

**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

2. L'estudi de la sonoritat: la realització articulatòria i els seus correlats acústics.

2.1 Les articulacions glotal i supraglotal en la producció dels sons.

Els sons de la parla són el resultat de l'activitat coordinada de dues estructures que formen part de l'aparell fonatori humà: la cavitat glotal i la cavitat supraglotal. L'aire expel·lit dels pulmons per l'acció dels músculs responsables de la respiració i de la manipulació de l'activitat fonatòria passa per ambdues cavitats, la primera de les quals es responsable de donar als sons el caràcter sord o sonor en diverses dosis temporals i la segona, la supraglotal, per l'acció de diversos articuladors, configura el seu tipus. La combinació d'aquestes dues activitats en la producció del só el proveeix d'unes característiques acústiques que són interpretades per l'oient com a constitutives de representacions discretes que conformen el missatge lingüístic.

L'activitat glotal és la font de l'energia sonora. La seqüència de les accions necessàries per produir la sonoritat s'explica en la teoria aerodinàmica i mioelàstica que actualment és el model dominant de la fonació (Laver, 1980; Sawashima & Hirose, 1983, basat en Docherty, 1992:5). Perquè es produeixi la sonoritat s'han de donar les següents condicions: els plecs vocals han

d'estar ajuntats i tensos i la caiguda en la pressió transglotal ha de superar el llindar que varia com a funció de la resistència glotal. Aquesta caiguda de la pressió és produïda per la sortida de l'aire dels pulmons. Amb la glotis oberta, l'aire impulsat per la contracció del volum pulmonar passa a través de la laringe i del tracte vocal. Quan la glotis està tancada bloquejant d'aquesta manera el pas de l'aire cap a les cavitats supraglotal, la pressió en la zona subglotal creix i s'observa un progressiu augment de la diferència transglotal. En cada cicle de les vibracions dels plecs vocals, ajuntats i tensos, es distingeixen les següents fases:

- a) l'augment gradual de la pressió subglotal,
- b) l'arribada de la pressió al llindar i la separació dels plecs en el sentit vertical des de baix,
- c) obertura total de la glotis amb el pas de l'aire cap al tracte vocal,
- d) degut a l'efecte de Bernoulli (la caiguda de la pressió local causada per l'acceleració del fluid o del gas a través d'una estreta constricció) i a la tensió miodinàmica contínua dels plecs, aquests comencen a tancar la glotis de nou en un gest més ràpid que el de l'obertura, cosa que produeix una excitació acústica del tracte vocal,
- e) el cicle torna a començar. L'excitació del tracte vocal pels plecs vocals dona un senyal periòdic que és el correlat acústic 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 supraglotal. 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 diferencia de pressió cau per sota del nivell necessari pel component aerodinàmic de la vibració dels plecs vocals.

L'aire que ja ha passat per la glotis segueix el tracte vocal fins a les cavitats supraglotal on, per l'acció dels òrgans actius i passius, es configuren l'espai i la forma en què l'aire les travessa i dels quals en resulten el lloc i la manera d'articulació dels sons. A partir de les propietats articulatòries que resulten d'aquesta configuració, els sons s'agrupen en dos grans tipus que responen a les classes naturals: sonants i obstruents¹.

En les properes seccions es presenta un resum dels fets rellevants que es refereixen a les articulacions glotal i supraglotal en els sons que formen part de les seqüències sotmeses a l'anàlisi. Es comença pels obstruents (oclusius i fricatius) i se segueix amb els sonants. Pel que fa a l'anàlisi acústica de les articulacions glotal i supraglotal orientada a l'establiment del contrast de sonoritat, a 2.3 es presenta el resum de les aportacions fetes en aquest terreny.

2.2 Les articulacions en la producció dels sons que formen part de les seqüències estudiades.

La nostra anàlisi es concentra en les seqüències de les fricatives labiodentals i dentals. El seu context en aquestes seqüències està constituït per una vocal [-alt] (més endavant justifiquem aquesta opció), una vibrant, una nasal, i una obstruent, que pot ser una fricativa labiodental o dental o una oclusiva dental o velar.

¹ Descripcions basades en Kent & Read (1992), Martínez Celdrán (1994) i Stevens (1997 i 1998).

Abans de comentar els estudis que s'han efectuat fins ara sobre la sonoritat en les obstruents i en els grups consonàntics iniciats per les fricatives, revisarem breument els fets més rellevants que es refereixen a les articulacions glotal i supraglotal en la producció dels sons que formen part de les seqüències que ens proposem analitzar. Dins d'aquesta revisió s'inclouen també les seqüències *fricativa+vocal* que serveixen de referència en la comparació amb els grups *fricativa+consonant*.

Es presenta una descripció de les consonants oclusives i fricatives, els ròtics, les nasals i les vocals amb l'especial menció a les realitzacions en polonès. Les consonants oclusives es presentaran més detalladament ja que és precisament en el seu cas que l'estudi de la coordinació entre les dues articulacions va ser particularment fructífer portant a l'establiment del paràmetre de sonoritat VOT (Lisker& Abramson, 1964).

2.2.1. Les consonants obstruents.

2.2.1.1 Les oclusives

Pel que fa a l'articulació supraglotal, la característica fonamental de la consonant oclusiva és un bloqueig del tracte vocal. Aquest bloqueig es produeix per una oclusió articulatòria que té lloc al nivell supraglotal durant la qual es bloqueja el pas de l'aire per les cavitats oral i nasal. Com és general durant l'articulació de totes les obstruents, el paladar tou està adherit a la paret de la faringe de manera que la via que porta a les fosses nasals està tancada. A la vegada, l'obstrucció entre els articuladors que prenen part en la producció d'una oclusiva concreta tanca el pas cap a la sortida bucal. L'aire que arriba des dels pulmons s'atura davant d'aquest obstacle, la seva pressió augmenta i en un moment donat arriba a un valor

crític que produeix una interrupció brusca del bloqueig acompanyada d'una obertura brusca o explosió, provocada per l'alta pressió de l'aire en la oclusió formada pels articuladors.

El bloqueig articulatori té una durada variable, generalment entre 50 i 100 ms, segons les condicions prosòdiques. Des del punt de vista acústic, la fase d'oclusió està associada al mínim d'energia emesa, ja que, degut a l'obstrucció del tracte vocal, l'energia acústica que es produeix és mínima o nul·la. Seguidament es produeix l'explosió de l'energia acumulada. Aquesta explosió es qualifica com a passatgera a causa de la seva brevetat. Pot ser aspirada o no aspirada, segons si va seguida del soroll generat pel pas de l'aire per la glotis, parcialment tancada i per la faringe. Degut al moviment de l'articulador principal, la fase següent, o superposada a l'aspiració, és la transició cap a la producció de la vocal. En la posició intervocàlica de l'oclusiva les transicions són presents a ambdues parts de la consonant: abans de l'oclusió i després de l'explosió.

