

# Representações dinâmicas e distribuídas: indícios do português brasileiro adulto e infantil

Eleonora C. Albano<sup>1</sup>

LAFAPE, IEL, UNICAMP



**ABSTRACT** – This paper argues for dynamic distributed representations of phonological units and categories on the basis of analyses of the following sets of Brazilian Portuguese data: phonotactic biases in the adult lexicon, phonotactic biases in a child acquiring the liquid class, and covert phonological distinctions in a group of children diagnosed as phonologically impaired. Together, the three data sets support the emergence of abstract phonological categories from lexical phone frequencies as a result of the interaction between articulatory dynamics and phonotactics. The fact that most phonological information is neither punctual nor local has important implications for language acquisition, a number of which are discussed throughout the paper.

**Palavras-chave:** léxico, dinâmica, fonologia, aquisição, fonotaxe.

## 1 A problemática

No ENAL 6, em outubro de 2003, os trabalhos da mesa redonda “Perspectivas Recentes em Aquisição da Fonologia” levaram à seguinte conclusão (ALBANO, 2004, p. 76-77):

Pode-se também dizer que o sucesso do conexionismo em tratar dados de aquisição da morfologia, tais como a aprendizagem da flexão de passado simples no inglês (Elman, s.d.), teve um impacto sobre toda a pesquisa em aquisição da linguagem. O resultado é que a atenção à variação inerente ao input e à gradualidade da

<sup>1</sup> Agradeço à FAPESP, Fundação do Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (processos n° 01/00136-2 e n° 03/09564-2) e ao CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (processo n° 304621/2003-0), pelo financiamento a esta pesquisa.

mudança ontogenética redobrou. A questão da regularidade dos dados distribucionais, que parecia enterrada para sempre com o estruturalismo, renasceu. Esperemos que, com ela, não renasça, a reboque, a postura empirista que a gramática gerativa teve toda razão – e algum sucesso – em combater.

Esse foi o ponto de partida para o simpósio “Diversidade e Variabilidade Lingüísticas na Aquisição da Fonologia”, que teve lugar no ENAL 7, em outubro de 2006, e teve por objetivo, além de retomar e aprofundar a discussão anterior (ALBANO et al., 2004; CRISTÓFARO-SILVA, 2004), enriquecê-la com novas contribuições, baseadas em teses de doutorado recentes (BONILHA, 2005; PARLATO-OLIVEIRA, 2005).

Albano et al. (2004) é uma avaliação do sucesso do conexionismo de Elman (1995) em enfrentar um dos maiores desafios a qualquer modelo que admita a “riqueza” do input da aquisição da linguagem, a saber: o tratamento das relações sintagmáticas descontínuas. Assim, foram levantados fortes indícios de que relações tais como V\_V e C\_C, presentes, nas línguas, em fenômenos tais como as harmonias vocálica e consonantal, podem emergir de forma parcial e distribuída, isto é, nem pontual nem localizada, dos dados a alimentar uma rede neural recorrente. Argumentou-se também que a representação distribuída das relações hierárquicas complexas extraídas do input sequer precisa ser completa, pois, no caso humano, os aprendizes dispõem de outros meios, ligados à sensório-motricidade fônica, de enviesar as inferências no sentido da autonomia relativa dos gestos articulatórios V e C.

O presente trabalho dá continuidade a esse argumento com os seguintes passos: (1) mostrar que qualquer representação emergida da estrutura probabilística dos dados, ainda que dê conta dos níveis inferiores da hierarquia das classes fônicas, tem problemas com os seus níveis superiores; (2) reiterar que representações semelhantes às do conexionismo elmaniano contribuem substancial, mas não definitivamente, para agrupar dados em categorias de categorias; (3) mostrar que essa vertente do conexionismo é compatível com modelos da aquisição da fonologia que enfatizem a estrutura probabilística do input ou as restrições biossociais que lhe subjazem; (4) sugerir que, no estudo da aquisição da fonologia, as abordagens estocásticas (p. ex., BYBEE, 2001; PIERREHUMBERT, 2003) têm menos chance de sucesso do que as parcialmente deterministas ligadas à Teoria dos Sistemas Dinâmicos (p. ex., BROWMAN e GOLDSTEIN, 1992).

Para tanto, são mobilizados 3 conjuntos de dados que envolvem estruturas probabilísticas presentes no português brasileiro (doravante PB) adulto ou infantil.

O primeiro diz respeito à fonotaxe 'CV, 'VC e V'CV, tratada segundo a metodologia probabilística esboçada em Albano (2005a) e desenvolvida em Albano (2005b). Dados de um extenso corpus do PB adulto sugerem que: (a) a classe fônica mais opaca dessa língua em termos fonéticos, a das líquidas, está codificada fonotaticamente, assim como os demais modos de articulação, nas vogais adjacentes das posições pré-tônica e tônica; e (b) tal codificação, embora bastante informativa, é gradiente e incompleta. Paralelamente, dados de um corpus longitudinal do PB infantil permitem falsear uma implicação possível da codificação fonotática, a saber: a de que a aquisição das líquidas enquanto classe dependa fortemente de tamanho de vocabulário. Demonstra-se, a propósito, que o número de palavras que contêm líquidas no momento de emergência dos primeiros contrastes da classe é insuficiente para que os vieses 'LV e 'VL presentes no vocabulário inicial possam emergir exclusivamente da fonotaxe. Sugere-se, portanto, com base na literatura fonético-articulatória, que tais contrastes se baseiam na maior ou menor afinidade entre os gestos articulatórios V e L cuja coordenação está em jogo. Ou seja, a dinâmica fônica em construção pela criança atua como um filtro favorável aos vieses fonotáticos presentes no PB adulto. Esse filtro, provavelmente, se associa a um outro, mais geral e de cunho sociocognitivo, que também atua na aquisição da fonologia, conforme sugerido abaixo.

O segundo conjunto de dados corrobora a atuação do mencionado filtro sociocognitivo na seleção e estruturação do input. Ele se manifesta no fato, aparentemente banal, de que muitas crianças com cerca de 2 anos e extensão média do enunciado entre 1 e 2 palavras, têm uma altíssima taxa de auto-repetição na conversa espontânea com o adulto. O fato de a mesma taxa ser, em geral, muito mais baixa no adulto implica que a criança não pode ter livre acesso à memória episódica – tal como preconizado pela Fonologia Probabilística (PIERREHUMBERT, 2003) – a fim de que não caia numa alça de realimentação infinita da própria pronúncia. É corroborada a hipótese de que, ao menos para a construção de classes fônicas opacas, esse filtro desfavorece a presença, na memória, de exemplares infantis imediatos enquanto favorece a de exemplares adultos mediatos e relativamente recentes, mesmo que substancialmente diferentes da pronúncia da criança.

