

**LA SONORITAT EN ELS GRUPS
CONSONÀNTICS POLONESOS**

**La coordinació entre les articulacions
glotal i supraglotal en els grups simples iniciats per
consonants fricatives**

Tesi Doctoral presentada per
Dorota T. Szmidt Sierykow

com a requeriment per l'obtenció del títol de
Doctor en Lingüística
Programa de Doctorat: Lingüística i Comunicació
Bienni 1999-2001

Director: Joan Castellví Vives

Departament de Lingüística General
Facultat de Filologia
Universitat de Barcelona

2005

3. Metodologia

El material d'anàlisi és un corpus format per 327 paraules inserides en una frase portadora. Les paraules contenen seqüències *fricativa + vocal* i *fricativa + consonant*. El context posterior a la fricativa pot ser una vocal [-alt], o una consonant fricativa, oclusiva, nasal o un ròtic.

3.1 Els segments i els grups analitzats.

Les fricatives estudiades són les labiodentals /f/ i /v/ i les sibilants dentals /s/ i /z/. Pel que fa al context posterior, aquest pot estar ocupat per una consonant:

- oclusiva / t, d, k, g/,
- fricativa: les labiodentals /f/ i /v/ per a les dentals /s/ i /z/ y a l'inrevés: les dentals per a les labiodentals,
- sonant: el ròtic /r/ o una de les nasals /m, n /,

o una vocal:

- vocal [-alt] /e, a, o/.

Hi ha un grup de control de 48 paraules (que en tres repeticions per quatre informants representen 576 ítems) on les fricatives estudiades van seguides

de la vocal alta /u/. A continuació s'explica la necessitat d'aquesta distinció entre les vocals que fan de context posterior a la fricativa o al seu grup consonàntic.

La distribució dels segments i dels grups analitzats dins la paraula està presentada en la TAULA 3.1.

TAULA 3.1 *La distribució dels segments i dels grups estudiats dins la paraula.*

<p>POSICIÓ INICIAL</p> <p>#FV F: /f v s z/ V: [-alt] (en el grup de control: V [+alt])</p> <p>#FCV F: /f v s z/ C: /t d k g s z f v m n r/ V: [-alt]</p> <p>grups consonàntics: / ft vt vd fs vs vz fk vk vg st zd sf sv zv sk zg vm vn sm zm zn fr vr sr zr/</p> <p>POSICIÓ MEDIAL</p> <p>-FV- F: /f v s z/ V: [-alt] (en el grup de control: V [+alt])</p> <p>-FCV- F: /f v s z/ C: /t d k g f v s z m n r/ V: [-alt]</p> <p>grups consonàntics: / ft vt vd fs vs vz fk vk vg st zd sf sv zv sk zg fn vn sm zm zn fr vr sr zr/</p>
--

3.1.1 El context vocàlic dret de la fricativa o del grup consonàntic de la fricativa

El context dret de la fricativa o del seu grup consonàntic és una de les vocals baixes /e/, /a/ /o/. S'ha introduït la restricció de l'alçada de la vocal per evitar les possibles influències d'aquesta en la sonoritat de la fricativa precedent. Tot i que no hi ha constància de la influència de l'alçada de la vocal en la sonoritat de la fricativa precedent, sí que s'ha observat aquesta influència en les oclusives. En els primers treballs en els que s'ha analitzat aquesta qüestió (Lisker & Abramson 1967 i Zue 1976) no s'ha trobat cap efecte significatiu del context vocàlic posterior a la oclusiva en el VOT. En els treballs posteriors, però, sempre per a l'anglès, (Klatt, 1975; Ohala, 1981; Summerfield, 1975, Smith, 1978) sí que es troba aquest efecte entre les vocals altes i baixes. En Klatt (1975), s'observa que el VOT de /p/, /t/, /k/ és 15% més llarg davant les vocals altes que davant /a/ i /E/.¹ En Smith (1978), també per a la llengua anglesa, les vocals altes en posició inicial estan associades amb el *pre-voicing* en un 54% i amb les vocals baixes en un 43%. Inversament, amb les vocals baixes hi ha més ocurrència del *short-lag* que amb les vocals altes. En el present treball, per verificar la influència de l'alçada de la vocal en l'activitat glotal de la fricativa que la precedeix, s'ha afegit al corpus un grup de control amb la vocal alta [u].

3.1.2 El context esquerre de la fricativa

¹ Klatt (1975: 691) apunta la possibilitat que les dades de Lisker – Abramson no siguin apropiades per testar l'efecte de l'alçada de la vocal sobre el VOT.

