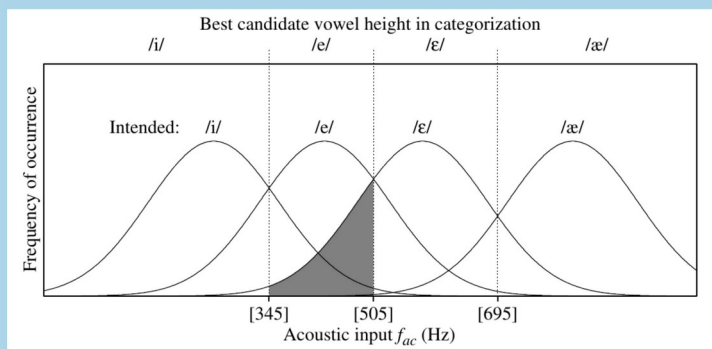


Perguntas iniciais...

→ Como são constituídas as categorias fonológicas contínuas?



cf. BOERSMA, 1998

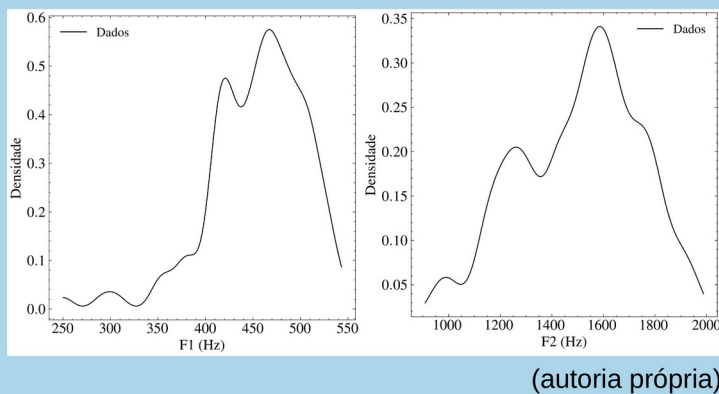
Eu acho que dá pra dizer que minha pesquisa começa, *em termos de curiosidade acadêmica*, com a questão dos **fenômenos acústicos na Fonologia**. Mais especificamente, como esses fenômenos acústicos altamente variáveis do mundo real constituem categorias de sons estáveis em nossa mente.

Por exemplo, em termos de formantes, a maneira como nós produzimos vogais de maneira ligeiramente diferente entre enunciações, mas somos completamente capazes de identificar essas vogais em toda a sua variação. Vide slide.

[Próx. slide]

Perguntas iniciais...

→ Como a Fonologia pode lidar com fenômenos fonéticos?



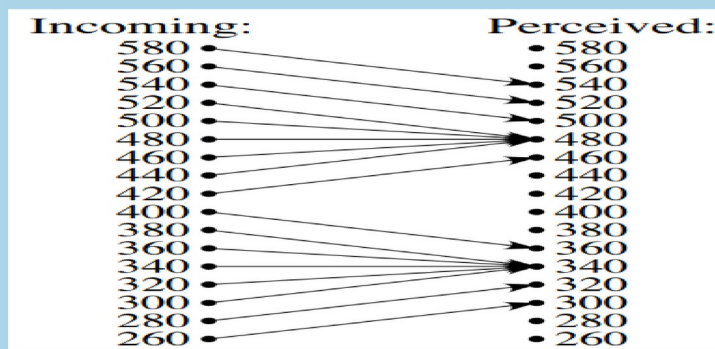
Bom, tradicionalmente, nós atribuímos o estudo de fenômenos acústicos (de natureza variável e contínua) para a Fonética. A Fonologia, *por outro lado*, se preocuparia com fenômenos discretos e cognitivos. Mas isso não **necessariamente** precisa ser assim. Nós podemos nos perguntar o que a Fonética pode oferecer para uma teoria Fonológica, e o que a Fonologia pode oferecer para compreensão dos fenômenos acústicos.

Daí, a pergunta: “como a Fonologia pode lidar com fenômenos fonéticos?”

[Próx. slide]

Perguntas iniciais...

→ Mais especificamente, como a Otimalidade é capaz de lidar com fenômenos fonéticos?