O terceiro – e último – conjunto de dados diz respeito ao fenômeno do contraste encoberto, que aparece não só nos estágios iniciais da aquisição da linguagem, conforme apontado por Macken e Barton (1980) e Gonçalves (1988), mas também nos chamados desvios do desenvolvimento fonológico, conforme apontado por

Panhoca-Levy (1993), Scobbie et al. (2000), Berti (2006), Freitas (2007) e Rodrigues (2007). O fenômeno é aqui ilustrado pelo contraste [s, ʃ] nos dados de Berti. Trata-se, na verdade, de um gradiente constituído por sons que, embora se assemelhem ora a [s], ora ou a [ʃ], contêm diferenças em alguns, mas não em todos os parâmetros fonético-acústicos responsáveis pela distinção.

Argumenta-se, aqui, que é o filtro sociocognitivo favorável aos exemplares adultos mediatos que permite à criança sem história de queixas fonoaudiológicas avançar em direção ao domínio gradual dos parâmetros faltantes para a aquisição completa do contraste. Sugere-se, ainda, que é algum entrave à atuação desse filtro que captura a criança com história de queixas fonoaudiológicas no recurso repetitivo ao contraste encoberto. Embora as causas de um tal entrave ainda não estejam claras, uma das suas fontes possíveis é um leve sintoma de dispraxia articulatória detectado por Berti em seus sujeitos experimentais (cf. MACCABE et al., 1998). Trata-se de uma lentificação geral da fala que atinge, entre outros parâmetros, as transições CV e VC. Ela obrigaria a criança a monitorar demais os próprios enunciados; e, assim, a reduzir, na memória de trabalho, o espaço para o filtro cognitivo favorável à fala do outro mais maduro.

À guisa de conclusão, indica-se que uma perspectiva emergentista de cunho parcialmente determinista e inatista, tal como a Fonologia Articulatória (BROWMAN e GOLDSTEIN, 1992), tem boas chances de explicar a existência de filtros ao acesso da memória episódica que levem em conta a imaturidade e a inexperiência sensório-motoras do aprendiz. O mesmo já não se pode dizer de perspectivas emergentistas de cunho estocástico, naturalmente menos sensíveis à organização biossocial do input, tais como a Fonologia Probabilística (p. ex., PIERREHUMBERT, 2003).

## 2 Metodologia

A fonotaxe probabilística do PB adulto foi levantada a partir do corpus do CETENFolha.<sup>2</sup> Trata-se de uma amostra de 24 milhões de palavras do jornal *A Folha de São Paulo*, coletada e tratada pelo Núcleo Interinstitucional de Linguística Computacional (NILC), da USP,

---

<sup>2</sup> Eis a explicação dos responsáveis pela sua disponibilização: “o CETENFolha (Corpus de Extractos de Textos Electrónicos NILC/*Folha S. Paulo*) é um corpus de cerca de 24 milhões de palavras em português brasileiro, criado pelo projecto Processamento computacional do português (projecto que deu origem à Linguateca) com base nos textos do jornal *Folha de S. Paulo* que fazem parte do corpus NILC/São Carlos, compilado pelo Núcleo Interinstitucional de Linguística Computacional (NILC)”.

e disponibilizada pela *Linguateca*, sítio interinstitucional de Internet sediado em Portugal e dedicado ao estudo do processamento computacional da língua portuguesa.

A inexistência, até o momento, de um corpus de língua falada em condições<sup>3</sup> de se prestar ao mesmo tipo de tratamento levou à seguinte tentativa de validar o CETEN como uma aproximação estatística do PB em geral. Os números de ordem de frequência das cem primeiras palavras da lista de vocabulário da língua falada disponibilizada pela PUC-SP<sup>4</sup> foram comparados aos das mesmas palavras no CETEN através do coeficiente de correlação ordinal de Spearman, tendo-se contado cinquenta palavras em comum. A correlação obtida é razoavelmente alta e significativa, a saber: 0,67, com  $p < 0.0001$ .

Os caracteres ortográficos do CETEN foram convertidos automaticamente em fones com o software *Ortofon*, de nossa autoria (ALBANO e MOREIRA, 1996). As unidades de análise foram os pares 'CV e 'VC e a tripla V'CV, compreendendo as 19 consoantes de ataque, as 7 vogais tônicas e, ainda, no caso de V'CV, as 5 vogais pré-tônicas do PB.<sup>5</sup> A contagem foi feita com o software *Freq*,<sup>6</sup> elaborado por Fráguas (2005) a partir da saída do Ortofon na versão revista por Oliveira (2003) para fins de uso com outros programas. O programa *Freq* retorna as frequências, computadas sobre os tipos e as ocorrências das palavras do corpus, para fones ou seqüências fônicas, especificados na entrada conforme as convenções da versão utilizada.

Um total de aproximadamente 15 milhões de palavras, distribuídas por cerca de 220.000 tipos, prestou-se à análise das unidades 'CV e 'VC. Dessas, apenas cerca de 5 milhões de ocorrências e 125.000 tipos atenderam às condições para o cômputo de V'CV. As frequências obtidas foram convertidas em logaritmos e submetidas a análises estatísticas com o software *Statistica 6.0*. Três técnicas exploratórias multivariadas, a análise de componentes principais (*principal component analysis*), a análise discriminante (*discriminant*

<sup>3</sup> Mesmo a questão do tamanho é controversa: com base no mais conhecido corpus do inglês americano (FRANCIS & KUCERA, 1982), foi consenso, durante algum tempo, que 1 milhão de palavras seria "suficiente". Hoje se sabe que esse número é relativo, podendo ser mais ou menor, a depender do foco da pesquisa, já que as distribuições de frequência das palavras tem um caráter zipfiano, isto é, crescem exponencialmente (ZIPF, 1949) com o aumento do vocabulário.

<sup>4</sup> Trata-se de parte do Banco de Português acessível em: <<http://www2.lael.pucsp.br/corpora/bp/index.htm>>.

<sup>5</sup> A saber: /p, b, m, f, v, t, d, n, s, z, l, r, ʃ, ʒ, ʎ, j, k, g, ʁ/; /i, e, ε, a, o, u/; /i, e, a, o, u/.

<sup>6</sup> Disponível em: <<http://www.lafape.iel.unicamp.br/freq>>.

*analysis*) e a análise por grupamentos (*cluster analysis*), foram utilizadas para revelar os grupamentos possíveis das 19 consoantes de acordo com os seus vieses de co-ocorrência com as 7 vogais ou com os 35 pares V'\_V. A contagem mais útil para esse tipo de análise foi a de tipos. A unidade que apresentou os resultados mais consistentes foi V'CV.