El context esquerre de la fricativa o del grup consonàntic iniciat per fricativa sempre és una vocal. En el cas de les fricatives inicials de paraula el context esquerre correspon a la vocal [e], que forma part de la frase portadora. En el cas de les fricatives en la posició medial pot ser qualsevol de les 6 vocals poloneses. Aquesta varietat és inevitable per les exigències d'assegurar un corpus complet. D'altra banda, en les posicions estudiades (no prepausals), el tipus de la vocal que precedeix la fricativa no està relacionat amb la sonoritat de la fricativa, si més no en l'aspecte de la durada que és el que varia en funció de la sonoritat de la fricativa (Stevens *et al.*, 1992: 2979) ².

3.1.3 La posició dins la paraula

En referència a la posició dins la paraula, les fricatives i els grups consonàntics iniciats per fricatives estan situats en la posició inicial i medial de la paraula. La posició final de la paraula no s'ha tingut en compte ja que en la distribució de la majoria dels grups estudiats aquesta posició no es troba representada. Com es pot comprovar a partir de les dades presentades a 1.2., el nombre de grups consonàntics finals es molt més reduït que el d'aquells que es troben en la posició inicial i medial.

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)

Les paraules estan inserides en les frases portadores, per tant la posició inicial absoluta no és possible. En un primer moment vam voler analitzar les fricatives també en aquesta posició, però, finalment, vam prescindir d'ella ja que, tenint en compte que en polonès les consonants fricatives en posició inicial absoluta sovint són precedides d'una oclusió que resulta en una realització africada (Klešta,1999)³, no obtindríem dades fiables.

3.1.4 La posició respecte de l'accent i dins la síl·laba.

Les seqüències estudiades estan situades en les posicions preaccentual (tònica) i no preaccentual (pretònica), tant per a la posició inicial com a medial de la paraula.

Pel que fa a la posició dins la síl·laba, en el present treball aquest factor no s'ha tingut en compte. Els grups analitzats estan inserits dins les paraules en posició inicial i medial. Per les raons exposades anteriorment, no s'han tingut en compte la posició final de paraula, ni els grups els membres dels quals estan separats per la frontera de paraula, les úniques posicions que permeten una clara assignació de la posició dins la síl·laba. En la llengua polonesa, l'assignació de la posició sil·làbica als grups consonàntics en les posicions estudiades en el present treball no es pot determinar. Com ja s'ha avançat a 1.2, pel que fa a la relació del grup consonàntic amb la síl·laba, en el polonès els grups consonàntics són un tot articulatori i existeixen

³ Fenomen similar es dona en català central amb les sibilants inicials /Σ Z/ : Σukulát↔ tΣukulát↔).

independentment de la divisió sil·làbica que es revela prou arbitrària (Tambor, 1985, Sawicka 1995). Tot i així, en una prova pilot s'ha intentat comprovar si existeix alguna tendència individual en la manera de dividir el mot en síl·labes. El resultat confirma la inestabilitat de la divisió dels grups consonàntics del polonès. Els informadors tenien dubtes a l'hora d'assignar la pertinença de les consonants del grup a una coda o a l'atac de la síl·laba següent o separar-les distribuïnt-les una a cada síl·laba. Per exemple, en la paraula "owśa", les informants KG i KL després de dividir la paraula en "o-śa" van dubtar si ho havien fet bé i que potser hauria de ser "ow-śa". Totes dues s'excusaven de no recordar la regla, com si la intuïció lingüística no fos suficient per prendre la decisió en aquesta matèria. La informant AB, a l'inici del test també tenia postura dubitativa, però va optar per una solució única i sistemàticament dividia les paraules assignant el grup consonàntic sencer a l'atac de la síl·laba següent. La informant KC les assignava d'una manera encara diferent: la primera meitat del llistat de paraules tenia la divisió entre les dues consonants del grup i, a partir d'un moment, la resta seguia la regla contrària: totes dues consonants estaven juntes a l'atac de la síl·laba següent. S'ha considerat que aquests dubtes i irregularitats confirmaven l'arbitrarietat de la divisió sil·làbica dels grups consonàntics en la llengua polonesa (constatació feta ja pels autors abans mencionats) i s'ha desestimat el factor de la posició dintre la síl·laba.

3.1.5 Les frases portadores

La frase portadora de base és: *Stas powie dwa razy i wyjdzie*. (En *Stas* dirà ... dues vegades i sortirà).

