic (generalment es dona una franja de frontera amb la presència sincrònica d'estructura formàntica i el soroll de fricció en les freqüències altes). A partir del punt on s'inicia l'interval de la fase estable de la fricativa es mesura la seva durada i s'estableix el seu patró de realització glotal.

3.4. Procediment de l'anàlisi

L'anàlisi del corpus es va realitzar en dues fases: el tractament instrumental que va permetre l'obtenció de les dades i el seu tractament estadístic que els relaciona amb els factors de variabilitat.

En el tractament instrumental es van realitzar dos tipus de mesures: absolutes (la durada de la consonant) i relatives (patrons de la realització glotal). Les mesures absolutes es refereixen a la durada de la fricativa en ms. Les mesures relatives es refereixen a la durada i l'amplitud de les vibracions glotals. Contràriament als treballs citats a 2, el que ens interessa en el present estudi, més que la durada de les vibracions glotals en números absoluts, és si es produeix una pèrdua o una adquisició de les vibracions glotals i, si es produeixen, en quina franja i amb quina freqüència, per les fricatives dels diferents punts d'articulació i en funció de la seva sonoritat subjacent. Amb aquest objectiu es van establir quatre patrons de la realització glotal³:

³ Els patrons de la realització glotal establerts en aquest treball coincideixen en essència amb els que s'observen a Stevens *et al.* (1992). El nostre mètode presenta certa similitud amb

1.- absència de vibracions glotals en tota la durada del segment;



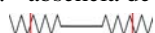
2.- vibracions glotals continuades en tota la durada del segment;



3.- vibracions glotals fins a la meitat del segment;



4.- absència de vibracions glotals al centre del segment.



Les dades obtingudes en el tractament instrumental van ser relacionades amb els possibles factors de variabilitat. Les durades de la fricativa van constituir les variables numèriques i els possibles factors de variabilitat es van considerar com a variables categòriques, concretament:

1. el punt d'articulació (PA) de la fricativa : labiodental, apicodental;
2. la sonoritat subjacent de la fricativa: /-sonor/, /+sonor/;
3. la posició respecte de l'accent: tònica, no tònica;

el de l'organització paramètrica de la durada de la sonoritat utilitzat per Docherty (Docherty, 1992: 191-201) per a les obstruents intervocàliques. L'autor distingeix 3 fases en l'articulació d'un segment, on les fases 1 i 3 sobrepassen la frontera de la base temporal segmental i es refereixen a les transicions de la vocal precedent a l'obstruent (1) i de l'obstruent a la vocal següent (3). La fase 2 correspon a la fase estable, o mitja, de l'obstruent. Les fases 1 i 3 tenen dos patrons possibles: en la 1 la sonoritat cessa abans de l'acabament de la vocal (com en les oclusives preaspirades angleses), o en el moment de l'oclusió, la 3 constitueix un mirall respecte a la fase 1: la sonoritat comença després de l'acabament de l'aspiració, o al relaxament de l'oclusió. La fase mitja presenta 4 patrons potencials: falta de sonoritat, sonoritat plena, meitat sonora i meitat sorda, meitat sorda i meitat sonora. En el present estudi, l'observació prèvia de les dades obtingudes va revelar que en la llengua polonesa les fricatives intervocàliques no presenten opcions de la sonoritat acabada anticipadament abans de l'articulació de la fricativa, ni la sonoritat retardada, ja que no presenten aspiració.

4. la posició dins la paraula: inicial, medial;
5. el patró de la realització glotal: 1 (absència de vibracions glotals en tota la durada del segment), 2 (vibracions glotals continuades en tota la durada del segment), 3 (vibracions glotals fins a la meitat del segment), 4 (absència de les vibracions glotals al centre del segment),
6. el context vocàlic posterior de la fricativa: [-alt] o [+alt].

Les dades s'analitzen mitjançant taules de contingència i altres estadístics descriptius que aporten informació sobre els percentatges d'ocurrència dels casos i el test *chi-quadrat* de Pearson que indica el grau de dependència entre les variables. Per a les variables numèriques i la seva dependència amb les variables categòriques es va utilitzar l'anàlisi de variances univariant (UNIANOVA) i les proves T de comparació de les mitjanes.