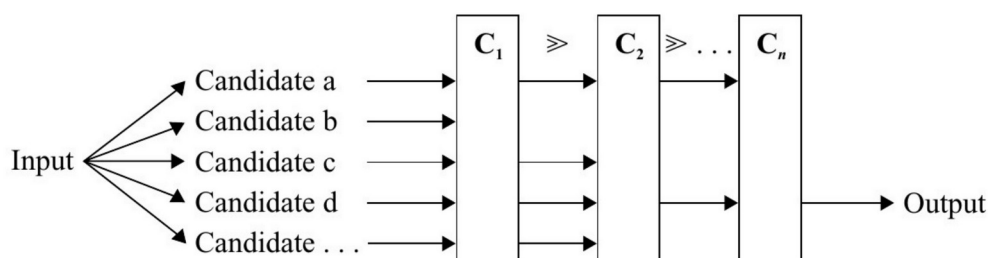
cf. BOERSMA; ESCUDERO; HAYES, 2003

E, *agora que estamos aqui*, que estabelecemos nossa curiosidade acadêmica, devemos começar a pensar sob qual perspectiva teórica esse empreendimento deve ser realizado. E a Teoria da Otimalidade, Gramática Harmônica e a Máxima Entropia foram abordagens fonológicas bem contemporâneas que eu selecionei para trabalhar com. Isso em virtude de que são atualmente amplamente utilizadas no mundo inteiro, fazendo parte do quadro teórico chamado de **gramáticas de restrições**. Então, como que a Otimalidade é capaz de lidar com fenômenos fonéticos?

[Próx. slide]

Fundamentação Teórica

O algoritmo da Teoria da Otimalidade:



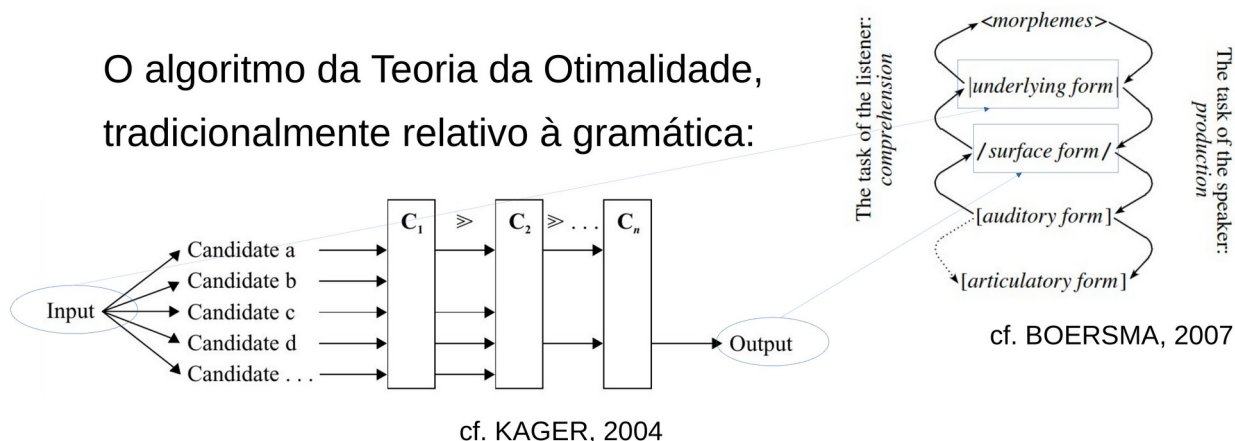
cf. KAGER, 2004

De maneira muito breve, podemos pensar gramáticas de restrições (ou, a Otimalidade) como um algoritmo mental da gramática do seu cérebro. Entre *aquilo que seu cérebro organiza e aquilo que você eventualmente produz* (a forma subjacente e a forma superficial, nos termos gerativistas), o seu cérebro desencadeia e opera uma série de processos morfofonológicos. A Otimalidade tenta descrever esses processos, por meio de um input (a forma subjacente), uma série de candidatos a produções que competem para serem “selecionados” mentalmente e, por fim, um output (a forma superficial, que é o candidato considerado ótimo).