El corpus s'havia de llegir, per tant havia de ser forçat. Per aquesta raó, a la frase portadora se li van introduir alguns canvis (guardant-hi sempre el mateix nombre de síl·labes) per atreure-hi l'atenció de l'informant i evitar que es fixés únicament en la paraula portadora de la seqüència estudiada. Així el nom de "Stas" podia ser substituït per: "Jan, Rys, Lech o Piotr", el nombre de vegades "dwa" per "trzy, pięć o sześć" i el verb "wyjdzie" per "wróci", sempre amb el mateix nombre de síl·labes que la paraula substituïda. Les frases es van presentar als informants en un ordre aleatori en grups de sis, responnent a la restricció de l'aparell pel que fa al nombre màxim de frases per captura i, al mateix temps, marcant d'aquesta manera el tempo a la informant.

En els casos on la seqüència estudiada (FV o FCV) s'ha trobat només en una sola paraula, aquesta s'ha repetit 3 vegades per arribar al nombre de 36 ítems estudiats per cada fricativa, context i posició, amb l'objectiu d'obtenir dades estadístiques fiables⁴.

S'ha procurat que els grups consonàntics sotmesos a la comparació tinguessin homogeneïtat pel que fa al punt d'articulació. Així, per exemple, es compara el grup /ft/ amb el /vt/ i el grup /fk/ amb el /vk/. En el cas de les nasals, però, ha estat impossible comparar els grups mantenint sempre la mateixa nasal: /m/. Així, el grup /fm/ ha estat substituït per /fn/ i comparat amb el /vn/ degut a que en la distribució de /f/ i /m/ no les trobem en posició

⁴ Basat en Milroy (1987: 135).

de contigüitat. De la mateixa manera, degut a que ha estat impossible trobar més d'una paraula amb el grup *fricativa labiodental sonora + fricativa dental sonora* en la posició medial tònica, s'ha completat el bloc d'items corresponent amb les paraules on, en comptes de la dental, hi ha l'alveolar /l/.

3.2 Els enregistraments.

Els enregistraments es van portar a terme en el Laboratori de Fonètica de la Universitat de Barcelona utilitzant l'equip CSL Kay Elemetrics (model 4300B) al qual se li va acoblar un electrolaringògraf Kay Elemetrics (model 6103).

En els enregistraments van participar 4 informants femenines: AB, KG, KC i KL. Totes quatre eren estudiants d'intercanvi Erasmus, de recent arribada a Barcelona des de Polònia. Totes eren estudiants d'Etnolingüística a la Universitat d'Adam Mickiewicz de Poznań. Tres d'elles van néixer a la ciutat de Poznań entre els anys 1979-1982, de pares originaris de la mateixa ciutat o de la seva regió. Una d'elles (KL) va néixer l'any 1981 a Pomorze (nord-oest de Polònia) de pares originaris de la mateixa zona. Totes quatre eren de constitució prima, sense teixit adipós a la zona de contacte dels sensors de l'electrolaringògraf amb la pell. Amb cadascuna d'elles es van efectuar tres sessions d'enregistraments corresponents a tres repeticions del corpus sencer. Cada sessió tenia una durada d'aproximadament dues hores amb un descans cap a la meitat de l'enregistrament. Les paraules es van presentar als informants en frases portadores, en un ordre aleatori, diferent d'aquell que figura a l'Annex.

El corpus sencer fa un total de 3924 ítems analitzats, on cada 36 ítems corresponen a la mateixa fricativa, en el mateix context, en la mateixa posició dins la paraula i respecte l'accent. Les 327 frases del corpus van ser llegides per les informants amb un tempo còmode, dividides en 58 grups, cadascun dels quals (excepte l'últim) contenia 6 frases corresponents a la captura de 20 s, el màxim que ofereix el CSL, i enregistrades amb un micròfon oral i un micròfon glotal. Es demanava a les informants que llegissin cadascuna de les frases amb una entonació declarativa.

3.2.1. Els aparells de mesura.

En el present treball, per tal de realitzar les mesures simultànies de les activitats glotal i supraglotal s'ha utilitzat l'electrolaringògraf acoblat a un oscil·lògraf i a un espectrògraf en el sistema CSL de Kay-elemetrics. L'electrolaringògraf ha permès obtenir mesures temporals i d'intensitat de les vibracions glotals amb una alta precisió i el seu acoblament a l'oscil·lògraf i a l'espectrògraf ha ofert la possibilitat de veure de manera sincronitzada l'activitat supraglotal.

Mentre que l'oscil·lògraf i l'espectrògraf són aparells d'un ús molt estès en recerca en el camp de la fonètica experimental i, per tant, no cal presentar el seu funcionament, l'electroglotògraf és un aparell relativament nou, sobretot la seva última versió de Kay-elemetrics. Presentem, doncs, breument les seves característiques més importants.