4. RESULTATS

A continuació es presenten les dades obtingudes en l'estudi instrumental, referents a les fricatives en les seves realitzacions glotal i supraglotal, com també els resultats dels test estadístics als quals aquestes dades han estat sotmeses.

Tal com s'ha detallat a 3.4, els paràmetres que s'estudien per cada fricativa són: la durada del segment i la durada de les vibracions glotals que resulta en un patró de sonoritat en la fricativa. Aquests paràmetres s'avaluen en funció de la posició dins la paraula, del punt d'articulació de la mateixa fricativa, del seu context posterior dret (vocal [-alt] o [+alt]) i de l'especificació subjacent pel que fa al tret de sonoritat.

Per establir les relacions entre el patró de sonoritat realitzat en la fricativa, la durada de la fricativa i els factors del punt d'articulació de la fricativa (PA), la posició respecte l'accent, la posició dins la paraula i el tipus de vocal com a context posterior ([-alt], [+alt]), es realitzen anàlisis detallats en grups més restringits.

En primer lloc es considera la realització glotal de la fricativa i en segon lloc la seva durada.

4.1. La realització glotal de la fricativa intervocàlica

S'observa una gran regularitat en la realització del patró de la fricativa quan la seva sonoritat subjacent és /-sonor/. No es produeixen vibracions glotals en tota la durada del segment independentment del seu punt d'articulació (per a les labiodentals en un 98,5% i per a les apicodentals en un 98,3%, el baix percentatge dels casos restants pot ser degut a l'error) i del tipus de la vocal següent. La inèrcia glotal que procedeix del context vocàlic precedent i que de vegades es pot observar en l'oscil·lograma, en l'ona glotal i en l'espectrograma, no excedeix 10 ms. Aquestes vibracions residuals troben la seva confirmació en una o, com a molt, dues marques d'impulsos glotals que generalment no arriben a les últimes vibracions en la ona glotal.

Pel que fa a les fricatives /+sonor/, s'observa variació en les realitzacions glotals. La taula 1. presenta la relació (el test *chi-quadrat de Pearson*, sig. $p < 0,05$) entre els patrons de realització glotal i les variables estudiades en els grups de sonoritat subjacent /-sonor/ i /+sonor/.

	Patró F – PA	Patró F – V posterior	Patró F – Pos. accent	Patró F – Pos.paraula
/-sonor/	0,625	0,582	0,262	0,567
/+sonor/	0,000	0,001	0,209	0,002

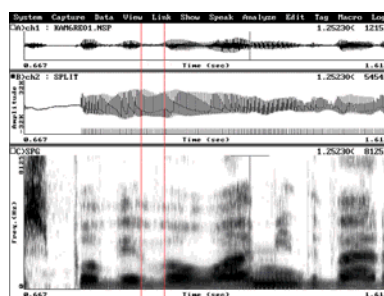
Taula 1. *Fricativa Intervocàlica. Relació (chi-quadrat de Pearson, $p < 0,05$): Patró de sonoritat de la fricativa (Patró F) – Punt d'articulació (PA) / Vocal posterior (V posterior) / Posició respecte l'accent (Pos. accent) / Posició dins la paraula (Pos. paraula).*

En les fricatives /+sonor/ la relació és significativa entre el patró de sonoritat i el punt d'articulació de la fricativa (les vibracions glotals continuades s'observen en la labiodental en un 85,4% i en la apicodental en un 66,1%), el tipus de vocal en posició de context posterior (s'ensordeixen més freqüentment davant la vocal [-alt], un 7,7 % d'ensordeïment ple contra un 2,3% davant la vocal [+alt]), i la posició dins la paraula (a l'inici de la paraula s'ensordeixen plenament en un 1,8% i en la posició medial en un 8,4%). En el cas de les /-sonor/ aquestes relacions es revelen no significatives (tan sols en el cas de la relació del patró de sonoritat realitzat en la fricativa i la posició respecte de l'accent es troben valors de significació similars

entre els grups /+sonor/ i /-sonor/: en tots dos casos la relació no és significativa). Aquests resultats condueixen a restringir l'anàlisi posterior al grup dels casos de les fricatives /+sonor/ amb la restricció de l'alçada de la vocal posterior. A continuació, aquest context serà format per una de les vocals [-alt]

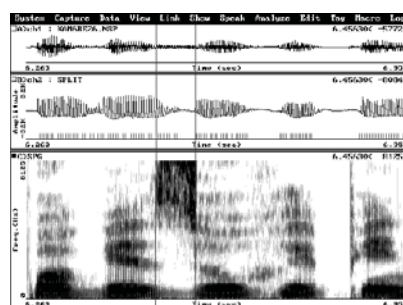
4.1.1. Les fricatives /+sonor/.