As técnicas estatísticas multivariadas prestam-se a explorar e extrair estruturas de dados sempre que a comparação entre as variáveis é dificultada pela existência de múltiplas relações entre elas. É, portanto, desejável que os seus resultados sejam consistentes com análises conceituais realizadas prévia ou subseqüentemente. A análise de componentes principais é uma ferramenta quantitativa baseada em correlações ou covariâncias<sup>7</sup> e se presta a extrair dimensões ortogonais de um espaço multivariado, isto é, constituído por mais de duas variáveis.<sup>8</sup> A análise discriminante é uma espécie de análise de variância às avessas, isto é, avalia os efeitos de variáveis independentes quantitativas sobre variáveis dependentes qualitativas. Assim, dado um conjunto de medidas, permite determinar se elas discriminam entre dois ou mais grupos ou categorias naturais, bem como selecionar aquelas que melhor o fazem. A análise por grupamentos é uma ferramenta quantitativa baseada em métricas de distância, tais como, por exemplo, a euclidiana. Ela se presta a agrupar objetos em categorias de tal forma que a associação entre quaisquer dois deles seja máxima se pertencerem ao mesmo grupo e mínima no caso contrário. Além disso, agrupa hierarquicamente as categorias de acordo com o mesmo critério.

A fonotaxe infantil foi computada manualmente a partir da versão original impressa do corpus de Paulo (SCLIAR-CABRAL, 1977), também disponibilizado, recentemente, pela autora na base de dados internacional CHILDES. Os dados compreendem as idades de 1;8.21 a 2;2.8.

Uma parte do mesmo corpus (1;8.21) serviu também para calcular as taxas de auto-repetição no diálogo adulto-criança. Isso foi feito manualmente, para a criança e para o conjunto dos seus

---

<sup>7</sup> A correlação é uma medida da independência de duas variáveis, geralmente expressa como a soma dos produtos dos seus desvios normalizados em torno da média dividida pelo número de graus de liberdade. A covariância entre duas variáveis corresponde ao numerador dessa fórmula, ou seja, é a correlação entre elas multiplicada pelo desvio padrão de cada uma.

<sup>8</sup> No caso, o parâmetro de análise escolhido foi a correlação. Já que as frequências de tipo e ocorrência têm valores muito distintos, a normalização, implicada no cálculo do coeficiente de correlação, torna-as mais comparáveis.

interlocutores (pais e pesquisadora). Enunciados infantis fonicamente distintos foram considerados auto-repetições se ocorriam em seqüência e eram identicamente glosados pela pesquisadora.

Os parâmetros fonético-acústicos responsáveis pelo contraste [s, ʃ] foram obtidos por Berti (2006) com base num experimento de repetição. Os sujeitos foram divididos em dois grupos de crianças entre 5 e 7 anos de idade: com e sem queixas fonoaudiológicas. O corpus foi gravado com equipamento digital de alta qualidade em ambiente acusticamente tratado. Consistia de uma frase-veículo em que se alternavam dissílabos paroxítonos da forma 'CVCV, de comprovada familiaridade para a faixa etária, contendo as fricativas [s, ʃ] e as vogais /i, a, u/ em posição tônica. Os parâmetros de análise, obtidos através do software *Praat*, foram: o limite inferior do pico de energia do espectro; os 4 momentos espectrais do ruído fricativo; as durações absoluta e relativa desse e das vogais adjacentes; e a taxa de mudança formântica.

O limite inferior de energia do espectro foi detectado manualmente na opção do *Praat* denominada *spectral slice*, que calcula um espectro rápido de Fourier para um trecho selecionado do sinal. Esse compreendia toda a extensão do ruído fricativo. Os momentos espectrais foram obtidos, para os mesmos trechos, por rotinas oferecidas pelo programa. Esse cálculo, que já se revelou eficaz para distinguir entre fricativas em diversas línguas, trata o espectro do ruído como se fosse uma distribuição de densidade de probabilidades. O centróide ou centro de gravidade é uma média ponderada dos componentes espectrais em que os pesos são dados pelas suas amplitudes. A variância mede a dispersão ou espalhamento dos pontos de uma distribuição; a assimetria mede a sua inclinação para um ou outro lado do ponto médio; a curtose mede o seu achatamento. Esses parâmetros são calculados pelo programa de acordo com as fórmulas ordinariamente usadas para tanto na estatística descritiva.

As durações absolutas foram medidas na forma de onda alinhada ao espectrograma, tendo em conta a regularidade dos pulsos glotais. As durações relativas foram obtidas convertendo as durações absolutas dos fones em percentuais relativos às das respectivas palavras.

A taxa de mudança formântica é uma medida de tempo relativo aplicada às trajetórias dos formantes ou ressonâncias do trato vocal. É geralmente calculada como uma razão cujo numerador é a diferença de freqüência entre os pontos de partida e de chegada (máximo ou mínimo) do formante em questão e cujo denominador

é o tempo despendido para percorrer a trajetória implicada. É, geralmente, expressa em Hz por milissegundos.

As medidas assim obtidas foram submetidas a análises de variância de medidas repetidas, com as seguintes variáveis independentes: grupos de crianças (com e sem queixas fonoaudiológicas), fricativas-alvo (/s, ʃ/) e vogais seguintes (/i, a, u/). O teste post-hoc usado nas comparações aos pares foi o Scheffé. O software utilizado foi o *Statistica 6.0*.

### 3 Resultados

Os resultados formam um todo coerente em que os vieses probabilísticos dos dados parecem decorrer de princípios explicativos independentes, de ordem sensorio-motora ou socio-cognitiva.

#### 3.1 Vieses na fonotaxe das líquidas

##### 3.1.2 Co-ocorrência de líquidas e vogais no léxico adulto

A heterogeneidade fonética, tanto acústica como articulatória, das líquidas do PB é um fato bem conhecido e foi bastante discutido em Albano (2005). Recapitule-se aqui apenas que, acusticamente, os róticos fricativos [x, ʁ, χ, ʁ, h, ʃ] só compartilham com as suas contrapartes vibrantes ou aproximantes [r, ɾ, ɹ, ɹ̥, ɹ̥̥, R], ou, ainda, com as laterais [l, λ, L], a presença de ressonâncias do trato vocal com características vocálicas. No trabalho citado, o “abrimento 3” mattsosiano (Câmara 1969) é interpretado como uma propriedade dinâmica que pode se manifestar no sinal de fala de maneira contínua, intermitente ou, ainda, distribuída, isto é, na relação de co-ocorrência com as vogais adjacentes. Retomo, agora, a discussão do achado de que as líquidas do PB têm pistas fonotáticas probabilísticas distribuídas para tentar esclarecer a questão da sua possível emergência como categoria abstrata.