L'electroglotografia (EGG) té l'avantatge de proporcionar l'ona de l'activitat glotal sense cap interferència de l'activitat supraglotal ni del soroll ambiental. És una tècnica emprada per enregistrar el comportament laringi mitjançant la mesura indirecta del canvi en la impedància elèctrica que es

produeix a través de la laringe durant la parla. Un corrent elèctric de baix voltatge i amperatge (fisiològicament no nociu) passa entre dos electrodes situats a la superfície del coll al nivell dels laterals del cartíleg tiroides. El generador del senyal proveeix els electrodes d'un corrent sinusoidal de freqüència alterna entre 300kHz i 5 MHz. Aquesta freqüència és prou alta perquè el corrent passi per la pell, menys conductora. L'electrode sensible detecta el corrent quan aquest passa a través de la laringe i la pell. El senyal rebut és demodulat pel circuit detector i emmagatzemat a l'ordinador.

La ràpida variació en la conductivitat és causada bàsicament pel moviment dels plecs vocals. Quan aquests estan separats, la impedància elèctrica transversal és alta, ja que la de l'aire és molt més alta que la del teixit. Mentre els plecs s'apropen l'un de l'altre i el contacte entre ells augmenta, la impedància baixa i el corrent entre les estructures de la laringe creix. L'amplitud del senyal canvia a causa de la variació permanent en el contacte entre els plecs vocals (Colton & Colture 1990, Hirose 1995). L'electroglotograma presenta una ona que reflecteix aquesta variació en l'amplitud. L'aparell EGG de Kay Elemetrics ofereix addicionalment la possibilitat de visualitzar les marques dels impulsos glotals les quals permeten eliminar les vibracions, l'amplitud de les quals no es prou gran per tenir-les en compte en les mesures de la sonoritat.

3.3 La segmentació.

És evident que l'asincronia entre les activitats laríngia i supralaríngia fa que sigui inadequat utilitzar com a criteri de delimitació de segments sords i sonors l'absència o la presència de vibracions de baixa freqüència en la ona sonora. És doncs necessari disposar d'informació més exacta possible sobre la seva realització supraglotal d'una banda i la realització glotal de l'altra.

Com ja hem avançat a 3.2.1., en el present treball s'han realitzat mesures simultànies de les activitats glotal i supraglotal utilitzant l'electrolaringògraf acoblat a un oscil·lògraf i a un espectrògraf. Aquest sistema ens ha permès obtenir mesures temporals i de la intensitat de les vibracions glotals amb una alta precisió i així poder veure sincrònicament l'activitat supraglotal en els oscil·logrames i espectrogrames.

Per a la segmentació dels grups consonàntics estudiats hem disposat, doncs, d'una triple informació. Val a dir que en cap dels treballs consultats no es disposava d'aquesta triple informació sincronitzada. No tenim coneixement de cap estudi sobre la sonoritat d'altres llengües on s'hagi pogut fet servir. La seva utilització en el cas de la llengua polonesa és innovadora. Fins ara per a l'anàlisi de la sonoritat s'havia utilitzat generalment un espectrògraf (Stevens *al all.*, 92, Burton & Roblee, 97), un micròfon de gola acoblat a un oscil·lògraf (Docherty 92), o un electropalatògraf acoblat a un oscil·lògraf i a un glotògraf (Cuartero, 2000).

En el present treball, la utilització de l'espectrògraf en acoblament amb l'oscil·lògraf i l'electroglotògraf ha estat especialment útil per detectar l'existència de les vocals esvarabàtiques entre les obstruents o els fenòmens intermedis que es produeixen entre una fricativa i una nasal. En aquest últim cas, l'oscil·lògraf sol no permet apreciar els fenòmens de transició entre una fricativa i una nasal. El glotograma mostra generalment un petit pic que indica algun moviment en la glotis, però res no indica que aquest vagi acompanyat d'un altre fenomen, com és un silenci, el qual es pot detectar a l'espectrograma. Fins ara aquests instruments no s'han utilitzat de manera combinada, per aquest motiu, els fenòmens que tenen lloc a la frontera entre consonants, han estat poc documentats.