Pel que fa a la coordinació dels gestos supraglotals i glotals en les oclusives, aquesta s'expressa en el paràmetre VOT. Malgrat el fet que els intervals de sonoritat tenen un caràcter gradual i van des de l'absoluta manca de sonoritat amb la glotis oberta i els plecs vocals separats fins a la completa sonoritat amb la glotis tancada i els plecs ajuntats, dintre d'aquest continu cada llengua escull dues o tres categories de sonoritat, o tipus de VOT, que formen part del seu sistema fonològic: sonor, sord no aspirat, sord aspirat (*pre-voiced, short lag, long lag*) (Madieson, 1984). El VOT és una dimensió característica de totes les llengües que presenten el contrast de sonoritat en les oclusives. D'altra banda, cada llengua presenta uns rangs de valors propis per cadascun dels tipus que caracteritza una categoria d'oclusives. A més, en diferents llengües, el VOT pot presentar nivells de relacions diferents amb altres variables pròpies de la sonoritat com ara la freqüència

fonamental de la vocal següent, la durada de l'oclusió i la durada de la vocal que precedeix la oclusiva (Kingston & Diehl 1994, Maddieson 1997). D'ençà els treballs de Lisker & Abramson (1964, 1967, 1971, 1985) (també Abramson, 76 i Abramson & Lisker, 85 i 95), els estudis que s'han anat fent sobre el VOT han anat corroborant la idea d'aquests autors que el VOT és una mesura força efectiva que permet distingir físicament i perceptivament les categories de les oclusives homorgàniques (els treballs de Summerfield & Haggard 1977, Port & Rotunno 1979, Green & Miller 1985, Miller & Volaitis 1989, Cooper 1991a, 1991b, Docherty 1992, Pind 1995, Kessinger & Blumstein 1996, 1997, Jessen 1998, Cho & Ladefoged 1999, entre altres). Ja en Fischer-Jørgensen (1954) s'observa que la llargada de l'aspiració en les oclusives sordes varia amb el lloc d'articulació. Els estudis posteriors sobre el VOT han corroborat aquesta observació en referència a diverses llengües. En Cho & Ladefoged (1999) es resumeixen diferents factors que subjauen a aquesta tendència universal, mostrant com pot dependre de circumstàncies aerodinàmiques, de la massa i la mobilitat de diferents articuladors, l'ajustament temporal entre la durada de l'oclusió i el VOT. Es demostra que aquests elements poden tenir diferent pes en diferents llengües i poden comportar una notable variació en la manifestació dels contrastos en el VOT. De totes les llengües examinades en els estudis citats (la llengua anglesa en les variants americana i britànica, la polonesa, la castellana de Puerto Rico, espanyola, catalana, gallega, francesa, alemanya, sueca, islandesa, thai, cantonesa, holandesa, hongaresa, tamil, coreana, armènia oriental, hindi, marathi, estoniana i més de 18 llengües americanes amenaçades, entre altres) només dues tenen més de tres contrastos en les oclusives homorgàniques. Són les llengües hindi i owerri igbo que en tenen quatre. Tanmateix, per al quart contrast utilitzen altres gestos de la laringe que s'especifiquen amb altres trets, així que seguien tenint només 3 distincions de VOT (Cho & Ladefoged 1999: 226).

Pel que fa a la llengua polonesa, Keating (1979, 1981, 1984) considera que el fet que no tingui contrast en aspiració (a diferència de les llengües com l'anglesa o l'alemanya que sí el presenten) fa que el seu VOT sigui senzill i no presenti variació al·lofònica. La distribució del VOT per a les oclusives sordes se situa normalment en la regió de les sordes no aspirades (*short-lag*). Les oclusives sonores presenten sempre l'activitat glotal durant la oclusió (*pre-voicing*) i de vegades durant l'explosió. Tant les sordes com les sonores tenen els valors de VOT molt similars en la posició inicial i medial de paraula. Aquesta regularitat no varia tampoc en funció de l'informant estudiat (Keating 1984: 301-308).

2.2.1.2 Les fricatives

Les consonants fricatives són produïdes per la formació d'una estreta constricció en el tracte vocal per damunt de la glotis. En el cas de la fricativa sorda, l'àrea de constricció supraglotal és més estreta que la glotal, de manera que es produeix una caiguda de pressió en la zona de la constricció i una petita caiguda en la glotis. El corrent d'aire que passa per la constricció supraglotal esdevé turbulent i genera soroll de fricció. La caiguda de pressió a través de la glotis és suficientment petita i els plecs vocals estan suficientment allunyats per a que no hi hagi vibració glotal durant l'interval de la constricció supraglotal. En la producció de les fricatives sonores, per tal que es pugui produir a la vegada el soroll de fricció en la constricció supraglotal i la vibració dels plecs vocals, la constricció glotal i la constricció supraglotal s'han d'ajustar de tal manera que les seves àrees siguin més o menys iguals. Un augment relativament petit en l'àrea d'una d'elles reduirà considerablement la caiguda de pressió en aquesta constricció i, en conseqüència, també baixarà l'amplitud de la font sonora (Stevens, 1997). A

2.4 presentem les principals aportacions a l'estudi de les articulacions glotal i supraglotal en les fricatives intervocàliques i en els grups consonàntics iniciats per les fricatives.

2.2.2 Els sonants.

2.2.2.1 Els ròtics.

Aquests sons representen una àmplia classe. Poden ser bategants (*taps i flaps*), vibrants (*trills*), fricatius o aproximants dentals, alveolars o uvulars. En la llengua polonesa, els ròtics presenten articulació apicoalveolar que pot produir vibrants, o bategants com a variants al·lofòniques (Łobacz, 2000).

En Ladefoged & Maddieson (1996) els vibrants es descriuen com a repetició del patró de tancament i obertura del canal de l'aire per l'acció de la vibració d'un òrgan de parla contra un altre induïda per les condicions aerodinàmiques. En el model presentat per McGowan (1992), aquesta vibració és similar a la vibració dels plecs vocals per produir la sonoritat. En ambdós casos no hi ha cap acció muscular que controli cada vibració individual però hi ha d'haver una obertura suficientment estreta i un corrent d'aire adequat perquè es puguin produir aquestes vibracions. La grandària de l'obertura i el corrent d'aire han de situar-se entre certs límits crítics, la desviació dels quals impediria la vibració. Per aquest motiu els vibrants sovint presenten variants sense vibració. Des del punt de vista acústic, els vibrants presenten de dos a cinc períodes on el primer és generalment una mica més llarg que els següents. Els vibrants apicals, característics de la llengua polonesa, consisteixen generalment en dos o tres períodes. Cada període correspon a una fase de tancament dels articuladors seguida d'una fase d'obertura. En els espectrogrames, aquestes fases corresponen a l'àrea

clara i l'àrea d'aspecte formàntic respectivament (Ladefoged & Maddieson, 1996).

Els dos altres tipus de ròtics, els bategants (*taps i flaps*), que poden ser realitzats en la llengua polonesa com a al·lòfons del vibrant (Łobacz 2000), es caracteritzen per un únic i breu tancament. Molts lingüistes no fan la distinció entre *taps* i *flaps*, ja que no presenten diferències notables des del punt de vista acústic, tot i que, segons Ladefoged (1996), des del punt de vista articulatori aquesta diferència existeix. Consisteix en que els *flaps* són produïts per un moviment tangencial de l'articulador actiu cap al lloc de contacte de manera que, durant aquest moviment, l'articulador actiu colpeja de passada la superfície superior i, en el cas dels *taps*, aquest moviment és directe cap al lloc de contacte. Recasens (1991) observa per al català que en els *taps* les transicions formàntiques són similars abans i després del contacte, en canvi els *flaps* (per a la llengua anglesa, Ladefoged & Maddieson 1996) tenen transicions diferents abans i després del contacte.

