

## **REVEL NA ESCOLA: FONOLOGIA EM TEORIA DA OTIMIDADE**

**Carmen Lúcia Barreto Matzenauer<sup>1</sup>**

**Roberta Quintanilha Azevedo<sup>2</sup>**

carmen.matzenauer@gmail.com

robertaquintanilhaa@gmail.com

### **1. INTRODUÇÃO: A TEORIA DA OTIMIDADE *STANDARD***

Os sons são o primeiro aspecto a chamar a atenção quando se ouve uma língua estrangeira ou quando se observam as manifestações linguísticas de uma criança pequena. E essa atenção recai não sobre os mecanismos físicos da produção dos sons, mas sobre as combinações entre eles, as quais são capazes de formar sílabas, morfemas, palavras, tornando-se veículo de significado. Essa organização dos sons é, em grande parte, específica de cada língua e é o que constitui a sua gramática, a sua fonologia.

Na tentativa de desvendar o complexo funcionamento da fonologia das línguas naturais, as reflexões dos linguistas têm sido expressas na proposição de diferentes modelos teóricos, dotados de pressupostos e de mecanismos que buscam a descrição, a explicação e a formalização dos numerosos fenômenos que compõem a gramática de cada sistema linguístico.

Nas últimas décadas, a evolução dos estudos sobre as fonologias das línguas pode ser considerada vertiginosa. O século XX foi profícuo nesse campo, passando

---

<sup>1</sup> Doutora em Letras pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS. Professora Titular da Universidade Católica de Pelotas – UCPEL e pesquisadora do CNPq.

<sup>2</sup> Doutora em Letras pela Universidade Católica de Pelotas – UCPEL. Economista do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – IFSul.

pelas posições estruturalista, funcionalista e gerativista, vigorando esta especialmente a partir de Chomsky e Halle (1968), com *The Sound Pattern of English* (SPE). Nos anos 1990, houve uma reviravolta no pensamento sobre a fonologia das línguas com a proposição da Teoria da Otimidade (doravante TO). Entende-se que houve uma reviravolta ao verificar-se que as teorias propostas podem ser divididas em dois grandes blocos, dependendo da forma de mapear a representação fonológica (ou *input*) na representação fonética (ou *output*): (a) com base em *regras* (que têm de ser aplicadas quando encontram seu contexto) e (b) com base em *restrições* (que na TO podem ser violadas). Neste último bloco, a TO, em sua versão *standard*, teve os trabalhos inaugurais em Alan Prince e Paul Smolensky (1993/2004) e em McCarthy e Prince (1993a, b). A TO é uma teoria de gramática que encontrou na fonologia o seu maior desenvolvimento.

São parte dos pressupostos da TO, que a caracterizam e a diferenciam das teorias que a precederam, não apenas o entendimento de que restrições, universais e violáveis, mapeiam *inputs* em *outputs*, como também as noções de que esse processamento ocorre em paralelo e não de forma serial. Nesse modelo o foco da análise é o *output*, agora escolhido por comparação entre ‘candidatos’ e não mais como consequência de derivação, como nos modelos com base em regras. Como uma teoria gerativa, a TO integra o conceito de Gramática Universal, mas a concebe constituída por três componentes: por CON (*Constraints* - conjunto de restrições, as quais representam as propriedades universais da linguagem; esse conjunto é hierarquizado diferentemente em cada língua) e por dois mecanismos formais: GEN (*Generator* - cria uma série de potenciais candidatos a *output*) e EVAL (*Evaluator* - usa a hierarquia de restrições para avaliar o candidato ótimo (o melhor *output*) dentre os candidatos produzidos por GEN). No LEXICON estão as especificações que dão origem aos *inputs*, ou seja, as formas subjacentes de morfemas e propriedades contrastivas de uma língua, as quais serão submetidas a GEN.

No Quadro 1 estão resumidas algumas características que diferenciam os modelos derivacionais, que têm base em regras, da Teoria da Otimidade.

<b>Modelos Derivacionais</b>	<b>Teoria da Otimidade</b>
Base em regras	Base em restrições
Regra → específica de língua	Restrição → universal
Regra → generalização “aplique”	Restrição → generalização “não aplique”
Regra → não violável	Restrição → violável
Foco: <i>input</i> <sup>3</sup>	Foco: <i>output</i>
Processamento serial	Processamento paralelo
<i>Output</i> → consequência de derivação	<i>Output</i> → escolhido por comparação

**Quadro 1:** Paralelo entre Modelos Derivacionais e a Teoria da Otimidade

A TO é uma teoria de interação entre princípios gramaticais, voltada para o *output*. Sua essência reside na ideia de que toda gramática é um sistema de forças em conflito: as ‘forças’ são aqui representadas por ‘restrições’. À luz da TO, a gramática de uma língua é uma hierarquia particular, ou um *ranking*, de restrições. Se comparada aos modelos derivacionais com base em regras, a TO implica, portanto, uma diferença radical na visão dos fenômenos gramaticais e no tratamento dos dados analisados.

As restrições, na TO, são requisitos estruturais que podem ser satisfeitos ou violados por uma forma de *output*. Dois tipos de restrições são básicos na TO<sup>4</sup>: *Restrições de Fidelidade* (olham para o *output* em relação ao *input* e exigem que a forma de *output* preserve as propriedades da forma de *input*) e *Restrições de Marcação* (olham apenas para o *output* e exigem que a forma de *output* atenda a determinado critério de boa formação). São exemplos de *Restrições de Fidelidade*: Todo segmento do *output* tem um correspondente no *input* (DEP-IO (Dependency)); Todo segmento do *input* tem um correspondente no *output* (MAX-IO (Maximality)); Segmentos correspondentes no *input* e no *output* têm valores idênticos para o traço [F] (IDENT(F) (Identity). São exemplos de *Restrições de Marcação*: Sílabas não devem ter *onset* complexo (NOCOMPLEX<sub>ONSET</sub>); Sílabas não devem ter coda (NOCODA); Obstruintes não devem ser vozeadas (\*VOICED-OBSTRUENT).

As restrições são universais; a sua hierarquização é específica de cada língua, assim como o conteúdo do léxico e o produto de GEN. A partir do *input*, GEN cria

<sup>3</sup> Diz-se que os modelos derivacionais têm o foco no *input* porque uma regra descreve uma configuração de *input* e determina sua mudança estrutural, ficando cega ao *output* final da derivação.

<sup>4</sup> É postulado um terceiro tipo de restrição - Restrições de *Alinhamento Generalizado* (Align) (McCARTHY; PRINCE, 1993); são restrições que referem bordas de constituintes prosódicos entre si (sílabas, pé, palavra prosódica etc.) ou bordas de constituintes prosódicos com bordas de constituintes gramaticais (afixos, raízes etc.).

candidatos a *output*, que são avaliados, à luz da hierarquia de restrições, por EVAL. Cada candidato pode respeitar ou violar uma restrição; é escolhido como *output ótimo* o candidato mais harmônico, ou seja, aquele que viola apenas restrições ranqueadas mais abaixo na hierarquia que caracteriza a gramática daquela língua.<sup>5</sup> A hierarquia implica dominância estrita entre as restrições. Sob tal aspecto, candidatos que apresentam violações em restrições altamente ranqueadas são eliminados da disputa a *output* ótimo, independentemente de terem ou não apresentado violações em restrições mais baixas no *ranking*. A formalização dos fatos da língua é feita por meio de um *Tableau Exemplificativo*, conforme o *Tableau Exemplificativo* apresentado em (1), no qual, comparando-se os três candidatos a *output*, o *output 1* se mostra mais harmônico.