Pel que fa a la segmentació de la fricativa, considerem com el seu començament el cessament de les vibracions regulars en la ona de l'oscil·lograma que coincideixen amb el cessament de l'espectre formàntic (encara que, generalment, en la franja fronterera s'observa la presència sincrònica d'un soroll de fricció). Auditivament s'aprecia la presència de la vocal fins el final de l'espectre formàntic en les freqüències altes i mitges i de les vibracions de la ona de l'oscil·lograma. A partir d'aquest punt, on s'inicia l'interval de la fase mitja de la fricativa, es mesura la seva durada i es determina el seu patró glotal. L'acabament de la fricativa estudiada es marca allà on comença la vocal següent o la vocal esvarabàtica (en el cas de les obstruents sonores en posició de context dret) seguint el mateix criteri, però a la inversa. Pel que fa a l'establiment de la frontera entre la fricativa i l'oclusiva, el cessament del soroll de la turbulència de la fricativa està generalment ben sincronitzat amb el tancament de l'oclusiva, de manera que no hi ha cap superposició que pugui dificultar la segmentació. En el cas de la presència d'un vocoide intermedi, es procedeix com s'acaba d'explicar en referència a la fricativa seguida d'una vocal. Quan totes dues consonants del grup són fricatives sordes, presenten una zona de superposició⁵, per la qual cosa és impossible indicar un punt concret de segmentació. Tenint en compte el fet que no presenten cap vibració glotal en tota la seva extensió, no s'han tingut en compte les seves durades.

Pel que fa al principi de les nasals, s'ha considerat com el seu inici el moment del començament del seu espectre formàntic en les freqüències baixes; el seu acabament, sempre davant d'una vocal, es distingia pel canvi net en les estructures formàntiques.

⁵ Fenomen observat també per Klešta (1999: 124).

En relació al ròtic en posició de context dret de la fricativa, la primera inspecció visual ha indicat que generalment és precedit d'un vocoide, indicat clarament tant en l'oscil·lograma i en l'espectrograma com en la línia glotal. En principi, aquest vocoide es podria considerar una part constituent del ròtic, però, atès que la llengua polonesa presenta diversos al·lofons del ròtic (Łobacz 2000), en el present treball el vocoide es considera un fenomen fronterer i es determina amb quina freqüència apareix i si la seva durada té relació amb la fricativa precedent o no. En el material analitzat, el ròtic s'ha realitzat en la gran majoria dels casos com a un bategant, és a dir un únic, breu tancament, precedit d'un vocoide. Per segmentar el vocoide i la part restant del ròtic (a continuació l'anomenem "la fase oclusiva del ròtic"), se segueix els criteris de segmentació de les vocals exposats abans, llevat dels casos on, darrere d'una fricativa sorda, el ròtic té una realització sorda. En aquests últims casos, de la mateixa manera com es tracta dues fricatives sordes, les durades d'aquests elements no es tenen en compte.

3.4 El procediment d'anàlisi.

L'anàlisi del corpus s'ha realitzat en dues fases: el tractament instrumental que ha permès l'obtenció de les dades i el tractament estadístic de les dades que ha donat la possibilitat de relacionar-les amb uns factors de variabilitat. A continuació es presenta tot el procediment d'anàlisi en les seves dues fases.

En el tractament instrumental s'han realitzat mesures de dos tipus: les absolutes i les relatives. Les expliquem a continuació.

3.4.1 Les mesures absolutes: la durada dels segments.

En cada grup estudiat s'ha mesurat la durada de la fricativa, la durada del seu context consonàntic dret i la durada del fenomen intermedi (una discontinuïtat que es pot observar a la frontera entre les dues consonants del grup), en ms.

3.4.2 Les mesures relatives: la durada i l'amplitud de les vibracions glotals.

Abans de comentar el mètode de les mesures relatives que hem seguit en el present estudi, presentem breument els procediments que s'utilitzen en els treballs previs que hem anat citant fins ara.

De les observacions de Docherty (1992) es desprèn que el problema de les mesures de l'activitat glotal no ha estat tractat de manera prou estricta en els treballs sobre la sonoritat. En general, els criteris adoptats depenien del tipus d'aparell que s'utilitzava. Pel que fa als mètodes utilitzats, es resumeixen en Docherty (1992):

“The method [...] involves visual inspection by the experimenter of either a time-domain [...] or frequency-domain representation of the speech signal. The procedure which is usually adopted is to identify areas of the waveform or spectrogram which are clearly voiced (as evidenced by strong periodicity, or regular vertical striations), and then based on this “island” of certainty to look

backwards and forwards in time in order to determine when the interval of voicing started and ended.”

(Docherty, 1992: 102).

Els espectrogrames donen una resolució temporal de la sonoritat més aviat pobre, al voltant de +/- 10 ms, com es reconeix en Port & Rotunno (1979: 655). Segons Docherty (1992: 102) l'oscil·lograma ofereix millor resolució. Pel que fa a les tècniques de detecció automàtica de la sonoritat basades en diversos algorismes, tenen una resolució temporal poc satisfactòria⁶.