Pel que fa als ròtics polonesos, l'estudi més complet és el que presenta Łobacz (2000) en el qual aquests sons s'analitzen en les tres posicions dins la paraula, però en cap d'elles el ròtic es troba precedit d'una fricativa, que és la seqüència que ens interessa en aquest treball. Els ròtics polonesos, en ser sonors, haurien de presentar les vibracions glotals en tota la seva extensió tret de fenòmens d'ensordiment en algun tipus de procés assimilatori (Castellví & Szmidt 2002, Castellví 2003).

2.2.2.2 Les consonants nasals.

En la producció de les consonants nasals el vel del paladar està abaixat a la vegada que es produeix un tancament en la cavitat oral. L'aire expel·lit des

dels pulmons és dirigit únicament a través de la cavitat nasal. Aquest tipus de consonant guarda certa similitud amb les consonants oclusives per la seva oclusió oral, però a causa de l'existència d'un corrent d'aire ininterromput cap enfora que, d'altra banda, no passa per una constricció prou estreta com per produir una turbulència local, també té similituds amb les aproximants. La llengua polonesa, com la majoria de les llengües del món, no té el contrast de sonoritat en les nasals. Totes són sonores, és a dir han de presentar les vibracions glotals en tota la seva extensió, tret de fenòmens d'ensordiment en algun tipus de procés assimilatori (Castellví & Szmidt 2002, Castellví 2003). La porció estable de la nasal es caracteritza acústicament per una primera ressonància (o un primer formant) de baixa freqüència i més intensa que les ressonàncies restants. L'amplitud total de les nasals és generalment més feble que la de les vocals. L'estudi de les propietats espectrals de les nasals indica que la cavitat oral formada al front de la zona velofaríngia presenta l'espectre zero, també anomenat *anti-ressonància* o *anti-formant* (Fant 1960, Ladefoged & Maddieson 1996, entre altres). La freqüència d'aquest zero és inversament proporcional al volum de la cavitat formada per la llengua i l'articulador superior. Com més posteriors són les articulacions o com més alta és la posició del cos de la llengua, més petita és aquesta cavitat. La freqüència de la primera ressonància nasal i del zero oral són més altes com més propera és l'articulació oral a la zona uvular. En la cavitat nasal no hi ha canvis apreciables.

2.2.2.3 Les vocals.

Aquesta classe de sons es produïda amb el tracte vocal sense constriccions oral o faríngia importants. El tracte vocal sencer, des de la larínge fins als llavis, constitueix la cavitat de ressonància en la producció de les vocals. Els

llocs de les constriccions característiques per a cada vocal divideixen el tracte vocal en les regions de constricció i d'obertura. La vibració dels plecs vocals constitueix la font de l'energia que activa les ressonàncies del tracte vocal. Les ressonàncies actuen com a filtre de manera que no tota l'energia dels harmònics de la font és transmesa de la mateixa manera. Les freqüències de les ressonàncies seran diferents per a cadascuna de les configuracions del tracte vocal que depenen del lloc on es produeix la constricció i la posició de la llengua, característiques per cada vocal, tenint la seva manifestació en una específica estructura formàntica. L'espectre resultant reflectirà, doncs, la configuració de l'aparell fonador des dels plecs vocals fins als llavis que també actuen com a filtre.

2.3 Els estudis acústics com a base d'establiment del contrast de sonoritat.

Els sons poden formar parelles que contrasten en el tret de sonoritat. Aquesta distinció es basa en la diferència en la coordinació entre les articulacions glotal i supraglotal en la seva producció. Des del punt de vista acústic, les consonants que contrasten pel tret de sonoritat haurien de ser distingibles pels seus patrons 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 llengües com a l'anglès o l'alemany, per exemple, el factor de l'aspiració juga un paper força important en el contrast de les oclusives homorgàniques, provocant que la sonoritat de les oclusives es reveli força inestable. Partint d'aquest fet, per donar compte de les diferències entre les oclusives homorgàniques, nombrosos fonetistes es van basar en el fenomen de la força articulatòria expressada en els trets de fortis/lenis o tens/laxe. Lisker & Abramson

(1964) troben aquesta distinció, que s'ha utilitzat com a base per separar les categories homorgàniques en les oclusives, ambigua:

“No one of the physical measures, whether physiological or acoustic, that have been proposed as correlates of the fortis/lenis dimension, has been shown not to be significantly connected with voicing or aspiration. [...] Gunnar Fant's Acoustic Theory of Speech Production (1960), suggests that the ensemble of acoustic features that are used as evidence for a dimension of articulatory force may be plausibly grouped together without any need for positing an independent fortis/lenis difference; in fact Fant associates all these features instead with differences in the position and activity of the glottis during the various phases of stop production, and our own work convinces us that Fant's views are entirely correct”.

Lisker & Abramson (1964:385-6)

Els autors citats consideren que les conseqüències acústiques dels desajustaments temporals en les activitats glotal i supraglotal, com ara la presència o absència del pols glotal audible durant la fase de tancament de l'oclusiva, la turbulència o l'aspiració entre el relaxament de l'oclusiva i el començament de la pulsio, la pèrdua d'energia en la regió del primer formant, es poden estudiar juntes com a manifestacions del funcionament general de la durada en la sonoritat (*voice timing*), el fet que es confirma en les anàlisis acústiques que presenten. La durada de la sonoritat de l'oclusiva respon a la relació temporal entre el moment en que comença la vibració laríngia i el moment de la relaxació de la consonant. Dit d'una altra manera, 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. Lisker & Abramson l'utilitzen només en referència a la posició inicial postpausal de les oclusives que és on es pot

observar l'inici absolut de l'activitat laríngia, sense ser afectada pel context esquerre. La posició medial i la posició final fan entrar en joc un altre factor que és el context del segment precedent. Aquí la coordinació entre les activitats glotal i supraglotal s'expressa en altres característiques diferents de l'extensió de la sonoritat. En aquestes posicions, en les oclusives sordes, ens trobem amb el fenomen que, seguint la denominació de Lisker & Abramson (1964) se sol anomenar vibracions del límit (*edge vibrations*). Aquest terme es refereix a la inèrcia glotal que s'observa a la frontera esquerre d'un segment sord. Hi ha autors, com ara Docherty (1992), o Keating (1984) que fan servir el terme de VOT també per les posicions medials i finals de les oclusives i, en el cas del lingüista anglès, fins i tot també en referència a les fricatives.