Les fricatives /+sonor/ poden presentar un dels quatre patrons de realització glotal presentats a 3.4. Vegeu a mode d'exemple, les figures 1 a 3.



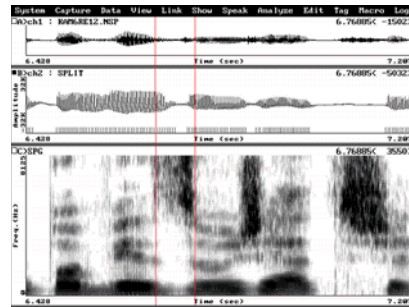
v o w a m i

Figura 1. Oscil·lograma, electroglotograma i espectrograma del context wołami ([vowami]), el patró 2 en la fricativa /+sonor/.



z u x i

Figura 2. Oscil·lograma, electroglotograma i espectrograma del context zuchy ([zuxi]), el patró 3 en la fricativa /+sonor/.



z u z a m i

Figura.3. *Oscil·lograma, electroglotograma i espectrograma del context zuziami ([zuzami]), el patró 4 en la fricativa /+sonor/.*

S'observa una diferència notable entre la fricativa labiodental /+sonor/ i la apicodental /+sonor/. Les figures 4 i 5 il·lustren la distribució dels percentatges de les realitzacions dels quatre patrons de realització glotal (1. absència de vibracions glotals; 2. vibracions glotals en tota la durada del segment; 3. vibracions glotals fins a la meitat del segment; 4. absència de vibracions glotals al centre del segment) en la labiodental i en la apicodental. S'observa una notable diferència entre els dos grups del PA pel que fa al percentatge de les realitzacions de tipus 2 i 3.

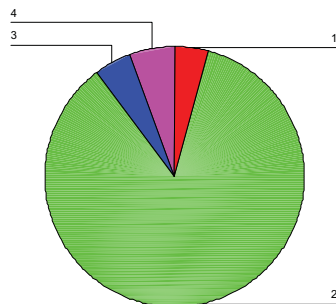


Figura 4. *Fricativa labiodental intervocàlica /+sonor/. Distribució dels patrons de sonoritat*

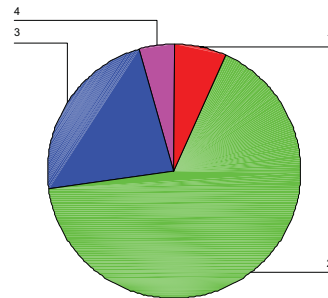


Figura 5. *Fricativa apicodental intervocàlica /+sonor/. Distribució dels patrons de sonoritat.*

S'observa que la fricativa labiodental presenta significativament més casos de realitzacions glotals de patró 2 (vibracions glotals continuades en tota la durada del segment) que no pas la apicodental. Hi ha un 85,4 % dels casos de manteniment de les vibracions glotals en la labiodental i un 66,1 % en la apicodental. No s'observen diferències significatives entre la labiodental i la apicodental pel que fa a la realització del patró 4 (absència de vibracions glotals al centre del segment). En la labiodental aquest patró apareix en un 2,8 % dels casos i, en la apicodental, en un 2,3 %. En canvi, el patró 3 (vibracions glotals fins a la meitat del segment) apareix en un 2,4% en la labiodental i en un 21,3% en la apicodental.