[Próx. slide]

Fundamentação Teórica

O algoritmo da Teoria da Otimalidade, tradicionalmente relativo à gramática:



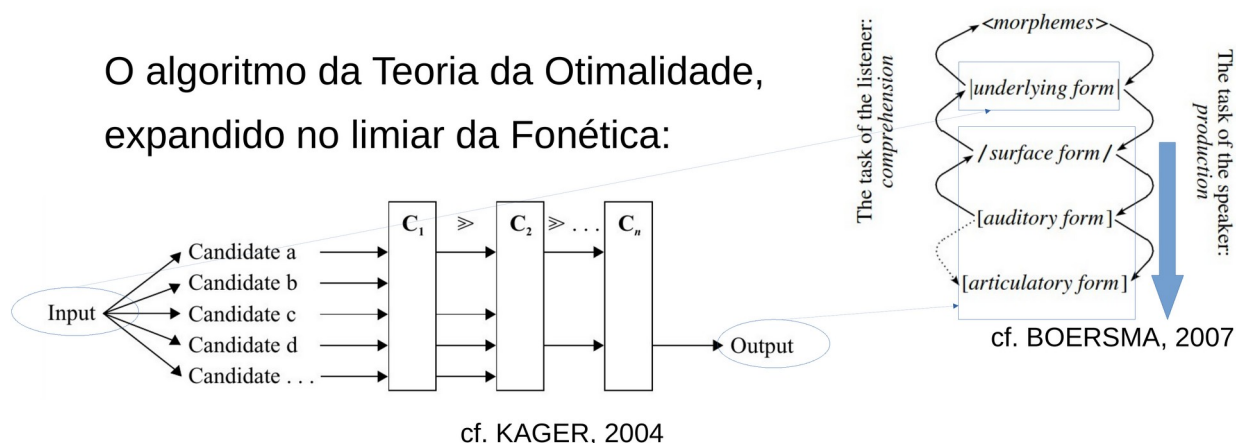
Assim, a Otimalidade trabalha nas dinâmicas de forma subjacente *versus* forma superficial. Mas, para esse projeto que estamos discutindo, se pretendemos que a Fonologia otimalista dialogue com a Fonética sobre fenômenos acústicos, precisamos expandir – em termos de gramática – o alcance desse algoritmo.

Olhando ali os níveis de gramática fonológica no slide, precisamos não só englobar formas subjacente e superficial, como também...

[Próx. slide]

A proposta

O algoritmo da Teoria da Otimalidade,
expandido no limiar da Fonética:



... como também as formas auditivas (ou auditórias) e as formas articulatórias. Isto é, repensar esse algoritmo para que seja capaz de *operacionalizar pelo menos* mais dois níveis (ou strata) gramaticais.

[Próx. slide]

A motivação

- Expandir o alcance metodológico da Otimalidade e da Fonologia.
- Estudar a constituição das categorias fonológicas contínuas (e.g., vogais) dentro do âmbito da própria Fonologia.
- Observar o comportamento de fenômenos acústicos sob a lente da Fonologia.



Assim, com tudo isso dito até aqui, podemos resumir agora nossos objetivos e motivações. **Primeiro**, expandir o alcance metodológico da Otimalidade e da Fonologia; **segundo**, estudar a constituição das categorias fonológicas contínuas; **terceiro**, tentar observar o comportamento dos fenômenos acústicos sob a lente da Fonologia.

Minha pesquisa, então, é a criação de uma *metodologia* específica para essa questão, *o estudo dos fenômenos acústicos na perspectiva da Otimalidade*, com essas motivações citadas.

[Próx. slide]

Metodologia, parte 1:
→ Do discreto ao contínuo...

Apenas um exemplo:

$$\mathcal{H}(x) = \sum_{i=1}^n p_i R_i(x) \longrightarrow \mathcal{H}(x) = \sum_{i=1}^n p_i \cdot e^{R_i(x) - \hat{f}(x)}$$

cf. GOLDWATER; JOHNSON, 2003



Para fazer isso, minha proposta de pesquisa é *traduzir* – da maneira mais fidedigna possível – o aparato matemático da Otimalidade do campo *do discreto para o contínuo*.

Não é possível *aqui e agora* discutir todas essas conversões. Mas segue um exemplo bem representativo no slide.

[Próx. slide]

Metodologia, parte 1: → Do discreto ao contínuo...

Apenas um exemplo:

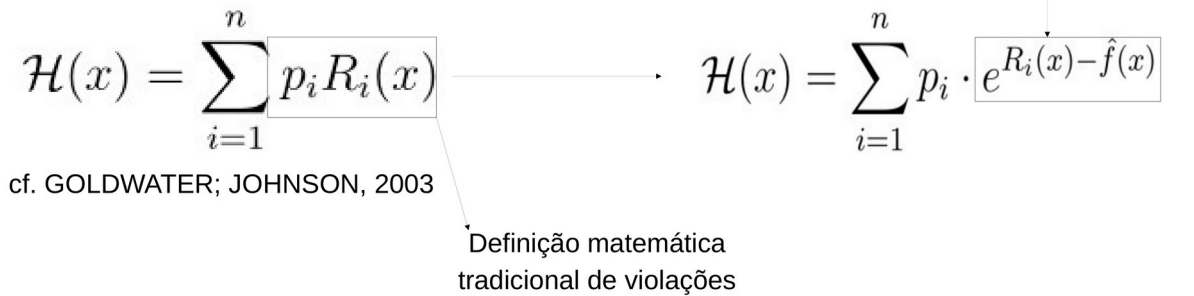
Uma nova definição matemática de violações:

$$v_i = \int_a^b e^{R_i(x) - \hat{f}(x)} dx$$

Definição matemática tradicional de violações

$$\mathcal{H}(x) = \sum_{i=1}^n p_i R_i(x) \quad \cdot \quad \mathcal{H}(x) = \sum_{i=1}^n p_i \cdot e^{R_i(x) - \hat{f}(x)}$$

cf. GOLDWATER; JOHNSON, 2003



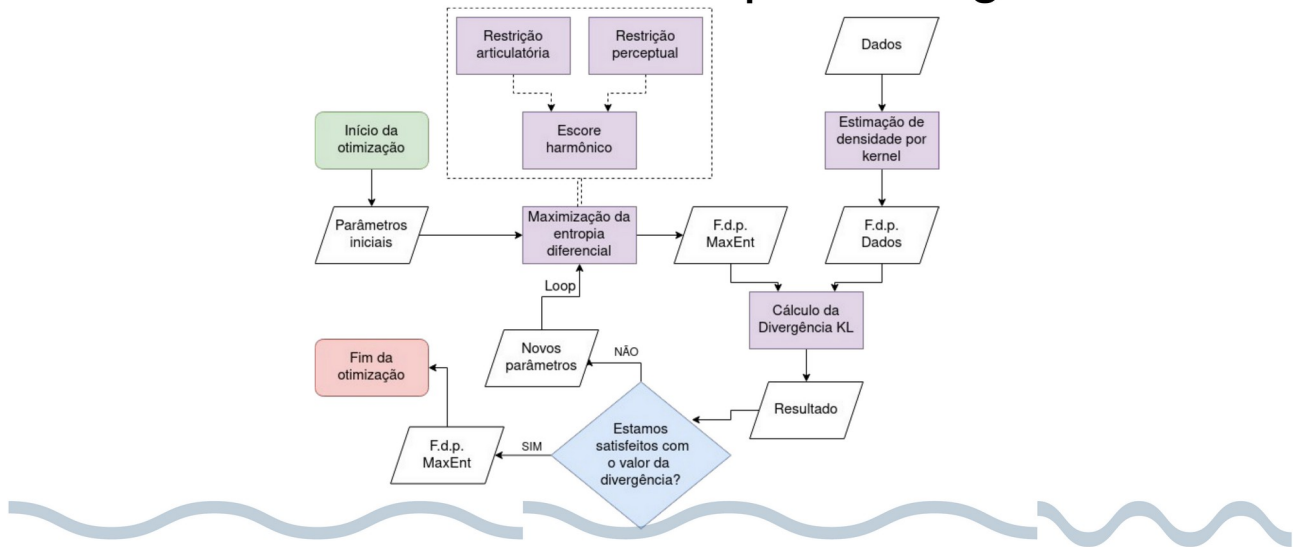
A ideia central por trás dessa adaptação matemática, e inovação no âmbito da Otimalidade, é que categorias fonológicas podem ser pensadas agora como *funções de densidade de probabilidade* a serem integradas. A gramática, dessa forma, pensaria categorias fonológicas (como vogais) como **distribuições estatísticas**.

No slide, eu proponho uma nova definição para o conceito de *harmonia* na Otimalidade, que definiria qual candidato vem a ser a forma superficial. As provas matemáticas são um pouco extensas, então não vamos discutir isso hoje.

[Próx. slide]

Metodologia, parte 2:

→ Uma nova forma de aprendizagem...