En les primeres propostes de la fonologia generativa, els trets fonètics formaven part del nivell automàtic d'implementació de les regles fonètiques que depenien dels factors biomecànics. Per aquest motiu el nivell d'implementació fonètica no havia de formar part de la gramàtica de cap llengua concreta. Aquesta va ser la idea expressada per Chomsky & Halle en el *Sound Pattern of English* que des d'aleshores va ser rebatuda per nombrosos lingüistes, entre altres Pierrehumbert (1980), Keating (1984, 1985), Cohn (1993), que van demostrar que molts dels fets fonètics que es consideraven universals, com ara la durada intrínseca i extrínseca de la vocal, o la durada de la sonoritat no eren resultat de la fisiologia de la parla sinó que eren regides per regles específiques de cada llengua.

Segons Ladefoged & Cho (2001), en la perspectiva dels estudis sobre el VOT, els trets de /sonor/ /sord/, utilitzats fins ara en la fonologia, semblen insuficients degut al fet que no donen compte de les tres categories de sonoritat que es manifesten en el VOT:

“Each language chooses a modal VOT value for each of the categories [voiced], [voiceless unaspirated] and [voiceless aspirated] that are specified in the phonology. The statement of these values is the link between phonology and measurable phonetic parameters. A phonological description of a language that does not include statements of this kind is incomplete.”

Ladefoged & Cho (2001: 8)

Com ja s'ha mencionat en el paràgraf anterior, a diferència de les oclusives, a l'aspecte de la sonoritat de les altres consonants obstruents que tenen habitualment parelles homòganes amb distinció de sonoritat, les fricatives, se'ls ha dedicat fins ara molta menys atenció. Els principals estudis per a la llengua anglesa són els de Stevens *et al.* (1992) i de Docherty (1992), en el suec i l'islandès Löfqvist & McGarr (1987), McGarr & Löfqvist (1988), en el danès Hutters (1984), Slis (1986), en rus Burton & Roblee (1997), en el francès Snoeren & Segui (2003). En la llengua polonesa aquest tema no ha estat tractat fins ara i amb el present treball ens proposem contribuir a cobrir aquesta llacuna.

2.4 Les principals aportacions a l'estudi de les articulacions glotal i supraglotal en les fricatives intervocàliques i en els grups consonàntics iniciats per les fricatives.

Com s'ha avançat anteriorment, el comportament de les articulacions glotal i supraglotal en les fricatives ha estat molt menys estudiat que en el cas de les oclusives. Les aportacions principals en aquest camp es deuen fonamentalment a Stevens *et al.* (1992) en referència a l'anglès americà (AE), a Docherty (1992) en referència a l'anglès britànic (SBE) i a Burton & Roblee (1997) en referència al rus. Hi ha també observacions puntuals en els treballs de Hutters (1984), Hoole, Pompino-Marschall & Dames (1984), Löfqvist &

McGarr (1987), Butcher (1977), Hoole (1997), Yoshioka *et al.* (1989), Snoeren & Segui (2003), Barry & Kunzel (1978), Barry (1981), Klešta (1999) i Łobacz (2000). Aquests dos últims sobre el polonès. En aquesta revisió presentem en primer lloc les aportacions que fan referència a les fricatives intervocàliques i en segon lloc les que es refereixen als grups consonàntics iniciats per les fricatives.

2.4.1 Les fricatives intervocàliques.

2.4.1.1 Stevens *et al.* (1992)

En el treball s'analitzen les característiques acústiques de les fricatives de l'AE 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/

- El soroll de fricció comença abans que s'acompleixi la plena constricció supraglotal i continua després que l'àrea de la constricció augmenti en el relaxament de la consonant. La vibració glotal de la vocal que precedeix la fricativa acaba abans de l'acompliment de la plena constricció supraglotal. Al relaxament de la consonant, la seqüència dels esdeveniments està invertida. Els autors observen també l'existència d'un curt interval de temps entre l'acabament de la sonoritat de la vocal i el començament del soroll de fricció on es genera un soroll d'aspiració. Al relaxament de la consonant aquest interval es repeteix.

- En posició intervocàlica algunes de les fricatives subjacentment sordes poden guardar una vibració residual (inèrcia glotal) en la part adjacent a la vocal precedent.

Fricatives /+sonor/

- 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 la fracció propera a la vocal precedent, o 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 considerablement o fins i tot que aquestes no puguin ser mantingudes. 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.
- 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 dental. Els resultats acústics, confirmats pels tests perceptius, mostren que en les fricatives /+sonor/ la durada de l'interval sense les vibracions glotals sempre és menor de 60 ms.
- Els tests perceptius sobre estímuls sintetitzats i naturals indiquen que la presència de l'excitació glotal a les fronteres de la fricativa resulta ser una pista per a la percepció de la sonoritat més efectiva que no pas la presència de l'excitació al centre de la fricativa i la seva absència a les fronteres del segment.

El criteri per mesurar la durada de les vibracions glotals 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 per a que es consideri que la vibració ha 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 és un valor encara més gran que els 10 dB escollits pels autors) que correspon a una caiguda de la pressió transglotal dels 8 als 3-cm H₂O (Stevens *et al.*, 1992: 2985). Aquest criteri es discuteix més avall, a 3.4.1.

La durada de les fricatives sordes és més gran que la de les fricatives sonores² si no es té en compte les transicions de l'F1 en les vocals adjacents a la fricativa. Si es compte la durada de les transicions de l'F1 de la vocal precedent i següent a la fricativa, l'observació de les trajectòries del primer formant suggereix que la durada total dels moviments supraglotal en les fricatives sonores és similar a la de les fricatives sordes. A partir de consideracions teòriques es formula la hipòtesi que en la percepció de les fricatives intervocàliques és rellevant la interacció entre la durada del soroll de la fricció, l'amplitud i la durada de les vibracions glotals a les fronteres de la fricativa amb les vocals, i l'extensió de la transició de l'F1 d'aquestes vocals. Aquesta hipòtesi es confirma en els tests de percepció que es realitzen sobre la base del material sintetitzat, en el qual es fan variar els valors d'aquests paràmetres.

Els tests de percepció sobre material de producció natural mostren, però, que les respostes dels subjectes es basen sobre pistes prou simples. Per tal que la fricativa sigui percebuda com a sorda, és necessari un mínim d'absència de vibracions glotals. Aquesta durada és independent de la durada total de la fricativa. Hi ha una petita correcció que s'aplica a aquest

² "The onset of the fricative was defined to be the time when the spectrum shape departed significantly from the canonical shape for a vowel, usually because of a decrease in the harmonic spectrum amplitude at mid and high frequencies." Stevens *et al.* (1992: 2983).

interval sense vibracions si les transicions de l'F1 a les fronteres de la fricativa son reduïdes.

“For the part of experiment [...] in which the duration and extent of the F1 transitions were manipulated, the stimuli in which the consonantal duration was 85 or 100 ms were identified as voiceless independent of the transitions, and the duration of zero glottal vibration was well in excess of the criterion of 63 ms for all stimuli. For the 70-ms stimuli (with 70 ms of zero glottal vibration), however, the percent of voiceless responses with full transitions is 25% [...]. When there are short F1 transitions having ending and starting frequencies of 490 and 550 Hz rather than 350 and 380 Hz, and with reduced transition durations of 10-15 ms at each of these edges, the percent of voiceless judgments increases to 82%. This change in percent voiceless judgments is roughly equivalent to a 10 to 20 ms increase in duration of zero glottal vibration for the 85 to 100 ms stimuli, i.e., a 5 to 10 ms increase at each of the edges. [...] If the F1 transitions in the vowels [...] terminate and begin at relatively low frequencies, then about 60 ms of zero glottal vibration are needed to judge the consonant to be voiceless”.