A Figura 1 abaixo exibe o plano cartesiano formado pelo segundo e terceiro fatores extraídos de uma análise PCA das frequências logarítmicas das unidades VC no corpus de tipos do CETENFolha. Fica claro que o fator 2 relaciona-se à nasalidade. Quanto ao fator 3, não há uma interpretação fonética óbvia, mas o estudo da sua carga<sup>9</sup> sugere que se trata de um viés favorável à vogal /i/. Quanto às líquidas, note-se que se pode, no quadrante superior esquerdo, traçar uma diagonal separando /l, r, ɾ/ do resto

<sup>9</sup> Isto é, das variáveis que mais contribuíram para a sua extração.



das consoantes. Somente /ʎ/<sup>10</sup> se afasta do grupo, ao mesmo tempo em que se aproxima das fricativas palatais.

Uma pergunta emerge naturalmente da inspeção desse gráfico: seria a classe das líquidas, apesar da foneticamente opaca, fácil de caracterizar em termos fonotáticos? Para respondê-la, foram conduzidas, no mesmo corpus, análises discriminantes a partir das frequências logarítmicas das unidades 'CV, 'VC e V'CV.

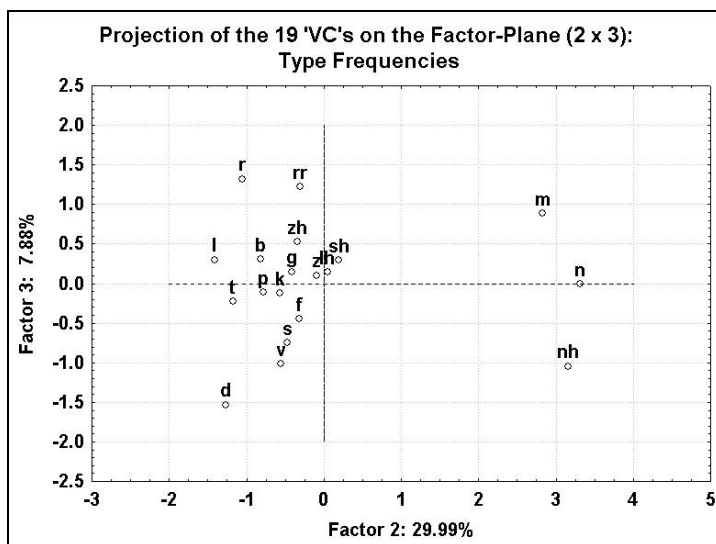


Figura 1. Representação das 19 consoantes do PB no plano cartesiano constituído pelos fatores 2 e 3 extraídos na análise de componentes principais das unidades 'VC do corpus de tipos do CETENFolha.

V'CV foi a unidade que melhor se prestou à caracterização em pauta: os resultados não só corroboram claramente as distinções de modo de articulação, conforme mostra a Figura 2, mas também discriminam, nas comparações aos pares, praticamente todas as subcategorias entre si, conforme mostra a Figura 3.<sup>11</sup> Cabe esclarecer que, devido a o cálculo da análise discriminante não permitir muita

<sup>10</sup> O erre forte, /r/, a lateral palatal, /ʎ/, e a nasal palatal, /ɲ/, são aí grafados como 'rr', 'lh' e 'nh', respectivamente, devido à impossibilidade de usar o IPA ou mesmo o SAMPA com o programa *Statistica*..

<sup>11</sup> Apenas as oclusivas e fricativas estão confundidas, o que é foneticamente natural.

redundância entre as variáveis,<sup>12</sup> foram selecionados inicialmente para análise, dentre os 35 pares V'\_V do PB, os 24 que contêm vogais distintas quanto à abertura, considerando-se 3 graus. Desse total, o algoritmo descartou 13 e selecionou 11 combinações, a saber: [e'Cu, u'Ca, i'Ce, o'Ci, a'Ce, a'Cu, e'CO, a'Ci, e'CE, u'CE, i'CO]. A taxa de acerto na classificação foi 100%.

Classification Matrix (LogFreq_VC'V_Ceten_tp35VV_					
Rows: Observed classifications					
Columns: Predicted classifications					
Group	Percent Correct	oclusiva p=.31579	fricativa p=.31579	nasal p=.15789	líquida p=.21053
oclusiva	100.0000	6	0	0	0
fricativa	100.0000	0	6	0	0
nasal	100.0000	0	0	3	0
líquida	100.0000	0	0	0	4
Total	100.0000	6	6	3	4

Figura 2. Classificações prevista (colunas) e observada (linhas) na análise discriminante das frequências logarítmicas de 264 (i. e., 19 × 24) unidades V'CV do PB.

Modo	p-levels (LogFreq_VC'V_Ceten_tp35VV_			
	oclusiva	fricativa	nasal	líquida
oclusiva		0.260975	0.022620	0.000779
fricativa	0.260975		0.007563	0.001802
nasal	0.022620	0.007563		0.000395
líquida	0.000779	0.001802	0.000395	

Figura 3. Níveis de significância das comparações aos pares dos 4 modos de articulação do PB. Note-se que as líquidas distinguem-se significativamente de todas as demais categorias.

Está claro que a classe é passível de caracterização fonotática, apesar do desvio de /L/ em relação às demais líquidas na Figura 1. Resta saber se os mesmos dados empíricos corroboram uma organização hierárquica em que o padrão de dominância dos nós corresponda às subcategorias envolvidas. A Figura 4 mostra os resultados de uma análise por grupamentos das frequências

<sup>12</sup> Expressa pela correlação entre elas. No caso, o nível máximo tolerável foi especificado em 90%. A análise conduzida foi a chamada “passo a passo” (*stepwise*), em que uma variável é eliminada caso haja outra a ela correlacionada acima desse nível.

logarítmicas da unidade V'CV no CETENFolha. A métrica de distância é  $1 - R$ ,<sup>13</sup> i. e., o que falta para a correlação entre duas variáveis ser perfeita (igual a 1). Note-se que, de novo, /l, r, r/ estão muito próximos, enquanto /ʎ/ se afasta para se agrupar com outra palatal (no caso, /ɲ/). Ressalte-se também que a distância menor ocorre entre um rótico, /r/, e uma lateral, /l/, e não entre os pares das mesmas subclasses.

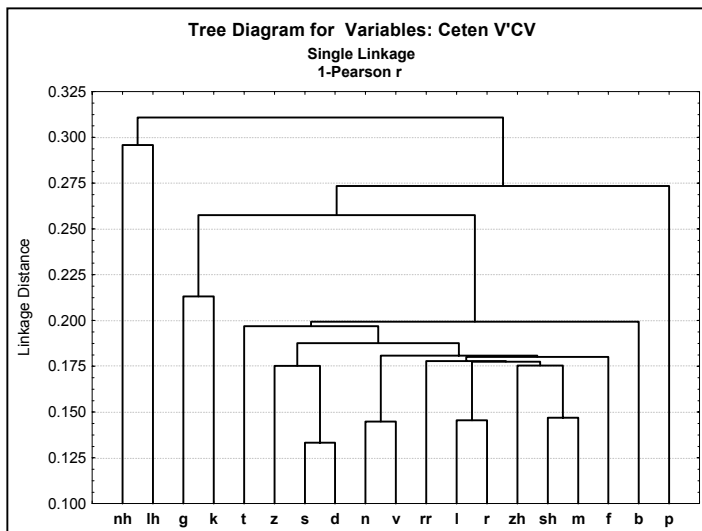


Figura 4. Análise por grupamentos das distâncias entre as frequências logarítmicas de V'CV no corpus de tipos do CETENFolha.