En els dos treballs més importants sobre l'activitat glotal en les fricatives, Docherty (1992) i de Stevens *al. al.* (1992) (veieu 2.4), s'utilitzen procediments diferents per establir la frontera entre la presència i l'absència de les vibracions glotal i per poder mesurar la seva durada. En Docherty (1992) s'utilitza l'oscil·lògraf (*time waveform*) i el micròfon glotal (*throat microphone*). La frontera entre la presència i l'absència de les vibracions glotal s'estableix per mètode d'inspecció visual de l'ona captada pel micròfon de gola. Aquesta ona és produïda per les vibracions glotal trameses des de la laringe a la paret externa del coll, que és on se situa el micròfon. Aquest mètode no presenta, doncs, distinció objectiva i mesurable entre la presència i l'absència de les vibracions glotal. L'ona del micròfon de gola, en la que es basen les anàlisis en Docherty (1992), és similar a la que presenta l'electroglotògraf utilitzat en

⁶ Aquestes tècniques han estat descrites, per exemple, per Hess (1982). Recentment s'ha utilitzat en Wright *et al.* (2002) en el treball sobre la sonoritat de les consonants ejectives del witsuwit'en. En Docherty (1992), però, es critica la fiabilitat d'aquesta tècnica. L'argument és que s'utilitzen finestres d'anàlisi de l'ordre de 30-40 ms i, tenint en compte que les obstruents tenen l'energia força més baixa que les vocals contigües, el llindar de detecció de la sonoritat està marcat a un nivell particularment baix, fet que incrementa la possibilitat de decisions errònies pel que fa a la presència o absència de sonoritat. D'altra banda, si s'utilitza una finestra més petita, per exemple de 10 ms, la gran fluctuació des d'un interval d'anàlisi fins a un altre augmentaria la possibilitat de decisions errònies degut al fet que la finestra seria més curta que el període de l'ona sonora.

el present estudi (per la seva descripció veieu 3.2.1.). Tanmateix, no ofereix la indicació exacta dels impulsos glotals i, per tant, no elimina les vibracions l'amplicitud de les quals es menyspreable. En haver establert l'existència de les vibracions de forta periodicitat, l'autor se centra en la manera d'establir la durada de la sonoritat. Per tenir en compte les variacions de durada de les obstruents, no es basa únicament en la durada absoluta de la sonoritat dins els segments, sinó que mesura la durada total del segment i calcula el percentatge de la porció de l'obstruent acompanyada de la sonoritat. Per a que les variacions de la durada de la sonoritat no fossin degudes als canvis en la durada de l'obstruent, l'autor compara els valors absoluts i els percentatges mirant de detectar les possibles discrepàncies i fent la verificació en buscar alguna relació entre els percentatges i la durada de les obstruents corresponents. Si els resultats basats en els percentatges reflectissin de manera significativa les variacions en la duració del segment, significaria que hi havia una relació negativa entre la durada del segment i la mesura de la sonoritat basada en el percentatge. L'autor no obté cap relació significativa (Docherty, 1992: 103-104).

En Stevens *et al.* (1992), on s'utilitzen espectres, s'estableixen uns criteris per determinar si hi ha vibracions glotals o no basats en la diferència en l'amplicitud del primer harmònic entre la fricativa i les vocals adjacents. Es mesura la durada de les vibracions glotals en les franges frontereres amb les vocals en el lapse de temps fins que l'amplicitud de les vibracions cau per sota de 10 dB respecte a l'amplicitud de la vocal. La selecció de 10 dB com a límit està basada en varies consideracions teòriques. Els llindars de pressió transglotal entre els quals la vibració glotal pot tenir lloc se situen des de 3 fins a 8 cm H₂O. Si la pressió transglotal cau de 8 cm a 3 cm H₂O, l'amplicitud de la vibració glotal (que és més o menys proporcional a la pressió transglotal elevada a la potència 1.5) decreix aproximadament 13 dB abans

que no cessi la vibració glotal, que és més que no pas el valor de 10 dB seleccionat pels autors com a límit.

S'observa també que les vibracions poden ser presents en tota la durada de la fricativa o bé en una o totes dues de les franges frontereres amb les vocals adjacents. No es tenen en compte, però, les variacions possibles en les durades dels segments en funció de quina franja del segment presenta les vibracions i no s'estableix cap relació entre aquest fet i el punt d'articulació de la fricativa.

En el present treball, l'anàlisi de les vibracions glotals en les fricatives i en les consonants que les acompanyen en els grups consonàntics s'ha fet des d'una altra perspectiva que la que presenten els estudis abans mencionats. No es fan mesures absolutes de la durada de les vibracions glotals en un segment, ja que l'interès se centra en saber quin és el comportament glotal al llarg del segment: en quina franja del segment es produeixen les pèrdues de les vibracions i si la variació observada està relacionada amb algun factor, com ara la durada del segment, el seu punt d'articulació, el context, etc.