(1)

Restrição 1 >> Restrição 2 >> Restrição 3

*Tableau Exemplificativo*

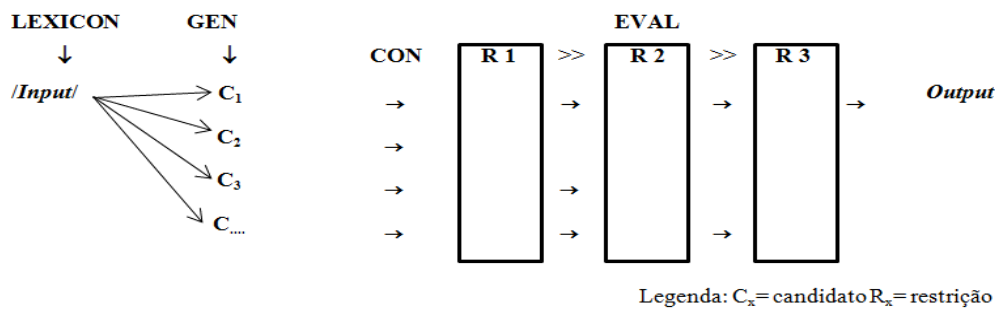
/input/	Restrição 1	Restrição 2	Restrição 3
☞ <i>output 1</i>		*	**
<i>output 2</i>	*!		
<i>output 3</i>		**!	

De acordo com o *Tableau Exemplificativo* em (1), o candidato a *output 1* é o vencedor, resultado que advém da relação Restrição 1>>Restrição 2>>Restrição 3, o que quer dizer que, na versão *Standard* da TO, há uma relação de dominância categórica entre as restrições a qual sugere não haver alteração na escolha do candidato ótimo (variação).

A arquitetura da TO pode ser visualizada em (2), adaptada de Kager (1999, p. 22) e de Schwindt (2014, p. 241).

<sup>5</sup> Estes símbolos são representativos na TO: (\*) é o sinal de violação e (\*!) é o sinal de violação fatal, que implica eliminação automática do candidato; (☞) é o sinal de *output* ótimo; (>>) é o sinal de dominância.

(2)



**Figura 1:** Arquitetura da TO

Com essa arquitetura, a TO supõe não haver restrições específicas de língua atuando sobre o *input* (Riqueza da Base), isto é, a gramática da língua deve admitir as possibilidades de *input*. Por exemplo, a gramática do português brasileiro não licencia segmentos plosivos em posição de coda de sílaba, mas precisa lidar com um *input* como /apto/. Diante de uma restrição dessa natureza, cada sistema linguístico pode resolver diferentemente o problema. Algumas línguas, como o próprio português, vão epentetizar (ex.: ‘ap[i]to’) e, outras, vão apagar a coda (ex.: ‘a[ ]to’). Assim, dado um *input*, GEN vai gerar possíveis realizações para aquele *input*. O fragmento da gramática do português (ranqueamento das Restrições) que responde por essa forma da língua vai determinar qual dos candidatos será avaliado como ótimo por EVAL, conforme formalizado no *Tableau 1*. As restrições que respondem pelo fenômeno aqui expresso são assim definidas:

(a) \*PLOSIVACODA (PRINCE; SMOLENSKY, 1993) – Oposição ao segmento plosivo em posição de coda de sílaba.

(b) MAX (PRINCE; SMOLENSKY, 1993 e McCARTHY; PRINCE, 1995) – Oposição ao apagamento. Todo segmento do *input* tem um correspondente no *output*.

(c) DEP – (PRINCE; SMOLENSKY, 1993 e McCARTHY; PRINCE, 1995) Oposição à epêntese. Todo segmento do *output* tem um correspondente no *input*.

**Tableau 1** – Formalização da palavra ‘apto’, na gramática do Português Brasileiro, na perspectiva da TO *Standard*

/apto/	MAX	*PLOSIVA <sub>CODA</sub>	DEP
<i>apto</i>		*!	
<i>ato</i>	*!		
<i>apito</i>			*

De acordo com o *Tableau 1*, a forma ‘ap[i]to’, que é menos marcada na língua, foi a vencedora, já que a Restrição de Marcação \*PLOSIVA<sub>CODA</sub> (oposição à plosiva em posição de coda) e a Restrição de Fidelidade MAX (oposição ao apagamento no *output*) ocupam posição alta no *ranking*. Isso quer dizer que a forma vencedora não foi a mais semelhante possível ao *input* (forma fiel), mas aquela que sofreu adaptações na formação estrutural do *output* (forma menos marcada).

Pela análise da TO, a forma “*apito*”, com epêntese, foi escolhida como *output*, em uma competição, ou seja, comparativamente com outras formas candidatas, a partir de uma avaliação guiada por restrições universais, que representam as propriedades das línguas, e não como decorrência da aplicação de uma regra, específica de uma língua, como ocorreria em uma perspectiva com base em regras, característica dos modelos derivacionais. A forma “*apto*”, sem epêntese, também pode ser um *output* no PB, se houver Afrouxamento da Condição de Coda (BISOL, 1999); no entanto, o *Tableau 1*, nos moldes da TO *Standard*, não capta a possibilidade de variação.

A TO conseguiu explicitar muitos fenômenos que fugiam ao alcance de modelos com base em regras, como a *conspiração*<sup>6</sup>, por exemplo. No entanto, também a TO mostrou limitações na descrição de fatos de natureza variável ou de fatos que implicam relação entre processos fonológicos, como, por exemplo, a *opacidade*<sup>7</sup>. Como consequência, houve a proposição de diferentes arquiteturas, sendo algumas modulares, com a inclusão de estratos, como a LPM/OT – Fonologia e

<sup>6</sup> Tem-se *conspiração* quando diferentes regras visam ao mesmo fim, ou seja, quando há heterogeneidade do processo e homogeneidade do alvo.

<sup>7</sup> Tem-se *opacidade* quando formas de *output* são constituídas por generalizações que não podem ser captadas na superfície, ou porque a forma falha em sofrer um processo, embora na superfície encontre a sua descrição estrutural (subaplicação), ou porque a forma apresenta um processo, embora na superfície não encontre a sua descrição estrutural (superaplicação). Diversos autores, especialmente McCarthy, têm apresentado diferentes propostas com vistas ao tratamento da opacidade na TO; dentre elas, estão: Correspondência Output-Output (MCCARTHY, 1995; BENUA, 1995); Simpatia (MCCARTHY, 1998); Serialismo Harmônico (MCCARTHY, 1999); Conjunção Local de Restrições (SMOLENSKY, 1995).