Todo o exposto indica que a informação fonotática é eficaz em caracterizar as líquidas como classe, embora, ao menos com as técnicas aqui utilizadas, o problema da abstração não se resolva por completo, principalmente no que toca à hierarquia. Uma outra análise, exposta abaixo, corrobora o presente raciocínio e sugere fortemente que os dados fonotáticos devem receber uma interpretação articulatória.

Trata-se de um estudo dos vieses de co-ocorrência entre as líquidas e as vogais tônicas no subconjunto de tipos do CETEN no qual foram computadas as frequências das unidades V'CV. Aqui, para cada par de líquida e vogal, as frequências brutas observadas

<sup>13</sup> R é o coeficiente de correlação de Pearson, explicado na nota 6.

foram comparadas às que seriam esperadas caso as vogais aí se mantivessem proporcionais às suas probabilidades nesse corpus como um todo. O resultado é expresso através da razão O/E, cujos desvios de 1 indicam vieses favoráveis (i. e., acima de 1) ou desfavoráveis (i. e., abaixo de 1) à unidade computada. Fica claro, na Figura 6, que /l, r, r/ se opõem a /ʌ/ quanto à co-ocorrência com a vogal /i/: essa tende a ser favorecida pelos primeiros e evitada pelo último.

Esse padrão faz perfeito sentido à luz de estudos articulatórios como os de Sproat e Fujimura (1993) e Espy-Wilson (2004), que revelam, nas líquidas do inglês, um gesto vocálico aproximante subjacente, semelhante a [j], [w] ou [ɛ], sincronizado ao gesto consonantal característico do rótico ou da lateral. Obviamente, no caso de /ʌ/, o gesto que produz o [j] é audível, porque não inteiramente sincronizado ao que forma a corrente de ar lateral. A rejeição por /i/ é, portanto, nesse caso, um efeito do princípio do contorno obrigatório (OCP).<sup>14</sup> Analogamente, nos demais, a atração por essa vogal “encoberta” é um efeito do princípio do menor esforço (PME)<sup>15</sup> num contexto em que não há violação de OCP.

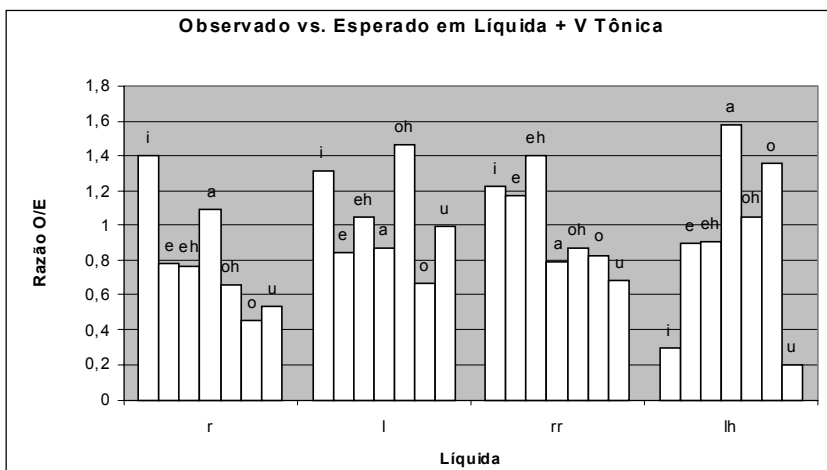


Figura 5. Co-ocorrência das 7 vogais tônicas do PB com as 4 líquidas, expressa em termos de desvios do esperado se as respectivas proporções de ocorrência se mantivessem no total do corpus V'CV de tipos do CETENFolha.

<sup>14</sup> Sigla referente à consagrada nomenclatura de língua inglesa: *obligatory contour principle*.

<sup>15</sup> Cf. Zipf (1949) e Traunmüller (2001).

O conjunto desses resultados mostra claramente que o PB adulto contém pistas fonotáticas coerentes com as estratégias articulatórias de produção das líquidas. Não parece, portanto, ser por acaso que, durante o processo de aquisição da classe, essas mesmas estratégias sejam consistentemente exploradas pela criança. Aprofundemos abaixo esse raciocínio à luz de dados públicos sobre a aquisição das líquidas por uma criança brasileira.

### 3.1.2 *Vogais encobertas na aquisição das líquidas*

O corpus de Paulo permite descartar de saída a hipótese de que a relação entre as líquidas e a aproximante /j/ seja inferida do vocabulário ativo via fonotaxe. A razão é que o tamanho desse vocabulário no período é insuficiente e, não obstante, a aquisição está em curso. O número de palavras cujas glosas contêm líquidas de ataque está em torno de 45; e o seu elenco não cobre muitos dentre os contextos vocálicos possíveis, englobando apenas cerca de 50% dos pares V\_V da língua adulta. Por outro lado, há suficiente evidência de um trabalho da criança sobre a classe, com o uso de [j] como marcador de lugar favorito. Esse trabalho se observa em alternâncias tais como [ˈɔlʲɐ, ˈɔlɐ, ˈɔjɐ], ‘olha’; [ˈgɔɐ, ˈgɔjɐ, ˈgɔɐɐ], ‘agora’; ou [ˈgæɐ, ˈgæjɐ, ˈgæɐɐ], ‘agarra’; [puˈkujɐ, puˈkulɐ, pukuˈrɐ] ‘procura’; ou, ainda, em pronúncias surpreendentes tais como [ˈvɛxɔ], para ‘velho’. Até as líquidas de coda parecem já estar sendo trabalhadas, pois há duas intrigantes ocorrências de [ʃapɐˈlɔj], glosadas como ‘chapéu, olha’. As demais ocorrências de [j] dão-se em coda, no contexto apropriado a uma aproximante, tal como em [ˈfoj], ‘foi’; e [ˈdɔj], ‘dói’; com exceção de casos isolados de [ˈpɔj] glosados como ‘pode’.