Una altra diferència rellevant entre el present treball i els de Stevens *et al.* (1992) i Docherty (1992) consisteix en la utilització d'aparells de mesura diferents. En el present treball s'utilitza l'electroglotògraf que mostra l'existència de les vibracions glotals amb una gran exactitud, ja que, a partir de l'ona glotal l'aparell fa el recompte d'impulsos glotals (per la seva descripció veieu 3.2.1). Es considera l'absència de vibracions glotals a partir del moment on l'electroglotograma no presenta aquests impulsos.

A partir d'aquestes indicacions de l'electroglotograma s'estableixen uns patrons que corresponen a l'activitat glotal realitzada en les consonants fricatives intervocàliques i en les fricatives i els seus contextos consonàntics en els grups. Els patrons que s'han establert són la combinació de dos gestos de base:

- a. v. : absència de vibracions glotals (absència d'impulsos glotals),
- p. v. : vibracions glotals continuades (presència d'impulsos glotals),

En la durada de cada segment es pot observar un sol tipus de gest glotal / dos porcions en les quals hi ha un canvi de gest / 3 porcions que corresponen a dos canvis⁷.

La inspecció visual ha permès establir l'existència de 4 patrons principals:

1. a. v.

⁷ Aquest mètode presenta certa similitud amb el mètode de l'organització paramètrica de la durada de la sonoritat utilitzat per Docherty (Docherty, 1992: 191-201) que es refereix només 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 (d'altra banda, tampoc és d'esperar que les oclusives poloneses presentin aquest patró ja que no tenen preaspiracions), ni la sonoritat retardada, ja que no presenten aspiració.

El mètode d'anàlisi de la sonoritat en els grups consonàntics polonesos adoptat en aquest treball no té, doncs, en compte les fases transitòries 1 i 3 de Docherty, centrant-se en la fase estable del segment.

2. p. v.

3. p.v. / a. v.

4. p. v. / a. v. / p. v.

No s'ha observat la presencia del patró a. v / p. v.

3.4.3 El tractament estadístic.

3.4.3.1 Els tipus de variables.

Les dades que s'han obtingut en el tractament instrumental, és a dir les mesures de durada dels segments estudiats i els patrons d'activitat glotal realitzats en els membres dels grups consonàntics, s'han relacionat amb uns possibles factors de variabilitat. Les mesures de durada de la fricativa, del context consonàntic de la fricativa i del fenomen intermedi han constituït les variables numèriques. Els tipus d'activitat glotal realitzada en la fricativa i en el context consonàntic dret de la fricativa, com també altres possibles factors de variabilitat de l'activitat glotal s'han considerat com unes variables categòriques, cadascuna de les quals ha estat desglossada en grups codificats següents:

- punt d'articulació de la fricativa estudiada: PA (labiodental, dental),
- tipus de context posterior a la fricativa estudiada: vocal, ròtic, nasal, fricativa labiodental, fricativa dental, oclusiva dental, oclusiva velar,
- sonoritat subjacent de la fricativa estudiada: /-sonor/, /+sonor/,

- sonoritat subjacent del seu context consonàntic: /-sonor/, /+sonor/,
- tipus de vocal posterior a la fricativa o al grup de la fricativa: [-alt], [+alt],
- posició dins la paraula: inicial, medial,
- posició respecte l'accent: preaccentual, no preaccentual
- patró de sonoritat de la fricativa estudiada i del context posterior a la fricativa estudiada:
 1. a v.
 2. p. v.
 3. p. v. / a. v.
 4. p. v. / a. v. / p. v.
- tipus de fenomen observat a la frontera entre la fricativa estudiada i el seu context dret: absència de fenomen intermedi, vocoide, interval sord, interval sonor, vocoide davant la vibrant, vibrant sorda.

3.4.3.2 Els tipus de proves.

El primer objectiu de l'anàlisi ha estat establir la relació entre el patró de sonoritat realitzat, tant en les fricatives estudiades com en el context dret de les fricatives en els grups consonàntics, amb les variables categòriques (corresponents als factors de variabilitat ja esmentats), i numèriques (les

durades dels segments). El segon objectiu ha estat analitzar l'activitat supraglotal en els grups consonàntics estudiats. Aquesta anàlisi consistia en detectar l'existència de fenòmens intermedis entre els membres dels grups i establir la relació entre l'aparició d'aquests fenòmens amb els factors estudiats, sobretot amb el tipus d'activitat glotal en aquests grups i el punt d'articulació de la fricativa.