Morfologia Lexicais/Teoria da Otimidade (KIPARSKY, 2000) ou a TO-Serial (ITÔ & MESTER, 2003b), por exemplo. O desenvolvimento da TO incluiu outras propostas, tais como as que serão aqui expostas por sua pertinência no tratamento de fatos linguísticos variáveis e de fatos da aquisição da linguagem, que mantiveram o formato inicial do modelo no que se refere ao paralelismo: Teoria da Otimidade Estocástica (BOERSMA & HAYES, 2001) e Modelo Bidirecional de Processamento em Língua Materna - BiPhon (BOERSMA, 2007, 2011; BOERSMA & HAMANN, 2009).

## 2. A TEORIA DA OTIMIDADE ESTOCÁSTICA

Seguindo os pressupostos que caracterizam a Teoria da Otimidade *Standard* ou Clássica, a Teoria da Otimidade Estocástica (TOEst) dela se diferencia por dois aspectos fundamentais: (a) por estar atrelada a um algoritmo de aprendizagem<sup>8</sup> e (b) por atribuir valores às restrições.

Algoritmos são um conjunto de operações que, aplicadas a um número de dados, permitem solucionar problemas. A tarefa do Algoritmo de Aprendizagem Gradual (GLA), proposto por Boersma & Hayes (2001), é guiar o aprendiz à hierarquia de restrições específica da sua língua, ou seja, localizar um valor de ranqueamento empiricamente apropriado para cada Restrição. É a capacidade de o GLA lidar com dados categóricos e/ou variáveis (dados estocásticos) que vai fazer com que a Teoria da Otimidade assuma esta propriedade na sua denominação, como forma de admitir uma diferença importante em relação à sua versão *Standard*.

Na TOEst as restrições recebem valores numéricos que devem ser responsáveis por sua hierarquização, de acordo com um estágio inicial hipotetizado pelo linguista<sup>9</sup>. Como a operacionalização do algoritmo tem fundamento na curva da distribuição normal, cada restrição receberá dois valores ou pesos numéricos: valor central (*ranking value*) e ponto de seleção (*disharmony*). O valor central representa o centro de uma faixa de valores ou a média da distribuição dos dados, que será uma escala

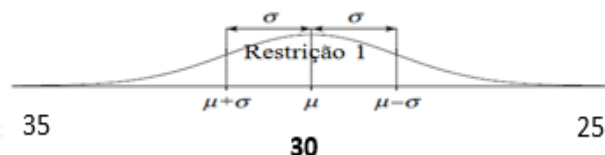
---

<sup>8</sup> O Algoritmo de Aprendizagem Gradual (GLA, do inglês *Gradual Learning Algorithm*) é disponibilizado no *software* PRAAT e pode ser acessado gratuitamente em [www.praat.org](http://www.praat.org).

<sup>9</sup> Com foco na aquisição de L1, Boersma & Hayes (2001), assumindo pressupostos teóricos emergentistas, consideram uma gramática em que, no estágio inicial, todas as restrições têm os mesmos pesos, arbitrariamente classificados em 100. Uma abordagem gerativista, tal como pode ser encontrada em Pater & Paradis (1996), Smolensky (1996), Davidson *et al* (2004) e outros, considera um estágio inicial em que as restrições de marcação dominam as restrições de fidelidade, ensejando que, na aquisição de L1, a criança vai ter produções de *outputs* menos marcadas.

composta de 10 pontos; por exemplo: se o valor central de uma restrição é 30, isto quer dizer que a faixa de valores desta restrição vai de 25 a 35, conforme mostra a representação em (3):

(3)

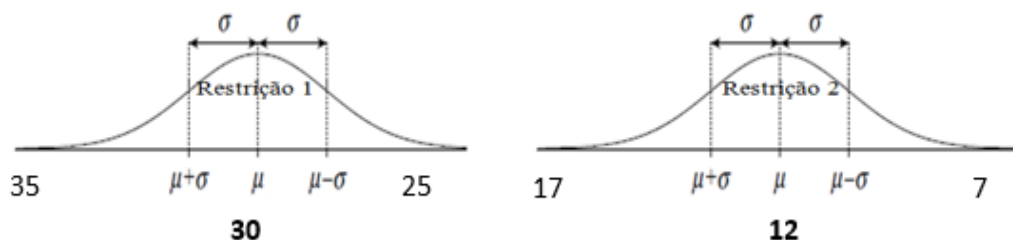


Na representação em (3), ' $\mu$ ' representa a média da distribuição dos dados ou o valor central da restrição e ' $\sigma$ ', o desvio padrão 1, que corresponde a cerca de 68% do conjunto dos dados em uma distribuição normal, ou seja, indica que o valor de ponto de seleção poderá ser qualquer valor entre 25 e 35, dependendo do momento de produção, mas com maior probabilidade de ocorrer mais próximo à média (30). É o valor de ponto de seleção da restrição que será responsável pela organização das restrições na hierarquia.

A gramática, assim, pode produzir *outputs* variáveis se o valor central de alguma restrição estiver próximo ao de outra restrição, ou seja, com diferença de valor inferior a 10 pontos, pois a proximidade das médias de duas ou mais restrições (duas ou mais distribuições normais) indica que há a possibilidade de os valores de ponto de seleção das restrições inverterem o *ranking*, alterando o candidato ótimo.

Em (4), mostram-se exemplos; em (4a), por seus valores centrais terem diferença superior a 10 pontos, a Restrição 1 e a Restrição 2 manterão a mesma hierarquia: Restrição 1 >> Restrição 2.

(4a)

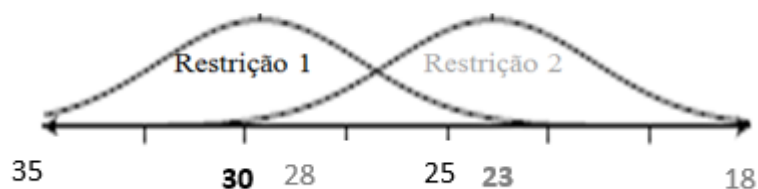


Já em (4b), porque os valores centrais das restrições mostram diferença inferior a 10 pontos, a Restrição 1 e a Restrição 2 podem ter sua posição invertida na hierarquia, pois em uma simulação do programa computacional (cada simulação



representa um momento de fala) poderá acontecer de o valor da Restrição 2 passar a ser superior ao valor da Restrição 1 – nessa inversão fica formalizada a ocorrência de uma forma variável.

(4b)



O algoritmo GLA terá a função de guiar o sistema linguístico do aprendiz por meio da demissão e da promoção de restrições, alterando a hierarquia e, conseqüentemente, a escolha de *outputs* ótimos. Conforme explica Alves (2009), o aprendiz recebe um mapeamento *input-output* de cada vez e o estado corrente da gramática é que determina o *output* ótimo.

O GLA é sensível aos erros do aprendiz, sendo, portanto, do tipo *error-driven* (BOERSMA & HAYES, 2001), alterando o valor das restrições quando o *output* da sua gramática se apresenta diferente do padrão encontrado na linguagem ambiente (erro). São os valores mostrados pelas restrições e as distâncias entre os valores centrais, portanto, que permitem ao GLA representar *outputs* variáveis ou categóricas.