La diferència entre les fricatives d'aquests dos punts d'articulació també sembla presentar-se pel que fa a la dependència del tipus de patró realitzat en la fricativa de la posició respecte de l'accent i respecte de la posició dins la paraula. Pel que fa a la labiodental, les xifres de la significació indicarien que el patró de sonoritat depèn de la posició respecte de l'accent i de la posició dins la paraula (0,003 i 0,014 respectivament) i, pel que fa a la apicodental que aquesta dependència no existeixi (0,269 i 0,060 respectivament). Tanmateix, considerant la distribució dels patrons 3, 4 i 1 en les apicodental i labiodental /+sonor/ (en la apicodental els 3, 4 i 1 es distribueixen de manera similar pel que fa a la posició respecte l'accent i la posició dins la paraula, en la labiodental els 3 i 4 també, però els casos del patró 1 es troben tots a la posició inaccentuada medial de paraula), s'observa que la diferència entre les fricatives dels dos PA és deguda només a la realització del patró 1 (ensordiment) en la labiodental que presenta 12 casos entre el total de 288. Aquest resultat s'hauria d'acceptar, doncs, amb reserves.

4.2. La durada de la fricativa intervocàlica

Per valorar les relacions entre la durada de la fricativa en la posició intervocàlica i els seus patrons de realització glotal s'han efectuat proves T de comparació de mitjanes de la durada, prenent com a variables numèriques les durades de les fricatives, independentment de la seva sonoritat subjacent. Aquests tests s'han efectuat en funció del patró de sonoritat de la fricativa i del punt d'articulació de la fricativa. La figura 6. il·lustra la diferència en les mitjanes de la durada de les fricatives segons el punt d'articulació (PA1, fosc, correspon a les labiodentals i PA2, clar, a les apicodentals) i els patrons de sonoritat. Com es pot comprovar, existeixen diferències considerables entre les mitjanes de la durada de la fricativa entre el patró 1 (absència de vibracions glotals) i els tres altres patrons. Les apicodentals presenten la regularitat de tenir la mitjana de la durada més gran que les labiodentals en tots els quatre patrons de sonoritat.

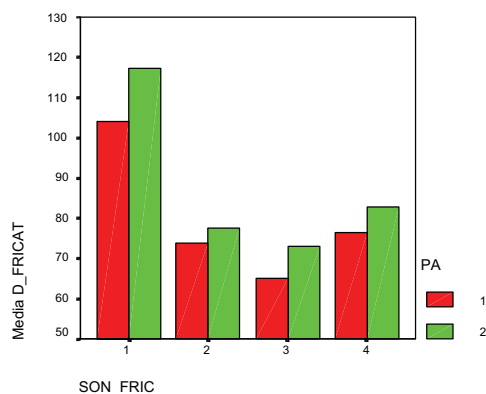


Figura 6. Fricatives intervocàliques. Comparació de les mitjanes de la durada en els quatre patrons de sonoritat realitzats. Labiodentals – PA 1 (a l'esquerra), apicodentals – PA 2 (a la dreta).

Les taules 2 i 3 contenen els resultats de la comparació de les mitjanes de la durada de la fricativa en els diferents patrons de la realització glotal en els dos tipus de PA (1=labiodental, 2=apicodental).

Patró	N	Mitjana de la durada	Desviació típica	Error típic. de la mitjana	Sig. bilateral p<0,05
1	129	98,95	13,772	1,213	
2	123	72,55	12,680	1,143	0,000
3	7	64,57	5,740	2,170	
4	8	75,75	12,691	4,487	0,052
2	123	72,55	12,680	1,143	
3	7	64,57	5,740	2,170	0,064
2	123	72,55	12,680	1,143	
4	8	75,75	12,691	4,487	0,491

Taula 2. Fricativa Labiodental Intervocàlica (PA1). Relació (Prova T Mostres Independents): Patró de sonoritat - Mitjana de la durada (ms).

Patró	N	Mitjana de la durada	Desviació típica	Error típic. de la mitjana	Sig. bilateral p<0,05
1	144	116,03	16,123	1,344	
2	110	77,45	11,098	1,058	0,000
3	24	71,79	11,459	2,339	
4	10	83,10	12,819	4,054	0,016
2	110	77,45	11,098	1,058	
3	24	71,79	11,459	2,339	0,026
2	110	77,45	11,098	1,058	
4	10	83,10	12,819	4,054	0,130

Taula 3. *Fricativa Apicodental Intervocàlica (PA2). Relació (Prova T Mostres Independents): Patró de sonoritat- Mitjana de la durada (ms).*

S'observa una diferència notable entre les mitjanes de la durada de les fricatives corresponents al patró 1 amb la resta de patrons: 2, 3 i 4. (patró 1: absència de vibracions glotals, patró 2: vibracions glotals plenes, patró 3: vibracions glotals fins la meitat del segment, patró 4: absència de vibracions al centre del segment). El patró 3 és el més breu en durada, però només en les apicodentals aquesta diferència és significativa amb el patró 2. La relació entre els patrons 2 i 4 no és significativa ni en el grup de la labiodental, ni en el de la apicodental. La falta de vibracions glotals al centre de la fricativa no provoca, doncs, cap variació en la seva durada, en canvi la seva falta a la segona meitat del segment provoca un abreuament significatiu de la fricativa apicodental.