Per analitzar les dades s'han fet servir *les taules de contingència* com a estadístics descriptius que aporten la 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 (les durades dels segments estudiats) i les seves relacions amb les variables categòriques (els patrons de sonoritat i altres possibles factors de variabilitat) s'han fet servir l'anàlisi de varianza univariant (*Prova UNIANOVA*) i *les proves T de comparació de les mitjanes*. Els resultats s'han il·lustrat amb gràfics de barres i de sectors.

Taules de contingència.

El procediment *Taules de contingència* crea taules de classificació doble i múltiple i proporciona proves i mesures d'associació. Els estadístics de taules de contingència i les mesures d'associació només es calculen per a les taules de classificació doble. En especificar una fila, una columna i un factor de capa, el procediment Taules de contingència crea una taula de mesures i d'estadístics associats per a cada valor del factor de capa. Per exemple, en el grup de la fricativa labiodental amb oclusiva, per veure la relació entre l'existència del fenomen intermedi (fila) amb la posició respecte l'accent (columna) hi ha quatre capes que corresponen als quatre patrons de sonoritat realitzats en la fricativa. La taula de contingència dóna el nombre

de casos i el percentatge respecte al total de cada tipus de fenomen intermedi i en cada posició respecte de l'accent en cada patró de sonoritat realitzat en la fricativa.

Chi-quadrat de Pearson.

És un estadístic que indica el grau de dependència entre els factors (o *variables categòriques*), és a dir si dues mostres estan relacionades o no. En l'exemple citat abans, la prova de *chi-quadrat* indica el grau de dependència que existeix entre l'aparició d'un fenomen intermedi i la posició respecte de l'accent en cada patró de sonoritat realitzat en la fricativa. En la nostra anàlisi el nivell de significació adoptat és $p < 0,05$.

Proves T de comparació de mitjanes.

El procediment Prova T per a mostres independents compara les mitjanes de dos grups de casos. Per a cada variable s'indica la mida de la mostra, la mitjana, la desviació típica i l'error típic de la mostra. Per a la diferència entre les mitjanes, la desviació típica, l'error típic de la mitjana i la significació bilateral de la diferència entre les mitjanes.

Per a aquesta prova, és ideal que els subjectes s'assignin aleatòriament a dos grups, de manera que qualsevol diferència en la resposta sigui deguda al tractament (o falta de tractament) i no a altres factors. En el cas que els subjectes no puguin assignar-se aleatòriament, en el moment d'interpretar els resultats de la prova s'ha de tenir en compte si hi ha altres factors que podrien emmascarar o ressaltar una diferència significativa entre les mitjanes. Atès que els elements dels grups de la fricativa labiodental i de la fricativa dental no es poden assignar aleatòriament, en cada comparació s'ha de tenir en compte si hi ha altres factors dels quals podrien dependre els resultats. Per tal que els resultats siguin més fiables, en general, les proves es realitzen en els grups de cada punt d'articulació de la fricativa per separat.

Prova UNIANOVA.

El procediment *MLG Univariate* proporciona una anàlisi de regressió i una anàlisi de variància per a una variable dependent (numèrica) mitjançant un o més factors. Per exemple, en el grup *fricativa dental + nasal*, per veure la dependència entre la durada de la fricativa i els factors escollits, definim com a variable dependent la durada de la fricativa i com a factors, per exemple: el patró de sonoritat de la fricativa, la posició respecte de l'accent, la posició dins la paraula, etc. El procediment Unianova indica el grau de dependència de la durada de la fricativa respecte de cada factor per separat donant valors de F que permeten contrastar la hipòtesi que el factor estudiat no afecta la variable resposta. Els valors baixos de F afavoreixen aquesta hipòtesi, sempre i quan el valor de la significació sigui més gran que 0,05. En la nostra exposició dels resultats indiquem el valor d'aquesta significació. El procediment Unianova pot efectuar també proves de rang post hoc i comparacions múltiples. En l'exemple citat, les proves *post hoc de Scheffé* indiquen el grau de significació de la dependència entre les durades de la fricativa en els diferents patrons de sonoritat corresponents. Es poden veure de dos en dos, és a dir entre els patrons 1 i 2, 1 i 3, 1 i 4, 2 i 1, 2 i 3, 2 i 4, etc. i entre grups de casos de diferents fenòmens, per exemple els fenòmens intermedis (entre el grup d'absència de fenomen i el grup d'interval sord, entre el d'absència de fenomen i el d'interval sonor, entre el d'interval sord i el d'interval sonor, etc).