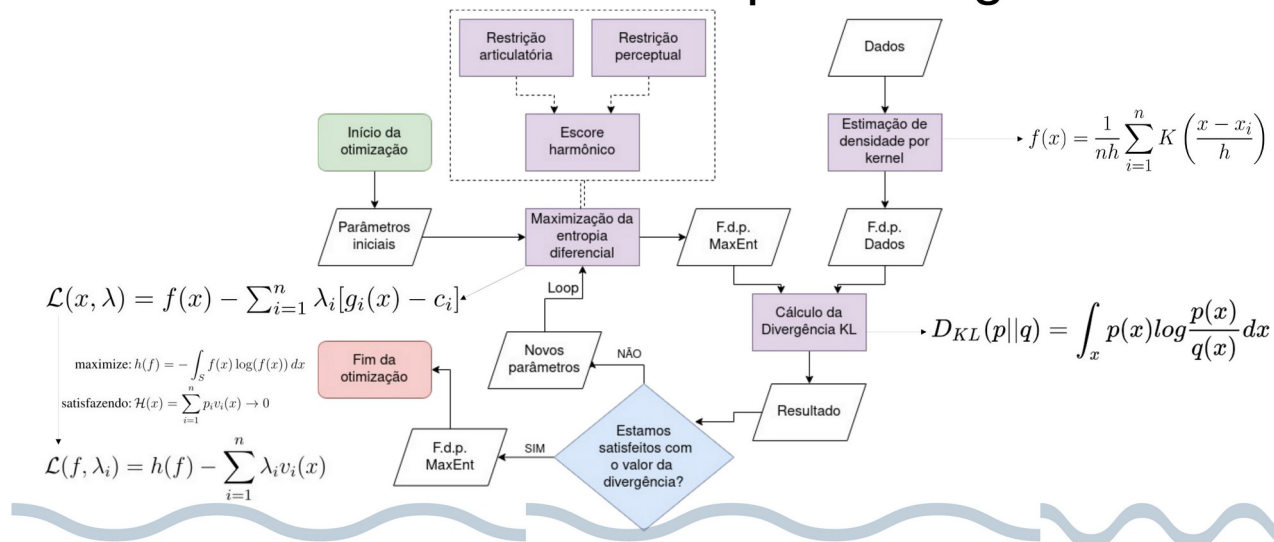
Além disso, como uma teoria de gramática, foi preciso dedicar um atenção também à aprendizagem. Ou seja, a como nossa mente organiza as categorias fonológicas conforme somos expostos a estímulos.

Pra isso, inspirado nas Gramáticas de Máxima Entropia, chamadas de MaxEnt, eu elaborei o que seria a minha versão, em ambiente contínuo para fenômenos acústicos, de aprendizagem fonológica por calibragem de *importância* (ou, de peso) de *restrições* (algo como regrinhas) fonológicas.

[Próx. slide]

Metodologia, parte 2:

→ Uma nova forma de aprendizagem...

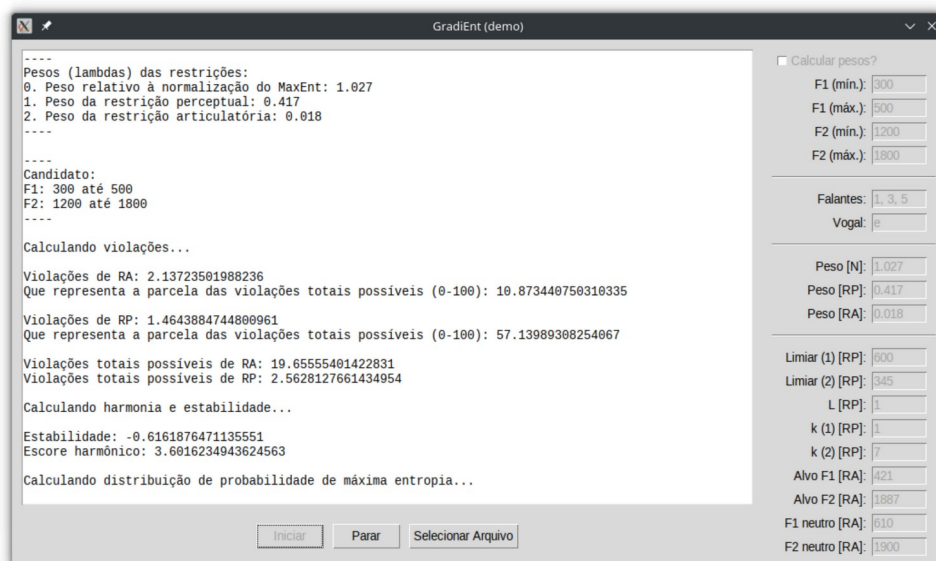


Em termos do que compreendemos como “aprendizagem” fonológica, eu trabalhei com a maximização da entropia diferencial, com a divergência de Kullback-Leibler entre entropia de diferentes categorias fonológicas (estímulo *versus* aprendido) e com o método de Broyden-Fletcher-Goldfarb-Shanno de otimização.