Una dada interessant es desprèn de la comparació de les durades del patró 1 (absència de vibracions) en les fricatives /+sonor/ i en les fricatives /-sonor/. S'observa que tant en la fricativa labiodental, com en la apicodental, la realització del patró 1 dins les /+sonor/ (ensordiment total) es caracteritza per un abreuament significatiu de la mitjana de la durada respecte del mateix patró dins les /-sonor/ (en les /-sonor/ 100,20 ms i 117,99 ms i en les /+sonor/ 89,40 ms i 89,70 ms respectivament), vegeu la taula 4.

Durada de la fricativa labiodental					
Sonoritat fricativa	N	Mitjana de la durada	Desviació típ.	Error típ. de la mitjana	Sig bilateral p>0,05
1 /-son/	114	100,20	13,662	1,280	
1 /+son/	15	89,40	10,822	2,794	0,004

Durada de la fricativa apicodental					
Sonoritat fricativa	N	Mitjana de la durada	Desviació típ.	Error típ. de la mitjana	Sig bilateral p>0,05
1 /-son/	134	117,99	13,983	1,208	
1 /+son/	10	89,70	10,331	2,929	0,002

Taula 4. *Fricatives Intervocàliques. Relació (Prova T de Mostres Independents): Durada de la fricativa (ms) – Patró de sonoritat 1 en els grups /+sonor/ i /-sonor/ de la labiodental i de la apicodental.*

5. DISCUSSIÓ I CONCLUSIONS

Per analitzar el comportament glotal de les fricatives intervocàliques poloneses s'han establert 4 patrons de realització glotal: 1 (absència de vibracions glotals), 2 (vibracions glotals en tota la durada del segment), 3 (vibracions fins a la meitat del segment) i 4 (absència de vibracions al centre del segment) (vegeu 3.4).

En les fricatives de sonoritat subjacent /-sonor/ s'ha observat fonamentalment el patró de sonoritat 1 (absència de vibracions glotals) independentment del punt d'articulació de la fricativa (un 98,5% dels casos per a la labiodental i un 98,3% per a la apicodental) i de les condicions considerades com a potencials factors de variabilitat (vegeu 3.4.). En la realització d'aquest patró s'observen casos d'inèrcia glotal des de la vocal precedent en la fase estable de la fricativa del patró 1 amb unes febles vibracions en la ona glotal, que en cap cas no excedeixen 10 ms, independentment del punt d'articulació de la fricativa. Aquestes febles vibracions residuals en l'ona glotal, reflectides també en l'ona oral de l'oscil·lograma i en una breu barra de sonoritat en l'espectrograma, troben generalment una confirmació en

una o dues marques d'impulsos glotals indicades per l'electroglotograma. Aquesta breu incursió de les vibracions glotals de la vocal en la part adjacent de la fricativa sorda següent està documentada en un gran nombre de treballs sobre la sonoritat de les obstruents, entre altres també en Stevens *et al.* (1992) i en Docherty (1992).

S'ha comprovat que l'alçada de la vocal posterior a la fricativa intervocàlica té influència en la realització de la seva sonoritat: les fricatives s'ensordeixen més freqüentment davant la vocal [-alt] que davant [+alt], tant la labiodental com la apicodental (presenten un nivell de significació similar: sig.=0,014 i sig.=0,012 respectivament) i, per tant, l'alçada de la vocal del context dret es pot considerar rellevant en l'estudi de la sonoritat de la fricativa. Aquesta observació per a les fricatives poloneses està en la línia de les observacions de Klatt (1975) i Ohala (1981), entre altres (vegeu 3.1), que troben que l'alçada de la vocal té influència en el VOT en les oclusives angleses.