A partir da arquitetura da TOEst, portanto, é possível que sejam formalizados *outputs* em variação. Enquanto na versão *Standard* da Teoria seriam necessários diferentes *Tableaux* para a formalização de *outputs* variáveis<sup>10</sup>, na versão Estocástica, basta um *Tableau* com a apresentação dos Valores ou Pesos Centrais das Restrições. Para exemplificar o tratamento do algoritmo de aprendizagem frente a gramáticas com *outputs* variáveis, é aqui retomado o exemplo dado no *Tableau 1*.

Como o sistema foi alimentado com dados que requerem *outputs* variáveis, com valores hipotéticos de 70% de epêntese ('ap[i]to') e 30% sem epêntese ('apto'), para o *input* /apto/, diferentemente do que foi apresentado no *Tableau 1*, a perspectiva da TOEst mostrará a possibilidade de diferente *ranking* entre as restrições \*PLOSIVACODA e DEP. A diferença importante da formalização com o

<sup>10</sup> Com base na visão *Standard* da TO, houve diferentes propostas para a representação de fenômenos variáveis, como as de Antilla (1997) e de Nagy e Reynolds (1997).

algoritmo, conforme já descrito, é que, a partir dos pesos centrais das restrições, é possível saber se o candidato ótimo é variável ou categórico.

O *Tableau 2*, a seguir, a partir da diferença entre os pesos centrais das Restrições, mostra que

(a) a Restrição MAX (valor central = 40.655) com relação às demais Restrições (DEP (valor central = 28.949) e \*PLOSIVA<sub>CODA</sub> (valor central = 30.396)) apresenta diferença no peso central superior a 10 unidades. Isso quer dizer que não há possibilidade de o candidato com apagamento ('a[ ]to') emergir como candidato ótimo, já que MAX assumiu uma posição alta e categórica no *ranking*; o candidato com apagamento não é uma possibilidade no PB, mas a restrição está prevista em CON.

(b) a diferença entre os pesos centrais das Restrições \*PLOSIVA<sub>CODA</sub> (valor central = 30.396) e DEP (valor central = 28.949) é inferior a 10 unidades, o que expressa a possibilidade de poder emergir ora um candidato com epêntese (\*PLOSIVA<sub>CODA</sub> >> DEP), ora um candidato fiel ao *input* (DEP >> \*PLOSIVA<sub>CODA</sub>). O *Tableau 2* evidencia ainda que o candidato com epêntese (menos marcado) é mais frequente que o candidato sem epêntese (fiel), já que \*PLOSIVA<sub>CODA</sub> tem peso central superior ao da Restrição DEP, ou seja, já que seu peso central faz com que a Restrição de Marcação permaneça acima da Restrição de Fidelidade de forma mais frequente.

**Tableau 2** – Formalização da palavra 'apto', na gramática do português brasileiro, na perspectiva da TOEst, para um *output* com epêntese

	<i>ranking value</i>	<i>disharmony</i>	<i>plasticity</i>
<b>MAX</b>	40.655	36.354	1.000000
<b>*plosiva{coda}</b>	30.396	33.520	1.000000
<b>DEP</b>	28.949	27.207	1.000000

/apto/	MAX	*plosiva{coda}	DEP
ap[i]to			*
apto		*!	
ato	*!		

Conforme já explicado, em razão da proximidade dos pesos centrais das Restrições \*PLOSIVA<sub>CODA</sub> e DEP, pode haver alteração no *ranking* dessas restrições em outro momento de produção, no qual o *output* ótimo será o candidato sem epêntese; é o que mostra o *Tableau 3*.

**Tableau 3** – Formalização da palavra ‘apto’, na gramática do português brasileiro, na perspectiva da TOEst, para um *output* sem epêntese

	<i>ranking value</i>	<i>disharmony</i>	<i>plasticity</i>
<b>MAX</b>	40.655	45.392	1.000000
<b>DEP</b>	28.949	32.649	1.000000
<b>*plosiva{coda}</b>	30.396	27.774	1.000000

/apto/	MAX	DEP	*plosiva{coda}
ap[i̯]to		*!	
☞ apto			*
ato	*!		

É possível observar, no *Tableau 3*, que o valor central das restrições (*ranking value*) permanece o mesmo; o que muda a cada simulação (momento de produção linguística) é o valor de ponto de seleção (*disharmony*), responsável pela organização das restrições no *ranking*. Nesse caso, \*PLOSIVA<sub>CODA</sub> teve de cair no *ranking*, isto é, seu valor de ponto de seleção alterou de 33.520 (*Tableau 2*) para 27.774 (*Tableau 3*), para que emergisse o candidato sem epêntese.

No Quadro 2 estão resumidas algumas características que definem a Teoria da Otimidade Clássica ou *Standard* e a Teoria da Otimidade Estocástica.

<b>TO Clássica ou <i>Standard</i></b>	<b>TO Estocástica</b>
Base em restrições	Base em restrições
Restrições hierarquicamente organizadas em dominância estrita	Restrições hierarquicamente organizadas em dominância estrita
Restrições não dotadas de valores numéricos	Restrições dotadas de valores numéricos
----	Hierarquia determinada pelos valores das restrições
Não vinculada a um algoritmo de aprendizagem	Vinculada a um algoritmo de aprendizagem - GLA

**Quadro 2:** Paralelo entre a Teoria da Otimidade Clássica ou *Standard* e a Teoria da Otimidade Estocástica

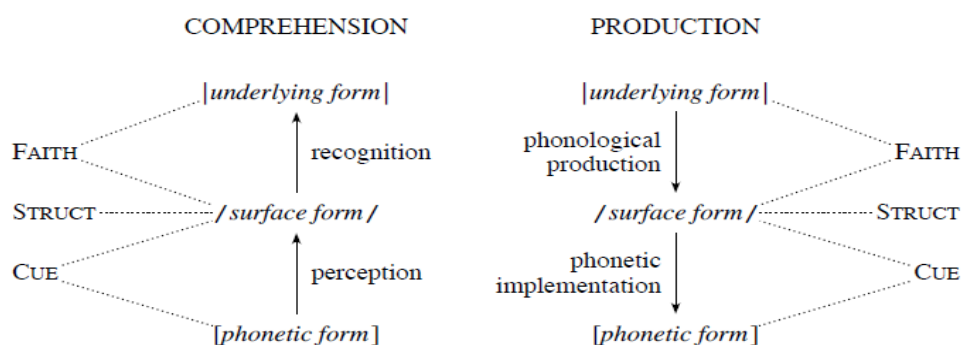
Mantendo-se uma teoria de gramática, com base em restrições violáveis, a OTEst avançou no tratamento da variação linguística e de dados da aquisição, seja da língua materna seja de uma segunda língua.

### 3. O BiPHON E A TEORIA DA OTIMIDADE ESTOCÁSTICA

Considerando a necessidade de explicar e formalizar, em um modelo teórico, o processamento linguístico que opera no ouvinte (compreensão) e o que opera no falante (produção), assim como representar na gramática a relação entre a fonética e a fonologia, foi proposto o Modelo Bidirecional de Processamento em Língua Materna – BiPhon (BOERSMA, 2007, 2011; BOERSMA & HAMANN, 2009). O BiPhon é um modelo de processamento (representado em (5) pelas flechas) e um modelo de gramática (representado em (5) pelas restrições); as restrições expressam a gramática nos moldes da Teoria da Otimidade Estocástica. É bidirecional pelo fato de integrar a compreensão e a produção linguísticas, formalizada por dois módulos: à esquerda é representada a tarefa do ouvinte (Módulo da Compreensão: movimento ascendente na figura, a partir da [forma fonética]) e, à direita, a tarefa do falante (Módulo da Produção: movimento descendente na figura, a partir da |forma subjacente|).