(Stevens *et al.* 1992:2999)

2.4.1.2 Docherty (1992)

El treball de Docherty és l'estudi més extens de l'aspecte temporal de la sonoritat en les obstruents. Les seves consideracions, que es refereixen al SBE, 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 altres consonants. Hi ha també un repàs molt exhaustiu dels estudis anteriors realitzats sobre l'aspecte temporal de la sonoritat en les obstruents angleses. Tot el treball està dedicat més a les oclusives que no pas a les fricatives, les observacions sobre les quals són més modestes.

En el seu experiment, l'autor situa les obstruents en les posicions següents:

- **condició 1:** a l'inici i al final de paraules aïllades

(posicions post-pausal i pre-pausal),

- **condició 2:** en frases portadores on les obstruents inicials de paraula van precedides (les inicials de paraula) o seguides (les finals) d'una vocal

(la frase: *Say_____instead*),

- **condició 3:** en frases portadores on les inicials van precedides d'una fricativa o oclusiva sordes i les finals seguides d'una fricativa o oclusiva sordes. Aquestes frases s'han utilitzat per a l'estudi de les obstruents en grups.

(frases de tipus: *Wash_____Sally, Tough_____Tammy*).

Les observacions sobre la sonoritat de les fricatives són presentades per l'autor sempre en comparació, d'una banda, entre les tres condicions estudiades i, d'altra banda, amb les oclusives en aquestes tres condicions. Per aquest motiu resulta difícil dissociar les conclusions referents només a les fricatives intervocàliques de les que es refereixen a les fricatives en posició post o pre-pausal i a les que se situen en grups consonàntics. Algunes conclusions tenen, doncs, tant en compte les fricatives intervocàliques com les de les altres condicions.

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. Les durades de les vibracions glotal en les fricatives són comparades amb les que presenten les oclusives. El procediment de mesura d'aquestes durades, utilitzat per l'autor, es discuteix més avall a 3.4.1.

Patrons bàsics de sonoritat i durada de les vibracions glotals en les fricatives.

- El primer patró és la sonoritat continuada en tota la durada del segment, es dóna només en les fricatives sonores, generalment en la posició intervocàlica i rarament quan la fricativa va precedida d'un so sord.
- El segon patró és una total manca de sonoritat. Aquest patró és molt freqüent, bàsicament en les fricatives /-sonor/, però també es dóna en les /+sonor/.
- El tercer patró consisteix en una porció de sonoritat en la fase estable de la fricativa seguida d'una porció sorda. És el patró més freqüent, tant en les fricatives /+sonor/ com en les /-sonor/, en aquest últim cas si es tenen en compte les vibracions que són conseqüència de la inèrcia glotal (l'autor les té en compte en aquest patró). Les fricatives /-sonor/ poden presentar les vibracions glotals només quan van precedides del context vocalic esquerre, en canvi les /+sonor/ poden presentar-les en qualsevol context, amb la particularitat que es manifesta amb més durada en la posició intervocàlica i en la inicial postpausal.
- El punt d'articulació té efecte significatiu en la durada de les vibracions glotals.³

Comparació amb les oclusives.

³ En les fricatives finals de paraula, / Δ/ té significativament més vibracions glotals en la fase estable que no pas les altres fricatives (/s, Σ, f, T/ i /z/ té significativament més vibracions glotals que no pas /s/, / Σ/, /f/, però no / T/ (Docherty, 1992: 163). Aquesta observació respecte de la importància del punt d'articulació de la fricativa en la durada de les vibracions glotals confirma les conclusions de l'estudi de Haggard (1978) on es troba més sonoritat en la fase estable de /v/ que en la de /z/.

- L'activitat glotal en les fricatives està generalment més ben sincronitzada amb la constricció supraglotal si es compara amb la que presenten les oclusives. L'autor observa menys inèrcia glotal des del context vocàlic precedent en les fricatives que en les oclusives.
- En les /+sonor/, en la posició final de paraula, les fricatives tenen intervals de sonoritat més curts que les oclusives, en canvi en la posició inicial els tenen més llargs. Quan les /+sonor/ van precedides d'un context sord, generalment es troben menys vibracions glotal en les fricatives que en les oclusives. Aquestes constatacions es refereixen als casos on s'aprecia l'existència de les vibracions glotal, tanmateix, en totes les posicions estudiades per l'autor, tant les fricatives com les oclusives /+sonor/ presenten molts casos d'absència de vibracions.

2.4.1.3 Löffqvist & McGarr (1987), Hutters (1984), Hoole, Pompino-Marschall & Dames (1984), Yoshioka et al. (1989), Butcher (1977)

En aquests treballs es compara l'amplitud de l'abducció glotal en les fricatives sordes i en les oclusives sordes, i el control temporal de l'obertura glotal en aquests dos tipus d'obstruents.

- L'inici de l'abducció glotal (*peak glotal opening*) en relació a la formació del tancament oral es produeix abans en les fricatives sordes que no pas en les oclusives sordes aspirades. Löffqvist & McGarr (1987) analitzen principalment les raons per les quals les fricatives tenen un gest glotal més ampli, però les seves observacions poden explicar també per què en les fricatives l'inici de l'abducció glotal es produeix més d'hora. La seva justificació es basa en motius aerodinàmics:

"The larger gesture for the voiceless fricative is most likely due to the aerodynamics of fricative production, in that a large glotal opening not only

prevents voicing but also reduces laryngeal resistance to air flow and assists in the build-up of oral pressure necessary for driving the noise source".

Löfqvist & McGarr (1987: 399)

Els autors consideren que, pel que fa al comportament glotal, el moment crucial de la fricativa sorda des del punt de vista aerodinàmic és, probablement, l'inici de la seva activitat mentre que en el cas de l'oclusiva sorda aspirada la fase crucial és el seu tancament glotal. La fricativa sorda té tendència a mostrar unes velocitats del moviment glotal més altes i un control temporal més ajustat en la fase de l'abducció comparat, d'una banda, amb la fase de l'adducció, i d'altra banda amb les oclusives sordes aspirades.

- En Hutters (1984) i Cooper (1991) s'estudia també la importància del punt d'articulació en l'amplitud de l'obertura glotal. Per a la llengua danesa, Hutters (1984) troba que el màxim de l'obertura glotal (*peak glottal opening*) per a /s/ és més gran que per a /f/ i per a /t/ més gran que per a /p/, indicant la importància del punt d'articulació. Aquesta observació es troba confirmada per a l'AE per Cooper (1991) que apunta un efecte significatiu del punt d'articulació en el màxim de l'obertura glotal en les oclusives, el fet que, d'altra banda es troba confirmat també per la relació del punt d'articulació amb el VOT.