Infelizmente, hoje não vamos ter tempo de ver os mecanismos exatos de como esses conceitos trabalham conjuntamente – mas vale a pena citá-los pois são eles que fundamentam teoricamente a pesquisa...

[Próx. slide]

GradiEnt, o software:



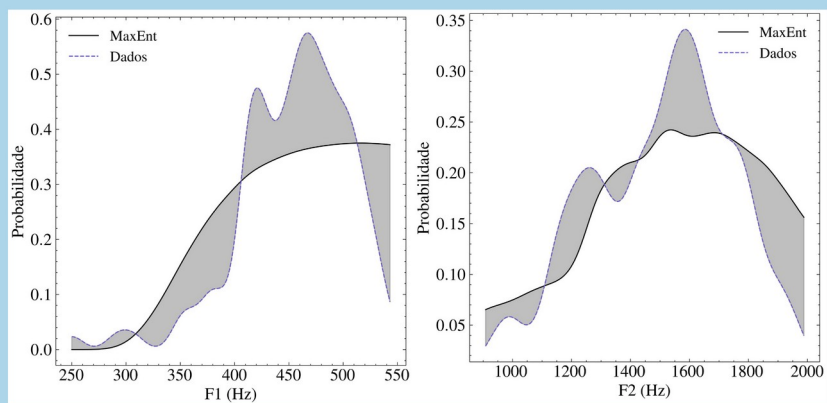
E, claro, eu compreendo que muitos linguistas não tem essa base matemática. Então, eu elaborei um pedacinho de *software* que vai ser publicado junto com a minha pesquisa.

Esse *software* realiza todos esses cálculos matemáticos e a única preocupação do usuário é colocar os dados acústicos coletados no programa, apertar um botão e interpretar o resultado nos termos da Otimalidade ou Gramática Harmônica.

E, por fim, onde chegamos com tudo isso?

[Próx. slide]

Resultados de um aprendiz fonológico “exposto” à vogal [e] pretônica de 5 falantes maranhenses:



(autoria própria)

Eu gosto bastante dessa imagem. Ela é o resultado de toda essa pesquisa até aqui. Todo esse algoritmo emula a gramática fonológica. E na imagem no slide nós temos o exemplo de alimentar (ou “expor”) ao algoritmo, *ele na condição de um aprendiz fonológico*, alguns dados reais coletados de uma categoria fonológica específica. Veja como, mediado apenas por restrições (*informalmente, regrinhas fonológicas, apesar desse termo não ser muito bom*) ele consegue recriar uma versão aproximada dos dados reais dessa categoria fonológica, desse som, dessa produção.

[Falar mais se tiver tempo]

[Próx. slide]

Conclusões parciais

→ É possível utilizar o quadro teórico da Otimalidade no limiar Fonética-Fonologia.

→ É preciso de mais dados para melhor modelar o aprendiz fonológico.

→ Pesquisas futuras deverão focar no refinamento e generalização dos conceitos utilizados para formular a metodologia GradiEnt.

Em síntese, essa demonstração teórica e matemática permitiu três conclusões principais. **Primeiro**, é possível sim utilizar a Otimalidade para analisar fenômenos acústicos; **segundo**, esse é um trabalho que requer muitos dados para testagem; **terceiro**, ainda há um grande trabalho de refinamento para deixar tudo isso mais redondinho, elegante e pronto para aplicação.

[Fim]

[Próx. slide]

Referências bibliográficas

BOERSMA, P. Functional Phonology: Formalizing the Interactions between Articulatory and Perceptual Drives. The Hague: Holland Academic Graphics, 1998.

BOERSMA, P. Cue constraints and their interactions in phonological perception and production. In: Meeting on Cochlear Implants and First Language Acquisition, 2007, Beekbergen. Conferência.

BOERSMA, P.; ESCUDERO, P.; HAYES, R. Learning Abstract Phonological from Auditory Phonetic Categories: An Integrated Model for the Acquisition of Language-Specific Sound Categories. In: Proceedings of the 15th International Congress of Phonetic Sciences, Barcelona, 2003.

GOLDWATER, S.; JOHNSON, M. Learning OT Constraint Rankings Using a Maximum Entropy Model. In: Proceedings of the Workshop on Variation within Optimality Theory, Brown University, p. 112-120, 2003.

KAGER, R. Optimality Theory. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2004.

[Próx. slide]