Em (5) está transcrita a representação que Boersma & Hamann (2009, p. 1) trazem do modelo<sup>11</sup>.

(5)



**Figura 2:** Modelo de Processamento de L1 e de Gramática (*BiPhon Model*)

Fonte: Boersma & Hamann (2009)

<sup>11</sup> Traduzem-se aqui os elementos fundamentais do BiPhon, que são os níveis de representação: [Forma Fonética] ([Phonetic Form]), /Forma Fonológica de Superfície/ (/Surface Form/), |Forma Subjacente| ([Underlying Form]), bem como os três tipos de restrições que articulam esses níveis: Restrições de Pista (Cue), Restrições de Estrutura (Structure) e Restrições de Fidelidade (Faith). Na figura, o módulo da esquerda é o da Compreensão (Comprehension) e o da direita é o da Produção (Production) linguística; o módulo da Compreensão inclui a Percepção e o Reconhecimento Fonológicos; o da Produção inclui a Produção Fonológica e a Implementação Fonética.

O BiPhon conta com três níveis de representação (dois fonológicos e um fonético: |forma subjacente|, /forma fonológica de superfície/ e [forma fonética]), mostrando a conexão entre fonética e fonologia e, conseqüentemente, a conexão entre o *continuum* da dimensão fonética e o discreto da dimensão fonológica. Tais níveis são articulados na gramática por três tipos de restrições: Restrições de Fidelidade, Restrições de Estrutura (que cumprem papel equivalente às restrições de marcação nos outros modelos da TO) e as Restrições de Pista (*Cue Constraints*). As Restrições de Pista em sua essência são puramente fonéticas. No processo de Percepção, essa família de restrições une a forma auditiva com a forma fonológica de superfície; no processo de Implementação Fonética, relacionam a /forma fonológica de superfície/ com a [forma articulatória]. Afirma Boersma (2007) que as Restrições Estruturais, ao interagirem com as Restrições de Pista, também ditam o processo de percepção, do que decorre que a percepção tem natureza fonológica.

Para exemplificar o fragmento da gramática do português que responde por essa forma da língua a partir da arquitetura do modelo bidirecional, o sistema foi alimentado com os mesmos dados utilizados na formalização na TOEst (ver *Tableaux* 2 e 3), na qual, pela interação entre as Restrições de Fidelidade e de Estrutura, são estabelecidos os candidatos ótimos.

Para fins comparativos, a formalização aqui proposta na perspectiva do BiPhon segue o exercício que foi realizado na TO *Standard* e na TO Estocástica, com a análise de uma sequência formada de segmento plosivo em posição de coda silábica, não licenciado no PB. O sistema foi alimentado novamente com os valores hipotéticos de 70% de ocorrência de candidatos com epêntese ('ap[i]to') e 30% sem epêntese ('apto'), para o *input* /apto/<sup>12</sup>.

Retomando-se que o BiPhon integra tanto a Compreensão como a Produção da língua, inicia-se a formalização pelo Módulo da Produção (ver representação (5)). No *Tableau* 4 a seguir, que trata exclusivamente da análise no nível da Produção Fonológica, tem-se como *input* a |forma subjacente| e como *output* a /forma fonológica de superfície/; vê-se que a epêntese é um fenômeno que aparece já no

---

<sup>12</sup> Começa-se, pois, pela Produção Fonológica, pois é um nível de processamento comum às versões anteriores da TO, até chegar-se ao Reconhecimento Fonológico. Tal decisão não afeta o desenvolvimento do trabalho, já que cada nível será analisado em separado, por módulos: Produção Fonológica, Implementação Fonética, Percepção e Reconhecimento; isso não quer dizer que se esteja afirmando que o nível pré-lexical não recebe nenhum tipo de *feedback* de um processamento superior, isto é, do léxico.

nível fonológico em consequência de uma situação imprópria para a estrutura da língua.

**Tableau 4** – Formalização da palavra ‘apto’, no nível da Produção Fonológica, na gramática do português brasileiro, na perspectiva do Modelo BiPhon

	<i>ranking value</i>	<i>disharmony</i>	<i>plasticity</i>
<b>MAX</b>	41.017	42.625	1.000000
<b>*plosiva{coda}</b>	30.225	30.241	1.000000
<b>DEP</b>	28.758	29.436	1.000000

apto UF	MAX	*plosiva{coda}	DEP
☞  apto UF /apito/SF			*
apto UF /apto/SF		*!	
apto UF /ato/SF	*!		

Conforme também aparece na formalização de acordo com a OTEst (*Tableaux* 2 e 3), o nível da Produção Fonológica no modelo BiPhon apresentou:

(a) a Restrição MAX (valor central = 41.017) com peso central superior a 10 unidades em relação às demais Restrições (DEP (valor central = 28.758) e \*PLOSIVA<sub>CODA</sub> (valor central = 30.225)). Isso quer dizer que não há possibilidade de o candidato com apagamento (‘a[ ]to’) emergir como *output* ótimo, já que MAX assumiu uma posição alta e categórica no *ranking*.

(b) a diferença entre os pesos centrais das Restrições \*PLOSIVA<sub>CODA</sub> (valor central = 30.225) e DEP (valor central = 28.758) inferior a 10 unidades, o que expressa a possibilidade de poder emergir ora um candidato com epêntese (\*PLOSIVA<sub>CODA</sub> >> DEP), ora um candidato fiel ao *input* (DEP >> \*PLOSIVA<sub>CODA</sub>). Ainda o *Tableau* 4 evidencia, tal qual também já demonstrado no *Tableau* 2, referente à TOEst, que o candidato com epêntese (menos marcado) é mais frequente que o candidato sem epêntese (fiel), já que \*PLOSIVA<sub>CODA</sub> tem peso central superior ao da Restrição DEP.

Na verdade, é a partir da formalização do próximo nível representacional do modelo BiPhon, ainda no módulo da Produção, que são apresentadas características da versão bidirecional da TO que a distanciam dos modelos anteriormente apresentados. O nível da Implementação Fonética (ver representação (5)) mostra a transição entre a fonologia e a fonética, ou seja, representa a transição entre a forma fonológica de superfície (/SF/) e a forma fonética ([PF]), o que significa que não mais

as Restrições de Fidelidade fazem a relação entre *input* e *output*, mas as Restrições de Pista.

As Restrições de Pista, conforme já foi dito, expressam os primitivos fonéticos e fonológicos que representarão a ligação entre o contínuo e o discreto. Elas atuam como restrições de fidelidade nos níveis da Implementação Fonética (módulo da Produção) e da Percepção (módulo da Compreensão), trabalhando em conflito com Restrições de Estrutura, na busca da boa formação de um dado candidato. Na formalização das Restrições de Pista, o asterisco que aparece no nome da restrição não exerce função de proibição, tal como acontece com as Restrições de Estrutura, mas expressa uma negação, a fim de possibilitar que as mesmas restrições possam ser lidas e utilizadas na Produção e na Percepção ao mesmo tempo.