2.4.2 Les fricatives en els grups consonàntics.

Els estudis que s'han portat a terme fins ara en aquest camp han analitzat bàsicament els aspectes de la durada dels segments, la durada de les vibracions glotals, el grau d'assimilació de sonoritat existent en els grups de

sonoritat mixta i la relació entre la sonoritat subjacent dels segments estudiats i la realització superficial. Els treballs més importants i complets són sens dubte els de Stevens *et al.* (1992) i Docherty (1992), comentats ja en els paràgrafs anteriors i, els més recents, els de Burton & Roblee (1997) sobre el rus, i el de Snoeren & Segui (2003) sobre el francès. En Barry & Kunzel (1978) i Barry (1981) sobre l'anglès, i en Klesta (1999) sobre el polonès, trobem observacions interessants referents als grups *fricativa + nasal*. En Łobacz (2000), referents als grups *consonant + ròtic* en el polonès. Aquests treballs apunten algunes dades importants sobre la coordinació entre les dues articulacions i sobre la realització fonètica del contrast de sonoritat en els grups que ens proposem estudiar. A continuació comentem les que són especialment rellevants pel nostre treball, agrupats segons el tipus de context de la fricativa.

2.4.2.1 Grups *fricativa + obstruent*.

2.4.2.1.1 Stevens et al. (1992)

La importància d'aquest estudi sobre l'anglès americà ja ha estat mencionada en el paràgraf 2.4.1 en referència a les consonants fricatives en context intervocàlic.

Pel que fa als grups consonàntics, els autors analitzen grups de dues fricatives separades per la frontera sil·làbica que és on on pot haver contrast de sonoritat en l'AE⁴. S'analitzen pseudoparaules monosil·làbiques que tenen una fricativa a l'inici i al final, inserides en una frase marc que aporta

⁴ "Phonotactic constraints in English specify that any obstruent sequence in a syllable onset or in a coda must have the same phonological voicing (e.g., /livz/ or /lifs/ are possible, but not /lifz/)). However, a change in voicing across a syllable boundary is possible (e.g., *his Ford*, or *rough zone*).

una fricativa a l'esquerre i a la dreta de la paraula inserida. Són frases de tipus:

his <i>vaf</i> sips it	([zv]preaccentual; [fs] postaccentual),
his <i>fav</i> sips it	([zf] preaccentual; [vs] postaccentual),
of saz	([vs] preaccentual).

La durada de la vibració glotal és definida pels autors, igual que en les fricatives intervocàliques ja comentades a 2.4.1., com un interval de temps on l'amplitud del primer harmònic es manté dins els 10 dB de diferència amb el valor en la vocal adjacent. Els autors tenen en compte, doncs, les franges properes a la frontera vocal/fricativa i fricativa/vocal.

Les conclusions referents als grups *fricativa+fricativa* són més modestes que les que es refereixen a les fricatives en posició intervocàlica.

Durada de les vibracions glotals, estudi acústic

- Els autors observen que en les seqüències homogènies pel que fa a la sonoritat, de tipus [avze], la fricativa sonora presenta vibracions glotals en tota la seva durada en un 68 % dels casos. En grups no homogènics, de tipus [avse], la fricativa sonora presenta les vibracions en tota la seva durada en 24 % dels casos. La sorda les presenta només en un 6 % dels casos. A partir d'aquests resultats conclouen que les fricatives sordes tendeixen a inhibir la vibració glotal en les fricatives sonores adjacents més que no a l'inrevés.
- L'assimilació regressiva és més potent que la progressiva, és a dir que les fricatives sordes redueixen la vibració glotal en la fricativa sonora precedent en un grau superior que en la fricativa sonora següent.

- Tal com els autors ja han observat en el cas de les fricatives intervocàliques, les fricatives labiodental sonores presenten vibracions glotals continuades amb més freqüència que les alveolars sonores.
- El criteri de discriminació de la realització fonètica sorda i sonora de la fricativa, establert pels autors, es basa en el límit de 30 ms de durada mínima de les vibracions en la fricativa a partir de la frontera amb la vocal esquerre i 20 ms abans de la frontera amb la vocal següent (amb un marge d'error de 10 ms). En aquesta base, moltes fricatives /+sonor/ adjacents a les fricatives /-sonor/ tendeixen a ser classificades com a sordes, sobretot quan van seguides d'una fricativa sorda. També es presenten casos de vibracions glotals en les fricatives /-sonor/ postvocàliques quan van seguides de fricatives /+sonor/. Les fricatives en posició final de paraula tendeixen a tenir l'interval de vibració glotal més llarg que en altres posicions, fet que provoca errors en la seva classificació segons el criteri utilitzat. Aquests resultats porten els autors a considerar que hi ha altres factors a més de la durada de la vibració glotal que juguen un paper important a l'hora d'establir el tret de sonoritat de la fricativa.

Durada de les vibracions glotals, estudi perceptiu

- Els resultats dels tests perceptius, on els subjectes han de reconèixer la sonoritat de seqüències homogènies i no homogènies, mostren que el patró d'errors comesos pels subjectes és diferent del patró previst a base de mesures acústiques de les vibracions glotals a les fronteres amb les

vocals adjacents, explicat en el paràgraf anterior. En el cas dels grups de sonoritat homogènia, les mesures acústiques indiquen que s'hauria d'identificar les consonants sonores com a sordes més sovint (en un 47% de casos) que les sordes com a sonores (en un 14% de casos). En canvi, les respostes dels subjectes presenten un biaix diferent: un 17% de les sonores identificades com a sordes i un 21% de sordes com a sonores. Aquest test confirma la idea dels autors que les fricatives sonores tenen altres atributs associats a la sonoritat que no està captat per la mesura temporal de les vibracions glotals a les fronteres amb les vocals adjacents. Els autors suggereixen que podrien ser les transicions de l'F1 i les pertorbacions de la freqüència fonamental, l'anàlisi de les quals no s'ha realitzat.

2.4.2.1.2 Docherty (1992).

A 1.4.1 hem comentat les dades d'aquest estudi corresponents a les fricatives en posició intervocàlica. Com ja ho hem assenyalat abans, les observacions referents a les fricatives són més modestes que en el cas de les oclusives. Docherty no presenta cap anàlisi del contrast de sonoritat en les fricatives en els grups consonàntics, ja que té en compte només grups iniciats per fricatives sordes. Per contra, presenta observacions interessants referents a la realització fonètica d'aquests grups on, com a context consonàntic, hi figuren una obstruent i una nasal. Als grups amb aquesta última consonant l'autor es dedica amb més deteniment. Les seves observacions es comenten al paràgraf referent al context amb la nasal (2.4.2.3).