Além disso, os dois princípios invocados acima para explicar a Figura 6 parecem atuar também na criança. O princípio do menor esforço – que, na verdade, administra o esforço possível dado o nível de coordenação motora da idade – elege /j/ como marcador de lugar na medida em que uma desaceleração de /l, r/ ou uma dessincronização de /ʌ/ produzem como resultado um som semelhante, que é, entretanto, em alguns casos, tais como os estudados por Rodrigues (2007), distinto de [j]. Assim, o contraste é sacrificado em termos auditivos, embora preservado em termos articulatórios. Um certo equilíbrio entre a produção e a percepção é, por outro lado, buscado com o auxílio de OCP. Os contextos preferidos de ocorrência do marcador de lugar [j] são /a\_a/, como em [pajˈɛw̃], ‘Paulão’; e /ɔ\_a/, como em [aˈgɔjɐ], ‘agora’, ou seja, vogais que contrastam com a aproximante não só quanto à abertura, mas também quanto ao local de constrição.

Observe-se que a hierarquia entre os dois princípios (a saber: OCP>PME) é a mesma da língua adulta – onde depende, porém, da maior ou menor sincronia entre os gestos vocálicos e o gesto aproximante palatal. Ela é corroborada, na Figura 6, por /ʎ/, cujas vogais seguintes preferidas são /a, ɔ, o/. A interdição de PME neste caso explica-se facilmente pelo fato de, no PB, a pronúncia preferencial da lateral palatal ser dessincronizada, ou seja, [lʲ].

### 3.2 Taxa de auto-repetição e memória de trabalho na criança

O fato de Paulo ser uma criança bastante precoce e bem amparada<sup>16</sup> no processo de aquisição da linguagem traz à baila uma outra questão importante para a discussão das representações fonológicas iniciais. Trata-se da maneira como se armazena na memória o detalhe fonético.

Os modelos multi-representacionais de Bybee (2001) e Pierrehumbert (2003) advogam que toda e qualquer ocorrência de uma palavra ouvida (ou, pelo menos, alvo de atenção) é armazenada na memória a longo prazo com detalhes acústico-auditivos que a visão clássica só admitia como representáveis na memória a curto prazo. Uma leitura possível dessa afirmação aplicada à fonologia infantil é que a criança seria capaz de representar e armazenar, em termos puramente sensoriais, contrastes que ainda não produz.

Em contrapartida, a perspectiva aqui defendida pressupõe que a representação fônica inclui sempre um forte elo entre o sensorio e o motor. Afirma, portanto, que os marcadores de lugar são, em geral, distintos dos sons com que se confundem de oitiva e constituem o meio preferencial de representar distinções em construção na memória a longo prazo infantil. Essa representação é, por outro lado, sempre revista e atualizada, a partir do contato diário com o modelo adulto e conseqüentes oportunidades de “imitá-lo”. Assim, o fato de a criança se repetir, às vezes insistentemente, não interfere com a sua atenção ao modelo adulto, que é vivenciado como distinto da própria representação. Em outras palavras, ela sabe que está marcando um contraste complexo de maneira precária; e tenta, sempre que possível e oportuno, atentar para o que o adulto diz e se aproximar da sua pronúncia.

A Tabela 1 abaixo mostra os resultados de um estudo da auto-repetição na criança e nos adultos (pais e pesquisadora, somados) numa amostra do corpus de Paulo com a idade de 1;8.21.

---

<sup>6</sup> Isto é, ter um ambiente propício à interlocução.

TABELA 1 – Auto-repetições no adulto e na criança no corpus de Paulo aos 1;8.21.

	Adulto	% Total	Criança	% Total
Total dos enunciados	1313	100,00	1319	100,00
Auto-repetições	164	12,49	492	37,30
Enunciados distintos repetidos	55	4,18	116	8,79
Enunciados imaturos repetidos	3	0,22	75	5,68

Fica evidente que o fato de os enunciados imaturos serem maioria (64,65% dos distintos) entre os repetidos pela criança não a arrasta numa alça infinita de retro-alimentação dessa imaturidade, como seria de esperar se todas as ocorrências de uma palavra se acumulassem indistintamente na memória. A atenção ao modelo adulto parece não ser imediata e fundada na imitação e, sim, mediata e fundada na relevância pragmática da palavra ou enunciado em questão para a situação dada. Assim, há saltos qualitativos na pronúncia, propiciados pelas intervenções do adulto anteriores a momentos em que a criança persiste em se repetir como se estivesse buscando um novo patamar articulatório. Vejam-se, por exemplo, os enunciados de 128 a 134, em que, após quatro tentativas da forma [ʔjsi'ki], Paulo se sai, finalmente, com uma nova pronúncia, bem próxima da adulta e até um pouco hiper-articulada, para 'olha esse aqui': [ʔʌʋ'esia'ki]. O interessante é que o modelo é dado bem mais acima, no enunciado 123 do corpus adulto: "Olha esse aqui que você gosta, olha". Os enunciados subseqüentes indicam que Paulo estava usando a pronúncia "caprichada", dentre outros recursos, para chamar a atenção da mãe para um novo objeto.

O que esses dados sugerem é que a criança administra a sua memória de trabalho parcimoniosamente, ora privilegiando o campo auditivo, ora privilegiando o campo visual. Quando não há por que "caprichar", a pronúncia imatura tem a vantagem da fluência. Quando, por outro lado, parece oportuno superar, ainda que temporariamente, a posição infantil, a criança encontra meios de fazê-lo, como, aliás, foi o caso nesse episódio, em que a pronúncia fluente foi retomada adiante. Isso só é possível, evidentemente, por que ela sabe que fala "diferente" e tem uma noção de que estratégias mobilizar para tentar superar paulatinamente essa condição.

### 3.3 Contraste [s, ʃ] encoberto

Berti (2006) desvendou novos aspectos do fenômeno do contraste encoberto, que aqui só se poderão abordar brevemente.

Para quem quer que se interesse pelo tema, vale a pena mergulhar nos detalhes técnicos da tese.

Conforme mencionado na seção 2, o trabalho corrobora os correlatos do contraste [s, ʃ] propostos na literatura fonético-acústica. Mostra, contudo, que as distinções espectrais são realizadas por ambos os grupos; e que não é, portanto, a sua presença, por si só, que produz o contraste audível. Vejam-se, por exemplo, os resultados da análise do centróide diante de /a/:

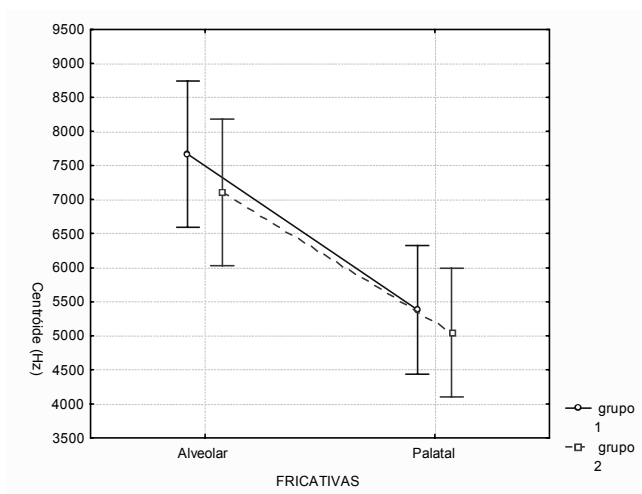


Figura 6. Centróide da porção medial das fricativas alveolar e palatal seguidas da vogal /a/ para os dois grupos de crianças cf. Berti (2006, p. 94).