Tendo em vista que o que se pretende é apenas um exercício teórico a título explicativo, não foram consideradas todas as restrições de pistas necessárias para um detalhamento fonético que pudesse dar conta de uma formalização que verdadeiramente representa o fenômeno da epêntese aqui em análise. Propuseram-se, neste exercício, cinco restrições de pista, minimamente suficientes à ilustração da análise, listadas e definidas em (6)<sup>13</sup>:

(6)

- 1) \*/p./[ ] – Não apagar a consoante em coda fonológica.
- 2) \*/p./[ \_burst] – Não interpretar um *burst* auditivo como um segmento plosivo em coda fonológica.
- 3) \*/i./[300hz, 39ms] – Não interpretar pistas acústicas de vogal epentética vozeada como uma vogal fonológica.
- 4) \*/p./[300hz, 39ms] – Não interpretar pistas acústicas de vogal epentética vozeada como um segmento plosivo em coda fonológica.
- 5) \*/ / [300hz, 39ms] – Não interpretar pistas acústicas de vogal epentética vozeada como apagamento da coda fonológica.

A ideia do Modelo BiPhon é a de que o contínuo capte cada uma das possibilidades acústicas relevantes no processamento da relação entre o contínuo e o categórico na língua. O limitador do conjunto de Restrições de Pista não está em

---

<sup>13</sup> As Restrições de Pista, bem como as características acústicas da vogal epentética [F1(hz), Duração(ms)] e da plosiva [(*closure* ou espaço de silêncio do segmento plosivo) e *burst* (explosão)], foram inspiradas em Quintanilha-Azevedo (2016).

CON, tal como ocorre com as Restrições de Marcação/Estrutura e de Fidelidade, mas no próprio espaço acústico ocupado pela categoria prototípica do fenômeno em análise.

O *Tableau* a seguir traz o exemplo da formalização da Implementação Fonética, no modelo bidirecional, que tem como *output* as formas fonéticas.

**Tableau 5** – Formalização da palavra ‘apto’, no nível da Implementação Fonética, na gramática do português brasileiro, na perspectiva do Modelo BiPhon

	ranking value	disharmony	plasticity
<i>*/p./[ ]</i>	108.069	104.661	1.000000
<i>*plosiva{coda}</i>	96.080	97.850	1.000000
<i>*/p./[_burst]</i>	96.080	96.494	1.000000
<i>*/i./[300hz, 39ms]</i>	95.851	90.522	1.000000

	<i>*/p./[ ]</i>	<i>*plosiva{coda}</i>	<i>*/p./[_burst]</i>	<i>*/i./[300hz, 39ms]</i>
<i>apto UF</i>				
<i>apto UF /apito/SF [pit]PF</i>				*
<i>apto UF /apito/SF [pt]PF</i>		*!	*	
<i>apto UF /ato/SF [t]PF</i>	*!			

No nível da Implementação Fonética, no BiPhon, é possível destacar-se não apenas que há uma vogal epentética que aparece para resolver uma estrutura mal formada na língua, mas as características acústicas desta vogal. No exemplo, considerou-se uma frequência (F1 - altura da língua) de vogal alta e uma duração reduzida na produção desta vogal, que representam pistas importantes na caracterização da vogal epentética do PB<sup>14</sup>.

As Restrições de Pista e de Estrutura também apresentam pesos; os valores vão apontar quais *outputs* têm possibilidade de emergir na disputa a candidato ótimo e quais os que não são possibilidades na língua (as distâncias entre os valores centrais das restrições são determinantes dessas possibilidades):

(a) a restrição *\*/p./[ ]* (não apagar a consoante plosiva em coda fonológica) tem valor central igual a 108.069, superior às demais restrições, mostrando não haver possibilidade de o candidato com apagamento emergir como ótimo na forma fonética.

(b) a diferença entre os pesos das Restrições de Estrutura *\*PLOSIVA<sub>CODA</sub>* (valor central = 96.080) e de Pista, *\*/p./[\_burst]* (valor central = 96.080) e *\*/i./[300hz, 39ms]* (valor central = 95.851), é inferior a 10 unidades, expressando a possibilidade

<sup>14</sup> Maiores considerações a respeito das características acústicas das vogais epentéticas no português podem ser encontradas em Quintanilha-Azevedo (2016).



de variação, ou seja, de vencer a disputa ora um candidato com esta epêntese vocálica com características de vogal alta, ora um candidato sem epêntese, com probabilidade maior (um índice de 70%) de o candidato com epêntese ser o *output* ótimo.

Assim, quando o candidato ótimo é representado por um *input* fonológico e por um *output* fonético que não preservam a estrutura subjacente, isto é, que apresentam uma correção por inserção vocálica, têm-se Restrições de Estrutura e de Pista como fundamentais na decisão do candidato ótimo, tal como se pode ver no *Tableau* 5. Entretanto, quando o candidato a *output* ótimo mantém a fidelidade ao nível fonológico subjacente (|apto|/ap.to/[pt]), as Restrições de Pista devem dominar as Restrições de Estrutura, mostrando haver uma fidelidade fonético-fonológica.

A seguir, passa-se para a formalização do módulo da Compreensão, que integra os níveis da Percepção e do Reconhecimento (ver representação (5)). Para fins de simplificação, optou-se, na formalização da Percepção, por mostrar a análise apenas do *input* com epêntese, mesmo que se tenha conhecimento de que o *input* da Percepção no PB conta com formas com epêntese e sem epêntese (que correspondem aos *outputs* no nível da Produção Fonológica – *Tableau* 4).

A Percepção é o nível mais baixo do módulo da Compreensão no BiPhon e faz a articulação entre a forma Fonética ([PF] = *input* da Percepção) e a forma Fonológica de Superfície (/SF/ = *output* da Percepção). Em uma situação cotidiana, as identificações que acontecem na língua são diferenciadas pela frequência de ocorrência, tal como posto nos demais níveis. Sendo assim, para este exemplo considera-se novamente que o *output* com epêntese ([pit]PF /apito/SF) ocorre hipoteticamente 70% das vezes, em variação com o *output* sem epêntese ([pit]PF /apto/SF), que deve emergir como ótimo em 30% das vezes.

**Tableau 6** – Formalização da palavra ‘apto’, no nível da Percepção, na gramática do português brasileiro, na perspectiva do modelo BiPhon

	ranking value	disharmony	plasticity
* / [300hz, 39ms]	107.713	108.796	1.000000
* / p. / [300hz, 39ms]	96.285	98.194	1.000000
* plosiva{coda}	96.285	94.259	1.000000
* / i. / [300hz, 39ms]	96.002	93.089	1.000000

[pit]PF	* / [300hz, 39ms]	* / p. / [300hz, 39ms]	* plosiva{coda}	* / i. / [300hz, 39ms]
[pit]PF /apto/SF		#!	*	
☞ [pit]PF /apito/SF				*
[pit]PF /ato/SF	#!			