En les fricatives intervocàliques /+sonor/ es troben tots quatre patrons de realització glotal. Aquest resultat guarda una similitud amb les observacions presentades per a l'anglès americà a Stevens *et al.* (1992) i a Stevens (1998) on es constata que les fricatives intervocàliques /+sonor/ poden exhibir les vibracions glotals en tota la durada del segment o bé només en les zones properes a la frontera amb les vocals adjacents: a tots dos costats de la fricativa. En el present treball trobem també el patró de cessament de les vibracions glotals a partir de la meitat de la fricativa i que no es recuperen fins al començament de la vocal següent (patró 3). No s'ha trobat el patró contrari, és a dir el del començament de les vibracions glotals a partir de la meitat del segment, la possibilitat contemplada per Docherty (1992) per a l'anglès britànic. A diferència dels treballs citats, en el present treball s'estudia la freqüència d'aparició de les vibracions en diferents franges del segment i la seva dependència del punt d'articulació de la fricativa. S'observa que la fricativa labiodental presenta significativament més casos de realitzacions glotals de patró 2: vibracions glotals continuades en tota la durada del segment (un 85,4 % dels casos) que no pas la apicodental (un 66,1 % dels casos)⁴. Aquesta diferència és deguda bàsicament al fet que la fricativa apicodental perd les vibracions glotals a la segona meitat del segment (patró 3) amb més freqüència (un 21,3% dels casos) que no pas la fricativa labiodental (un 2,4 % dels casos). Pel que fa a la realització del patró 4: absència de vibracions glotals al centre

⁴ Aquesta observació confirma la de Stevens *et al.* (1992: 2985) referent a la labiodental i l'alveolar de l'AE on la labiodental presenta més casos de vibracions glotals realitzades en tota la durada del segment que no pas l'alveolar.

del segment, en el polonès és un patró poc freqüent i no s'observen diferències significatives entre la labiodental i la apicodental (un 2,8 % dels casos en la labiodental i un 2,3 % en la apicodental).

En el present estudi, es relaciona també el lloc d'aparició de les vibracions glotals amb la durada del segment i amb el punt d'articulació de la fricativa. En general, les fricatives apicodentals intervocàliques presenten la regularitat de tenir la durada més gran que les labiodentals en cadascun dels quatre patrons de sonoritat. A Stevens *et al.* (1992) també s'observa la diferència entre les durades de la labiodental i de l'alveolar en l'AE, fet que no es troba, però, relacionat amb les durades de les vibracions glotals en l'estudi posterior⁵. La comparació de les mitjanes de la durada de la fricativa entre els tipus 2 i 4 mostra que la pèrdua de les vibracions glotals al centre de la fricativa (patró 4) no provoca cap canvi en la durada del segment respecte al patró 2 on les vibracions són contínues. Per contra, la pèrdua de les vibracions glotals a la segona meitat de la fricativa (patró 3) va acompanyada d'un abreujament significatiu de la durada en comparació amb el patró 2 en les fricatives apicodentals. Aquesta observació reforça la constatació, feta en el present treball, de la importància del factor del punt d'articulació en la sonoritat de les fricatives.

Pel que fa a la durada, s'observa una diferència significativa en les mitjanes de la fricativa entre el patró 1 (absència de vibracions glotals) i els tres patrons restants corresponents a la presència de les vibracions glotals de cobertura total o parcial del segment. Aquesta observació confirma la constatació general que les obstruents sonores són més breus que les sordes. Tanmateix, en el present estudi s'observa un fenomen l'existència del qual encara no s'havia referit en cap dels treballs consultats. És la diferència entre la durada del patró 1 (absència de les vibracions glotals en tota la durada dels segment) en les fricatives /-sonor/ i en les /+sonor/. Tant en la fricativa intervocàlica labiodental, com en la apicodental, la realització del patró 1 dins les /+sonor/ es caracteritza per un abreujament de la mitjana de la durada respecte del mateix patró dins les /-sonor/. Aquest abreujament de la durada en les fricatives intervocàliques /+sonor/ ensordides respecte de les sordes (subjacentment /-sonor/) podria indicar la utilització d'aquest procediment per mantenir la percepció de la sonoritat en els segments que s'han realitzat sense les vibracions glotals malgrat que la pretensió del parlant era produir un so sonor.