Sintomaticamente, na análise do espectro do ruído, o único parâmetro a diferenciar o grupo experimental (i. e., as crianças com queixas fonoaudiológicas) do grupo controle (i. e., os seus pares etários sem as mesmas queixas) é a variância – que, no caso, mede a dispersão da energia no espectro. É interessante que esse parâmetro não se tenha prestado, nas comparações intragrupos, a distinguir as fricativas alveolares das palatais, mas tenha, nas comparações intergrupos, apontado para uma maior dispersão da energia do ruído no grupo experimental.

Um ruído cuja energia tem uma concentração detectável,<sup>17</sup> porém mais dispersa, pode sinalizar uma constrição menos

<sup>17</sup> O fato de parâmetros tais como o centróide e o limite inferior do pico de energia no espectro terem, para ambos os grupos, distinguido as fricativas alveolares das palatais indica que alguma concentração de energia está sempre presente.



localizada, mais imprecisa, indicativa de possíveis dificuldades motoras. Berti perseguiu esse indício de duas maneiras. A primeira foi constatar que havia diferenças entre os grupos nas durações absolutas das unidades lingüísticas (palavra, fricativa, vogal, etc.), embora as durações relativas fossem estatisticamente idênticas. Em outras palavras, as falas de ambos os grupos são perfeitamente proporcionais, embora as crianças com queixas fonoaudiológicas sejam desaceleradas com relação a seus pares etários. A segunda foi comparar os grupos quanto a um parâmetro eminentemente dinâmico: a taxa de mudança formântica. Aqui, conforme esperado, essa desaceleração veio mais claramente à tona: as taxas do grupo controle são, no mínimo, duas vezes mais altas do que as do grupo experimental. Vejam-se, por exemplo, os resultados para a vogal /a/ precedida de /j/:

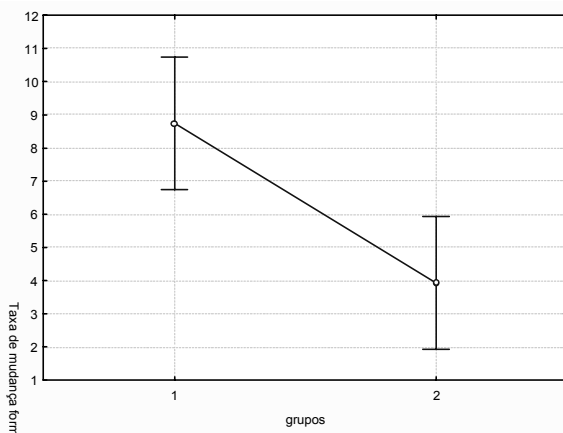


Figura 7. Taxa de mudança formântica da vogal /a/ precedida por /j/, para os dois grupos de crianças, cf. Berti (2006, p. 142).

Talvez, então, a dificuldade de percebermos as distinções realizadas pelas crianças desse grupo se deva ao vagar das suas mudanças espectrais, o qual, por sua vez, resulta de um vagar dos seus articuladores.

Os resultados de Berti levantam, mais uma vez, a suspeita sustentada no trabalho pioneiro de Norberto Rodrigues (1989) e, mais tarde, reforçada pelo levantamento compreensivo de McCabe et al. (1998): as crianças diagnosticadas como portadoras de “distúrbios articulatórios”, “desvios fonológicos”, etc. podem ter dificuldades práxicas orofaciais de ordem geral que perturbem o processo de construção do sistema fonológico. Essa perturbação

pode fixar-se em algum momento da sua história devido a pressões das mais variadas ordens que se agregam à dificuldade inicial. Como demonstrado nas dissertações de Freitas (2007) e Rodrigues (2007), o tratamento fonoaudiológico eficaz consiste, nesses casos, em detectar a singularidade da criança quanto à dificuldade em questão e ajudá-la a apoiar a superação dos seus “erros” nos seus acertos encobertos. Como se verá abaixo, a suposição de que as representações fônicas são dinâmicas e distribuídas oferece a essa prática clínica um fundamento teórico sólido e coerente.

#### **4 Conclusões**

Recapitulemos as evidências contidas neste artigo para representações fônicas distribuídas.

A seção 3.1,1 mostra que o contexto V'\_V pode se encarregar de distribuir por todo o léxico as pistas para as opacas “grandes classes fônicas”, na medida em que as freqüências de ocorrência dos pares refletem princípios tais como o do menor esforço, que favorece a produção, ou o do contorno obrigatório, que favorece a percepção da fala. Coerentemente, a seção 3.1.2 mostra que as crianças adquirem tais classes não com base nos exemplos acumulados no léxico, mas com base num conhecimento, em construção, da dinâmica da produção e da percepção de fala que subjaz aos próprios vieses lexicais.

Na seção 3.2, a acumulação de imagens sensoriais na memória a longo termo é ainda mais claramente descartada em favor de uma representação rica porque capaz de relacionar múltiplos exemplares através de um só elo sensorio-motor. Aí acompanhamos os acertos de uma criança de menos de 2 anos em “errar” em favor da fluência e em perseguir um alvo próximo do padrão adulto em situações em que “falar como gente grande” pode ser desejável.

Finalmente, encontramos, na seção 3.3, crianças diagnosticadas como portadoras de “distúrbios articulatorios” ou “desvios fonológicos” presas nas malhas do estigma que ronda, na sua idade, as pronúncias consideradas infantis, enquanto operam, sem sucesso, distinções espectrais bastante próximas às dos seus pares etários do grupo-controle. As pistas – de caráter distribuído – para os contrastes fônicos considerados desviantes não estão ausentes na sua fala, mas apenas mal sincronizadas ao longo do tempo. Um trabalho terapêutico que permita a essas crianças (1) atentar para as diferenças entre as próprias produções e as alheias; e (2) melhor usar a memória de trabalho para ancorar os contrastes pretendidos – tal como o realizado por Maria Cláudia Camargo Freitas e Luciana

Lessa Rodrigues no LAFAPE<sup>18</sup> durante os seus mestrados – tem sucesso em ajudá-las a resgatar a eficiência na sensório-motricidade oral assim como a proficiência no sistema fônico da língua.