Como as estruturas discretas, como traços e segmentos, não são diretamente observáveis, com base no modelo bidirecional considera-se que é tarefa do ouvinte construí-las a partir do sinal acústico. Nesse sentido justifica-se o papel das restrições de pista propostas. Tais restrições, conforme já afirmado, agem como se fossem Restrições de Fidelidade entre a forma fonética e fonológica.

A lógica da organização das restrições segue a mesma da Implementação Fonética, corroborando os preceitos do modelo:

(a) a restrição violada pelo candidato com o apagamento da coda (\*//[300hz, 39ms]) está alta no *ranking*, com valor central igual a 107.713, o que revela que há na gramática uma forma de dominância sem variação.

(b) as restrições \*PLOSIVA<sub>CODA</sub>, \*/p./ [300hz, 39ms] e \*/i./[300hz, 39ms], estão baixas no *ranking* e com distância inferior a 10 unidades, mostrando a relevância e a especificidade de cada uma delas, bem como a realidade do conflito entre pista e estrutura para a articulação entre o *continuum*, do plano fonético, e o categórico, do plano fonológico.

A seguir, tratando da última formalização no Modelo BiPhon, no módulo da Compreensão, apresenta-se o Reconhecimento Fonológico. O Reconhecimento, assim como a Produção Fonológica, refere-se aos níveis meramente fonológicos: /forma fonológica de superfície/ (*input* do Reconhecimento) e |forma subjacente| (*output* do Reconhecimento), níveis já presentes na OT *Standard* e na OTEst, mas aqui com processamento inverso.

**Tableau 7** – Formalização da palavra ‘apto’, no nível do Reconhecimento, na gramática do português brasileiro, na perspectiva do Modelo BiPhon

	<i>ranking value</i>	<i>disharmony</i>	<i>plasticity</i>
<b>MAX</b>	40.823	40.043	1.000000
<b>*plosiva{coda}</b>	30.296	30.539	1.000000
<b>DEP</b>	28.881	29.001	1.000000

/apito, apto, ato/SF	MAX	*plosiva{coda}	DEP
☞ /apito/SF  apto UF			*
/apto/SF  apto UF		*!	
/ato/SF  apto UF	*!		

O Modelo BiPhon prevê que, com as mesmas restrições e a mesma hierarquia do nível da Produção Fonológica, é possível formalizar-se o Reconhecimento da fala. Assim, reconhecer a palavra |apto| requereu as mesmas Restrições de Estrutura e de

Fidelidade já utilizadas na formalização da produção, bem como a sua organização em um mesmo *ranking* (ou seja, a mesma gramática):

(a) a restrição MAX (valor central = 40.823) manteve um peso alto e superior a 10 unidades das restrições \*PLOSIVA<sub>CODA</sub> e DEP, o que justifica a impossibilidade de ocorrerem candidatos com apagamento no português.

(b) As restrições \*PLOSIVA<sub>CODA</sub> (valor central = 30.296) e DEP (valor central = 28.881) apresentam valores próximos, com diferença inferior a 10 unidades, o que representa que mesmo as formas percebidas com epêntese também devem ser reconhecidas sem epêntese na forma subjacente.

Considerando o processo de Compreensão, o modelo bidirecional permite que se reflita sobre generalizações importantes em aquisição de língua materna e de língua estrangeira e até mesmo sobre a evolução das línguas, possibilitando que se consiga prever ou observar a influência que os níveis “mais abaixo” ou “mais acima”, na representação do BiPhon, podem exercer sobre a Fonologia da língua.

No Quadro 3 estão resumidas algumas características que definem a Teoria da Otimidade, seja TO Clássica ou *Standard* e TO Estocástica, e o Modelo BiPhon.

<b>Teoria da Otimidade (TO Clássica ou <i>Standard</i> ou TO Estocástica)</b>	<b>BiPhon (inclui TO Estocástica)</b>
Teoria de Gramática	Teoria de Percepção e de Gramática
Base em restrições	Base em restrições
Dois níveis de representação: <i>Input</i> (forma subjacente) e <i>Output</i> (forma de superfície)	Três níveis de representação: [forma subjacente], /forma fonológica de superfície/ e [forma fonética]
Dois tipos de restrições: Restrições de Fidelidade e Restrições de Marcação	Três tipos de restrições: Restrições de Fidelidade, Restrições de Estrutura e Restrições de Pista
Restrições hierarquicamente organizadas em dominância estrita	Restrições hierarquicamente organizadas em dominância estrita
Foco: Produção linguística	Foco: Compreensão e Produção linguísticas

**Quadro 3:** Paralelo entre a Teoria da Otimidade e o Modelo BiPhon

O modelo de gramática na arquitetura que o BiPhon propõe tem a intenção de ser capaz de lidar não apenas com a representação dos fenômenos fonológicos, mas de ampliar a possibilidade de relação e conexão com as demais representações a ela

relacionadas, como a fonética e a semântica, o que o alarga e enriquece como um modelo também de processamento.

Como um modelo de processamento, o BiPhon, por ser bidirecional, expressa o funcionamento da compreensão e da produção linguísticas, apresentando a relação entre forma fonética e forma fonológica; como um modelo de gramática, o BiPhon, com base em restrições violáveis e com o *modus operandi* da OTEst, representa a organização da gramática fonológica, também interligando os planos da fonética e da fonologia.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Teoria da Otimidade, representada por qualquer dos modelos aqui referidos, mantém-se como teoria de gramática, cujo principal *insight*, de acordo com McCarthy (2002), está nas restrições e nas diferentes possibilidades de sua hierarquização; por essa premissa, a TO junta o individual e o universal das línguas, descrevendo-as, explicando-as, formalizando-as.

Apesar da exposição sucinta apresentada no presente artigo, pode-se entender que a TO, pelos pressupostos que a caracterizam e pelos diferentes modelos que a ela estão integrados, cumpre o que cabe a uma teoria linguística. Segundo Goldsmith (1976, p.9), uma teoria fonológica precisa explicitar o que o falante ou o ouvinte sabem, dizer sobre a natureza das representações fonológicas, cumprir a tarefa de determinar como as informações linguísticas são armazenadas e utilizadas nos diferentes sistemas, explicitando, conseqüentemente, o funcionamento das línguas. Ainda a TO atende ao que Archangeli & Langendoen (1997, p. 2-3) exigem de uma teoria: oferecer mecanismos para descrever e explicar os padrões que existem em uma língua, podendo compará-los com fenômenos de outras línguas, a variação em cada língua e entre as línguas e os universais linguísticos.

Interessados em estudos sobre TO devem ler Prince e Smolensky (2004), sendo que o exercício pode ser ainda mais proveitoso se for acompanhado por leituras mais didáticas, como Kager (1999) e McCarthy (2002, 2008). Outrossim, os leitores devem estar a par de dois extratos importantes de pesquisas em TO: o *Rutgers Optimality Archive* (<http://roa.rutgers.edu>), que se refere a um repositório eletrônico criado por Prince, sobre trabalhos em Teoria da Otimidade e o outro se refere a dois volumes denominados *The Harmonic Mind* (SMOLENSKY;

LEGENDRE, 2006), com estudos sobre linguagem e cognição humana, bastante centrados na Teoria da Otimidade. Em português, são variadas as leituras disponíveis, dentre as quais podem ser citadas: Bisol & Schwindt (2010) e Schwindt (2014).