Pel que fa als grups *fricativa+obstruent*, són presents només en la condició 3 del corpus (el comentem a 2.4.1.2.). La seva sonoritat es compara amb la que presenten les fricatives de les dues condicions restants: les de la posició

intervocàlica (condició 2) i les que són precedides o seguides d'una pausa (condició 1). Com ja hem avançat a 2.4.1.2., les observacions sobre la sonoritat de les fricatives són presentades per l'autor sempre en comparació, d'una banda, entre les tres condicions estudiades (es presenten a 2.4.1.2.) i, d'altra banda, amb les oclusives en aquestes tres condicions. Des d'aquesta aproximació, les constatacions més rellevants de l'autor, que fan referència a les fricatives adjacents a una obstruent, són les següents:

- Les fricatives /+sonor/ precedides d'un context sord (l'únic context dret de les fricatives i de les oclusives en els grups estudiats per l'autor) presenten durades de sonoritat més breus que no pas en posició intervocàlica o darrere o davant d'una pausa. En posició inicial de paraula, independentment de la condició, presenten més sonoritat que les oclusives.
- Pel que fa a les fricatives /-sonor/, independentment de les condicions, presenten més resistència a les vibracions glotals (inercials) que les oclusives /-sonor/.
- La totalitat de les dades presenta, segons l'autor, una tendència similar en les oclusives que en les fricatives: la juxtaposició d'una obstruent /+sonor/ i d'un context sord o pausa fa que l'obstruent /+sonor/ perdi parcialment o totalment les vibracions glotals, en canvi les /-sordes/ tenen més resistència a adquirir les vibracions glotals en les circumstàncies equivalents. Aquesta tendència, segons l'autor, podria indicar una restricció aerodinàmica que militaria en contra de la vibració de les cordes vocals en les obstruents. Tanmateix, la indicació no troba confirmació en d'altres llengües. Per exemple, en neerlandès, en grups d'obstruents on la inicial és /-sonora/ l'assimilació de sonoritat és

regressiva o progressiva en funció de la manera d'articulació de la obstruent que fa de context dret:

“If the second consonant in the sequence is a voiced fricative, this second consonant becomes voiceless... if the second consonant in the sequence is a voiced plosive, the first consonant becomes voiced”

(van den Berg , 1988:3, citat per Docherty, 1992).

De manera que les observacions respecte de l'efecte del context en la sonoritat de les obstruents del SBE reflecteixen més aviat el caràcter “rule-governed” de la realització fonètica que no pas el d'un subproducte de la programació motora de màxima economia en la execució de la unitat de la parla:

“Given the appropriate circumstances the domain of voicelessness encroaches on the domain of voicing — a form of “feature-spreading”. It is noteworthy that the extent of “spreading” is variable, and often well within the domain of a “segment”. This mean that if this is in fact rule-governed, the specification of the rules requires a time-base which is finer than that offered by segment-ordering alone”.

(Docherty, 1992: 165).

2.4.2.1.3 Burton i Robblee (1997)

El treball està dedicat al problema del contrast de sonoritat en els grups del tipus *fricativa+oclusiva* i *oclusiva+fricativa* del rus. Les autores analitzen els efectes fonètics de l'assimilació de sonoritat regressiva a través de les fronteres preposicionals en els grups /zd, sd, zt, st/ i /dz, tz, ds, ts/.⁵ En

⁵ Les mesures que s'aporten es realitzen a partir del DFT: “the onset of frication noise was determined by a change in a DFT to a large amount of energy at high frequencies either from peaks throughout the spectrum at the vowel-fricative boundary or from little energy throughout the spectrum at the stop-fricative boundary. The end of frication prior to stop consonants was determined by a decrease in high frequency energy in the DFT. At the fricative-vowel boundary, the end of frication was indicated by the emergence of vocalic

general, l'anàlisi acústica confirma el procés de l'assimilació de sonoritat regressiva.

Durada de la consonant

- Per a les fricatives inicials del grup, la durada de la consonant depèn de la sonoritat de la consonant següent i no pas de la sonoritat subjacent de la fricativa. La mitjana de la durada de les fricatives que precedeixen /d/ és 41 ms més curta que la de les fricatives que precedeixen /t/. Les autores no observen relació significativa entre aquesta durada i la sonoritat subjacent de la fricativa.
- Passa el mateix en les oclusives inicials del grup: la durada de la sonoritat depèn de les característiques sonores de la consonant següent i no pas de la sonoritat subjacent pròpia.
- En posició de context posterior, les fricatives subjacentment sonores són 51 ms més curtes que les fricatives subjacentment sordes. Pel que fa a les oclusives fent de context a la fricativa, s'observa que no hi ha cap diferència significativa en durades entre les subjacentment sonores i sordes (entre les oclusives inicials del grup tampoc). Segons les autores, aquests fets confirmen que en les fricatives la durada del segment està relacionada amb la sonoritat i en les oclusives no.

Durada de la sonoritat

- Tant per a les fricatives com per a oclusives inicials del grup (C1), la durada de la sonoritat és superior davant les oclusives sonores que

formant structure [...] The end of the vowel was determined by the disappearance of peaks throughout the spectrum" (Burton & Roblee 1997: 100).

davant les sordes indicant que es produeix l'assimilació de sonoritat regressiva.

- La durada de la sonoritat en la fricativa dels grups /zt/ /st/ és lleugerament superior en /z/ que en /s/, indicant que la sonoritat de la fricativa inicial del grup està relacionada amb la seva sonoritat subjacent, els tests estadístics mostren, però, que aquesta diferència no és significativa.
- En posició de context dret, les durades de la sonoritat són superiors en les consonants /+sonor/ que en les /-sonor/. Aquest fet indica que, en els grups analitzats, no es produeix assimilació de sonoritat progressiva.

2.4.2.1.4 Snoeren i Segui (2003)

Els grups analitzats en aquest treball són de tipus oclusiva+fricativa, oclusiva+oclusiva. Els autors fan una anàlisi acústica de la sonoritat en els grups consonàntics del francès on participen les fricatives dentals /f, v, s, z/ inicials de paraula com a context dret (que també pot ser constituït per una oclusiva) d'una oclusiva bilabial /b, p/, dental /t, d/ i velar /k, g / final de paraula (p. ex.: *robe sale*). L'estudi està enfocat en els grups dividits per frontera de paraula, perquè, encara que existeixi una opinió unànime dels fonetistes francesos pel que fa a l'assimilació de sonoritat en posició interior de paraula (com p. ex. en *medecin - me[ts]in*), pel que fa a l'assimilació a la frontera entre paraules hi ha divergència d'opinions, de manera que sembla més probable que en aquesta posició hi hagi més variabilitat.

A partir de l'anàlisi espectrogràfica, els autors obtenen la durada de la vocal que precedeix el grup, la durada de l'oclusiva i la durada de la porció sonora de l'oclusió. L'estudi acústic es completa amb un test de percepció.

- Els resultats de la investigació indiquen que la durada de la vocal precedent no és una pista per a la sonoritat.
- S'observa un grau més alt d'assimilació en les oclusives sordes finals (un 75%) que en les oclusives sonores finals (un 29%).
- L'assimilació de sonoritat en les oclusives finals de paraula no és total, sinó més aviat gradual.
- No s'ha trobat cap diferència significativa en el grau d'assimilació de sonoritat entre els contextos d'oclusives i de fricatives.
- Les oclusives sordes presenten un grau d'assimilació més alt que les sonores. Aquesta observació sembla anar en contra del principi fonològic de l'ensordiment final de les obstruents a la coda. Segons els autors, aquest principi fonològic es basa en raons articulatòries: una obstruent sonora en coda sembla necessitar un control temporal prou estricte per mantenir la sonoritat durant l'oclusió, així que, si el segment següent és sord, la sonoritat s'inhibeix al relaxament de l'oclusió precedent. La producció de l'oclusió sorda és una maniobra més fàcil. Per aquest motiu s'havia d'esperar més assimilació de sonoritat en les oclusives sonores en coda que en les sordes, en canvi els experiments dels autors mostren la tendència contrària. L'explicació que hi troben és que el principi fonològic de l'ensordiment de les obstruents finals es basa en una idea de sonoritat de tipus "tot o res", mentre que les observacions de la realitat fonètica mostren un caràcter gradual de la sonoritat en les assimilacions.