Os modelos fônicos dinâmicos são teorias extremamente abstratas e em contínua construção. Ainda que rejeitados pelo *main stream* da área – e emulados, na sua capacidade de lidar com representações múltiplas, por modelos estocásticos também emergentistas, porém simplistas – seguem seu destino científico de desvendar fatos que só uma ótica atenta à temporalidade da fala pode enxergar. Uma das suas vantagens foi aqui demonstrada mais uma vez: revelar regularidades sutis, encobertas, ou insuspeitas, do conhecimento fônico, entendido não só como um “saber o quê”, mas também como um “saber como”. Uma outra vantagem aqui apenas começou a assomar: respaldar práticas clínicas mais eficazes e melhor fundamentadas para aqueles profissionais que tentam auxiliar os portadores de queixas de dificuldades de fala.

## Referências

- ALBANO, E. C. Phonotactic clues to rhotic structure in Brazilian Portuguese. Comunicação ao INTERNATIONAL CONGRESS FOR THE STUDY OF CHILD LANGUAGE, X., 25-29 de julho 2005, Freie Universität, Berlim. 2005a.
- \_\_\_\_\_. Sobre o abrimento 3 de Mattoso Câmara: pistas fonotáticas para a classe das líquidas. *Estudos da Língua(gem)*, n. 2, p. 45-66, 2005b.
- \_\_\_\_\_. Apresentação da mesa redonda “Perspectivas recentes em aquisição da fonologia”. *Letras de Hoje*, v. 39, n. 3, p. 75-77, 2004.
- ALBANO, E. C.; BASSO, R. M.; FRANÇOZO, E.; COELHO, O. Aquisição de relações fônicas descontínuas: três estudos distribucionais e duas simulações conexionistas. *Letras de Hoje*, v. 39, n. 3, p. 111-122, 2004.
- BERTI, L. C. *Aquisição incompleta do contraste entre /s/ e /ʃ/ em crianças falantes do português brasileiro*. 2006. Tese (Doutorado) – LAFAPE, IEL, UNICAMP. [iné dita]
- BONILHA, G. F. G. *Aquisição fonológica do português: uma abordagem conexionista da Teoria da Otimidade*. 2005. Tese (Doutorado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. [iné dita]
- BROWMAN, C. P.; GOLDSTEIN, L. Articulatory Phonology: an overview. *Phonetica*, v. 49, n. 3-4, p. 155-180, 1992.
- BYBEE, J. *Phonology and language use*. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.
- CÂMARA Jr., J. M. *Princípios de lingüística geral*. Rio de Janeiro: Acadêmica, 1969.
- CRISTÓFARO-SILVA, T. A. Aquisição de padrões sonoros variáveis. *Letras de Hoje*, v. 39, n. 3, p. 101-110, 2004.
- ELMAN, J. L. Language as a dynamical system. In: PORT, R. F.; VAN GELDER T. (Org.). *Mind as motion*. Cambridge, MA: The MIT Press, 1995. p. 195-225.

---

<sup>18</sup> Laboratório de Fonética e Psicolingüística do IEL-UNICAMP, dirigido pela autora há 16 anos.

- ESPY-WILSON, C. Articulatory strategies, speech acoustics and variability. Comunicação ao evento FROM SOUND TO SENSE. MIT, junho de 2004.
- FRÁGUAS, C. C. *Relatório científico final*. Bolsa de Treinamento Técnico vinculada ao Projeto temático “Integrando parâmetros contínuos e discretos em modelos do conhecimento fônico e lexical”, FAPESP, abril de 2005.
- FRANCIS, N. W.; KUCERA, H. *Frequency analysis of english usage: lexicon and grammar*. Boston: Houghton-Mifflin, 1982.
- FREITAS, M. C. C. *Aquisição de contrastes entre obstruintes coronais em crianças com padrões fônicos não esperados para sua faixa etária*. 2007. Dissertação (Mestrado) – LAFAPE, IEL, UNICAMP. [iné dita]
- GONÇALVES, M. J. A construção da fala pela criança: primeiros resultados. *Cadernos de Estudos Lingüísticos*, n. 14, p. 119-129, 1988.
- LINGUATECA, n. d. <<http://www.linguateca.pt/>>.
- MACKEN, M.; BARTOON, D. The acquisition of the voicing contrast in English: a study of voice onset time in word initial stop consonants. *Journal of Child Language*, n. 7, p. 41-74, 1980.
- MCCABE, P.; ROSENTHAL, J. B.; MCLEOD, S. Features of developmental dyspraxia in the general speech-impaired population? *Clinical Linguistics and Phonetics*, v. 12, n. 2, p. 105-126, 1998.
- OLIVEIRA, L. C. F. *Léxico, alofonia e percepção de fala na Fonologia Articulatória*. 2003. Dissertação (Mestrado) – LAFAPE, IEL, UNICAMP. [iné dita].
- PANHOCA-LEVY, I. *Uma outra face da nau dos insensatos: a dificuldade de voze ar obstruintes em crianças de idade escolar*. 1993. Tese (Doutorado) – LAFAPE, IEL, UNICAMP. [iné dita]
- PARLATO-OLIVEIRA, E. *Une étude inter-langue d’un phénomène d’illusion dans la communication verbale: le cas de l’épenthèse vocalique*. 2005. Tese (Doutorado) – École de Hautes Études en Sciences Sociales, Paris. [iné dita]
- PIERREHUMBERT, J. Probabilistic phonology: discrimination and robustness. In: *Probabilistic linguistics*. BOD, R.; HAY, J.; JANNEDY, S. (Org.). Cambridge, MA: MIT Press, 2003. p. 177-228.
- RODRIGUES, L. L. *Aquisição dos róticos em crianças com queixa fonoaudiológica*. 2007. Dissertação (Mestrado) – LAFAPE, IEL, UNICAMP. [iné dita]
- RODRIGUES, N. *Neurolingüística dos distúrbios da fala*. São Paulo: Cortez/EDUC, 1989.
- SCLIAR-CABRAL, L. *A explanação lingüística em gramáticas emergentes*. 1977. Tese (Doutorado) – Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo. [iné dita]
- SCOBIE, J.; GIBBON, F.; HARDCASTLE, W.; FLETCHER, P. Covert contrast as a stage in the acquisition of phonetics and phonology. In: BROE, M.; PIERREHUMBERT, J. (Org.). *Papers in Laboratory Phonology V: acquisition and the lexicon*. Cambridge: Cambridge University Press, 2000. p. 194-207.
- SPROAT, R.; FUJIMURA, O. Allophonic variation of English /l/ and its implication for phonetic implementation. *Journal of Phonetics*, n. 21, p. 291-311, 1993.
- TRAUNMÜLLER, H. Size and physiological effort in the production of signed and spoken utterances. *Lund University Working Papers, Department of Linguistics*, v. 49, p. 164-167, 2001.
- ZIPF, G. K. *Human behavior and the Principle of Least Effort*. Nova Iorque: Hafner, 1949.