⁵ D'altra banda, l'observació que les fricatives labiodentals tenen la durada més breu que les apicodentals es troba també en un gran nombre d'estudis sobre diferents llengües (entre altres, en Baum & Blumstein 1987, Crystal & House 1988, Jongman 1989, Stevens *et al.* 1992, i Labraña 2005).

6. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- BURTON, M. W. i K. E. ROBBLEE (1997): «A phonetic analysis of voicing assimilation in Russian», *Journal of Phonetics*, 25, pp. 97-114.
- CUARTERO, N. (2001): «*Voicing Assimilation in Catalan and English*», tesi doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona.
- DOCHERTY, G. J. (1992): «The timing of voicing in British English obstruents», *Netherlands Phonetic Archives*, Foris Publications.
- FISHER-JORGENSEN, E. (1954): «Acoustic analysis of stop consonants», *Miscellanea Phonetica*, 2, pp. 42-49.
- HUTTERS, B. (1984): «Vocal fold adjustments in Danish voiceless obstruent production», *AIRPUC*, 18, Copenhagen, pp. 293-385.
- JONGMAN, A. (1989): «Duration of frication noise required for identification of English fricatives», *Journal of Acoustical Society of America*, 85-4, pp. 1718-1725.
- KLATT, D. (1975): «Voice onset time, frication, and aspiration in word-initial consonant clusters», *Journal of Speech and Hearing Research*, 18, pp. 686-705.
- LABRAÑA BARRERO, S. (2005): *Estudio Acústico das consonantes fricativas do galego*, tesi doctoral, Universitat de Barcelona.
- LISKER, L. i A. S. ABRAMSON (1964): «A cross-language study of voicing in initial stops: acoustical measurements», *Word*, 20, pp. 384-422.
- LÖFQVIST, A. i N. MCGARR (1987): «Laryngeal dynamics in voiceless consonant production», a T. Baer, C. Sasaki i K. S. Harris (eds.): *Laryngeal function in fonation and respiration*, Boston, College Hill, pp. 391-402.
- MCGARR, N. i A. LÖFQVIST (1988): «Laryngeal kinematics of voiceless obstruents produced by hearing-impaired speakers», *Journal of Speech and Hearing Research*, 31, pp. 234-239.

- OHALA, J. (1981): «Articulatory constraints on the cognitive representation of speech», a T. Myers, J. Laver i J. Anderson (eds): *The Cognitive Representation of Speech*, Amsterdam, North Holland, pp.111-122.
- PETERSON, G. i I. LEHISTE (1960): «Duration of syllable nuclei in English», *Journal of the Acoustical Society of America*, 32, pp. 693-703.
- SLIS, I.H. (1986): «Assimilation of voice in Dutch as a function of stress, word boundaries, and sex of speaker and listener», *Journal of Phonetics*, 14, pp. 311-326.
- STEVENS, K. N. (1997): «Articulatory-Acoustic-Auditory Relationships», a J. Laver i W.J. Hardcastle (eds): *The handbook of phonetic sciences*, Oxford, Blackwell, pp. 462-506.
- STEVENS, K. N. (1998): *Acoustic Phonetics*, Cambridge, MIT Press.
- STEVENS, K.; S. BLUMSTEIN; S. GLICKSMAN; M. BURTON i K. KUROWSKI (1992): «Acoustical and perceptual characteristics of voicing in fricatives and fricative clusters», *Journal of the Acoustical Society of America*, 91, pp. 2979-3000.
- SUMMERFIELD, Q. (1975): «Aeromecánics versus mechanics in the control of voicing onset in consonant-vowel syllables», *Speech Perception*, 2(4), pp. 61-72.
- SZMIDT, D. T. i J. CASTELLVÍ (2006): «Los grupos fricativa + nasal del polaco: realización sonora y fenómenos intermedios», *Estudios de Fonética Experimental XV*, Universitat de Barcelona, pp. 68-97.
- SZMIDT D. T. i J. CASTELLVÍ (en premsa): «Coordination of glottal and supra-glottal articulations in fricative + rhotic polish clusters», *Studia Phonetica Posna-niensia. An International Journal for Linguistic Phonetics*, vol. 8.
- ZUE, V. (1976): *Acoustic Characteristics of Stop Consonants*, Bloomington IN, Indiana University Linguistics Club.