2.4.2.1.5 Klešta (1999)

- En polonès, en referència a l'articulació supraglotal dels grups de les fricatives sordes, com ara /fsx/, s'adverteix la seva parcial superposició a les zones frontereres.
- Les consonants fricatives en posició inicial absoluta sovint són precedides d'una oclusió donant com a resultat una realització africada (Klešta, 1999: 143).

2.4.2.1.6 Byrd (1996)

En l'AE, comparant els grups *fricativa sorda+oclusiva* /s+g/ amb els grups *oclusiva+oclusiva* /d+g/, s'observa que els grups amb la fricativa tenen menys tendència a la superposició coarticulatòria (Byrd, 1996: 222)⁶.

2.4.2.2 Grups *fricativa+sonant*.

2.4.2.2.1 *Fricativa + ròtic*.

Entre els treballs mencionats fins ara, tan sols el material de Docherty (1992), sobre l'SBE, presenta grups de les fricatives amb el ròtic (/fr/ en posició inicial de paraula). En la discussió dels resultats, però, no trobem cap observació específica sobre aquests grups que es troben inclosos en els grups *fricativa + sonant*. Aquestes observacions es comenten en el paràgraf corresponent a la *fricativa + nasal*.

⁶ Aquesta observació confirma la de MacNeilage (1970): "It may [...] be that targets for fricatives are specified with more precision than targets for stop consonants because the acoustic result is more dependent on precise articulator position in the former case" (MacNeilage, 1970: 193, segons Byrd, 1996: 232). Stevens & Keyser (1989) (op. cit. Byrd, 1996...) indiquen la importància de les conseqüències acústiques del lent relaxament de la fricativa. Consideren que hi deu haver una motivació perceptiva per no obscurir massa la durada de [s] amb la oclusiva coarticulada.

-En polonès, en els grups *oclusiva + ròtic* es posa de manifest la presència d'un vocoid entre l'oclusiva (en aquest cas sonora) i el ròtic, de la mateixa manera que entre el ròtic i el seu context consonàntic dret (Łobacz, 2000). La presència d'un vocoide a l'inici del ròtic després d'una oclusiva també està documentada en altres llengües, com ara la castellana (Quilis 1970, Widdison 2004, entre altres). No hem trobat, però, cap treball on es facin observacions específiques sobre els grups *fricativa+ròtic* davant d'una vocal, ni en polonès ni en cap altre llengua.

2.4.2.2.2 *Fricativa + nasal.*

Pel que fa al context dret constituït per una nasal, en la bibliografia consultada trobem la següent informació.

- En l'SBE, en les seqüències /s/ + /m/ o /n/, després del període de soroll de la fricativa i el començament de la sonoritat pròpia de la nasal, s'observa un interval en el qual no hi ha ni periodicitat ni soroll d'alta freqüència, típic de la fricativa (Docherty, 1992). La durada mitjana d'aquesta transició sord⁷, present en totes les realitzacions, varia segons l'informant. L'anàlisi estadística mostra que ni el tipus de context nasal, ni el context que precedeix la fricativa no tenen efecte significatiu en la durada d'aquesta transició. Aquest interval és interpretat com una conseqüència de certa compressió del gest supraglotal corresponent a la fricativa (Docherty, 1992:150) i que es deu a la complexitat de la transició articulatòria des de /s/ a la nasal.

⁷ Docherty l'anomena "VOT", igual que en el cas de les oclusives: op. cit. Docherty: 149

- En els treballs de Barry & Kunzel (1978), Barry (1981) i Docherty (1992) es presenten sis possibles transicions en aquest tipus de seqüències on, a partir de la fricativa sorda, es poden produir les transicions següents:⁸

A. fricativa sorda → fricativa nasalitzada sorda → fricativa nasalitzada sonora → nasal

B. fricativa sorda → fricativa sonora → fricativa sonora nasalitzada → nasal

C. fricativa sorda → fricativa sorda nasalitzada → nasal sorda → nasal

D. fricativa sorda → fricativa sonora → oclusiva sonora → nasal

E. fricativa sorda → oclusiva sorda → nasal sorda → nasal

F. fricativa sorda → oclusiva sorda → oclusiva sonora → nasal

Els autors citats consideren que els parlants anglesos tendeixen a realitzar el tipus C. D'altres llengües, però, poden tenir tendències diferents. Docherty cita el treball de Canellada & Madsen (1987) que per a la llengua espanyola observen la tendència A o B. Tenint en compte aquesta variabilitat en les configuracions de la transició entre /s/ i nasal en diferents llengües, Docherty troba raonable considerar que les dades experimentals reflecteixen el fet que la realització fonètica de les seqüències /s/+nasal en SBE obeeix a regles (és "*rule-governed*"). Docherty fa observacions similars en referència a una altra sonant, concretament la lateral com a context posterior de la fricativa sorda (/s/, /f/, /T/). La durada del soroll de la fricativa en aquest tipus de seqüències és més gran que en els contextos davant d'una vocal. Segons l'autor, la conclusió que les fricatives davant una lateral siguin més llargues que davant les vocals no pot servir com a justificació d'aquesta

⁸ Barry & Kunzel 1978, Barry 1981, en Docherty, 1992: 151

troballa ja que diversos estudis (com ara els de Haggard 1978, Klatt, 1973, Hawkins, 1979, Umeda, 1977, citats a Docherty 1992) han posat de manifest la tendència contrària: que les durades de les consonants fricatives en les seqüències consonàntiques es redueixen considerablement respecte a les que presenten davant les vocals. Altres estudis referents a la sonoritat en les consonants sonants de l'anglès precedides de fricatives sordes (com els de Bladon & Al-Bamerni, 1976, Dent, 1984) no han pogut separar la fricativa de la sonant sorda, tanmateix van poder observar el retard en el començament de la sonoritat en les seqüències *fricativa sorda + nasal* en comparació amb les seqüències fricativa sorda+vocal (en Docherty, 92.: 152-153). Docherty explica aquest retard a partir de la complexitat de la transició articulatòria des de la fricativa sorda cap a la nasal. La fricativa necessita un tancament velar, l'abducció glotal, una alta pressió intra-oral de l'aire i una constricció fina i ben equilibrada de l'aproximació entre la llengua i el paladar. La nasal requereix un canvi en tots aquests nivells: l'obertura velar, la vibració glotal i un tancament complet de la cavitat oral.

En una aproximació diferent, en referència als grups de fricatives amb sonants en la llengua polonesa, Klesta (1999) s'observa l'existència d'una sèrie "d'elements de trànsit": una explosió de la fricativa [ʃ] davant d'una lateral i la presència d'un element "zero" entre la fricativa [ʃ] i la nasal [ʃ̃].