Por fim, vale salientar que a TO é uma teoria linguística, não apenas uma teoria fonológica, embora originalmente tenha sido aplicada à fonologia, o que implicou o seu desenvolvimento para a descrição e a explicação de fenômenos vinculados a outros campos de estudo da linguagem, como a fonética, a morfologia, a sintaxe, a semântica, a sociolinguística e a psicolinguística.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, U. K. *A Epêntese Vocálica na Aquisição das Plosivas Finais do Inglês (L2): Tratamento pela OT Estocástica e Pela Gramática Harmônica*. Trabalho apresentado no II SIS Vogais. Belo Horizonte: UFMG, 2009.
- ANTTILA, A. 'Deriving variation from grammar', in Hinskens et al., (eds.), *Variation, Change and Phonological Theory*, John Benjamins, Amsterdam / Philadelphia, 1997, pp. 35-68.
- ARCHANGELI, D. B.; LANGENDOEN, T. D. *Optimality Theory: an overview*. Oxford: Blackwell, 1997.
- BENUA, L. Identity effects in morphological truncation. In J. Beckman, L. Walsh-DICKEY & URBANCZYK, S. (eds.). *University of Massachusetts Occasional Papers in Linguistics: Papers in Optimality Theory*, 1995, p. 77-136. Amherst: GLSA.
- BISOL, L. A sílaba e seus constituintes. In: NEVES, M. H. M. (Org.) *Gramática do português falado*. v.VII. São Paulo: Humanitas/FFLCH/USP; Campinas: Ed. Unicamp, 1999.
- BISOL, L. & SCHWINDT, L.C. (orgs) *Teoria da Otimidade: Fonologia*. São Paulo: Pontes, 2010.
- BOERSMA, P. Cue constraints and their interactions in phonological perception and production. *Rutgers Optimality Archive* 944, 2007.
- BOERSMA, P. A programme for bidirectional phonology and phonetics and their acquisition and evolution. In: BENZ, A.; MATTAUSCH, J. (eds.). *Bidirectional Optimality Theory*. Amsterdam: John Benjamins, 2011. p.33-72.
- BOERSMA, P.; HAMANN, S. Introduction: models of phonology in perception. In: BOERSMA, P. & HAMANN, S. (eds) *Phonology in Perception*. Berlin: Mouton de Gruyter, 1-24, 2009.
- BOERSMA, P.; HAYES, B. *Empirical Tests of the Gradual Learning Algorithm*. *Linguistic Inquiry* 32, 45-86, 2001.
- BOERSMA, P.; WEENINK, D. PRAAT: doing phonetics by computer [computer program]. Versão 5.3.51. Disponível em: <http://www.praat.org/>, 2013.
- CHOMSKY, N.; HALLE, M. *The sound pattern of English*. New York: Harper & Row, 1968.
- DAVIDSON, L.; JUSCZYK, P.; SMOLENSKY, P. The initial and final states: theoretical implications and experimental explorations of Richness of the Base. In: KAGER, R.; PATER, J.; ZONNEVELD, W. (Ed.). *Fixing priorities: constraints in phonological acquisition*. Cambridge: Cambridge University Press, 2004. p.321-368.
- GOLDSMITH, J. *Autosegmental Phonology*. Tese (Doutorado, PhD) Cambridge, Mass.: MIT Press, 1976.
- ITÔ, J.; MESTER, A. Lexical and postlexical phonology in Optimality Theory: evidence from Japanese. *Linguistische Berichte. Sonderheft 11: Resolving Conflicts in Grammars*, 2003b.
- KAGER, R. *Optimality Theory*. Cambridge, England: Cambridge University Press, 1999.
- KIPARSKY, P. Opacity and cyclicity. In: *The Linguistic Review*, n. 17, p. 351-365, 2000.

- McCARTHY, J. *Extensions of faithfulness: Rotuman revisited*. Ms., University of Massachusetts, Amherst, 1995.
- McCARTHY, J. Morpheme structure constraints and paradigm occultation. In CLS 32, Part 2: The Panels, ed. M. Catherine Gruber, Derrick Higgins, Kenneth Olson, and Tamra Wysocki, 1998, pp. 123-50. Chicago, IL: Chicago Linguistic Society.
- McCARTHY, J. Distinctive features. In Rob Wilson and Frank Keil, eds., *The MIT Encyclopedia of Cognitive Sciences*. 1999. Cambridge, MA: MIT Press. p. 234B 6, 1999.
- McCARTHY, J. *A Thematic Guide to Optimality Theory*. Cambridge: MIT Press, 2002.
- McCARTHY, J. *Doing Optimality Theory*. Oxford: Blackwell, 2008.
- McCARTHY, J.; PRINCE, A. *Prosodic Morphology I: constraint interaction and satisfaction*. Ms. University of Massachusetts, Amherst, and Rutgers University, 1993, New Brunswick, NJ.
- McCARTHY, J.; PRINCE, A. Faithfulness & reduplicative identity, In: Beckman et al. (eds.) 1995, pp. 249-384. [ROA-60, <http://ruccs.rutgers.edu/roa.html>].
- NAGY, N.; REYNOLDS, W. Optimality Theory and variable word-final deletion in Faeta', *Language Variation and Change* 9, p.37-55, 1997.
- PATER, J; PARADIS, J. Truncation without templates in child phonology. In: STRINGFELLOW, A.; CAHANA-AMITAY, D.; HUGHES, E.; ZUKOWSKI, A. (Org.). *Annual Boston Universal Conference on Language Development, 20, Somerville, 1996. Proceeding*. Somerville: Cascadilla Press, 1996.
- PRINCE, A; SMOLENSKY, P. Optimality Theory: Constraint Interaction in Generative Grammar. Technical Report, Rutgers University and University of Colorado at Boulder, 1993. Revised version published by Blackwell, 2004. [Disponível: ROA-573].
- QUINTANILHA-AZEVEDO, R. Formalização Fonético-Fonológica da Interação de Restrições na Produção e na Percepção da Epêntese no Português Brasileiro e no Português Europeu. Tese de doutorado inédita. Pelotas: UCPEL, 2016.
- SCHWINDT, L. C. Teoria da Otimidade e Fonologia. In: Leda Bisol (org.) *Introdução a estudos de fonologia do português brasileiro* [recurso eletrônico] Dados eletrônicos. Porto Alegre: EDIPUCRS, p 236-257, 2014.
- SMOLENSKY, P. On the internal structure of the constraint component CON of UG. Handout da palestra apresentada na UCLA, Los Angeles, California. ROA 86 ([www.roa.rutgers.edu](http://www.roa.rutgers.edu)), 1995.
- SMOLENSKY, P. 'The Initial State and 'Richness of the Base' in Optimality Theory'. Johns Hopkins University Technical Report CogSci 96-4, 1996.
- SMOLENSKY, P.; LEGENDRE, G. *The harmonic mind: from neural computation to Optimality-Theoretic grammar*. Cambridge: MIT, 2006.