

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo procura traçar algumas considerações a respeito da Teoria da Otimidade, da aquisição da fonologia, sob o ponto de vista de diferentes modelos teóricos, e do algoritmo de aprendizagem proposto por Tesar & Smolensky (1996). Também procura retomar algumas questões referentes ao sistema vocálico e aos ditongos decrescentes do PB.

2.1 Teoria da Otimidade

2.1.1 Aspectos gerais

Proposta por Prince & Smolensky em 1993, através da obra *Optimality Theory: Constraint Interaction in Generative Grammar* e por McCarthy & Prince (1993) com *Prosodic Morphology I: Constraint Interaction and Satisfaction*, a Teoria da Otimidade (Optimality Theory), OT, se constitui em uma teoria de análise lingüística que articula a Fonologia, Fonética, Morfologia, Sintaxe e a Semântica, bem como a Psicolingüística e a Inteligência Artificial.

Segundo Archangeli (1997, p.01-03), a OT é a teoria lingüística dos anos 90, sendo capaz de estabelecer as propriedades que fazem parte do conhecimento inato da

linguagem, o grau de atuação de uma propriedade em determinada língua e as diferenças entre os padrões das diferentes línguas.

É pertinente referir que a existência de uma Gramática Universal (GU) - conhecimento inato da linguagem em todos os seres humanos, que caracteriza as propriedades universais compartilhadas por todas as línguas e a variação que ocorre entre essas - é pressuposto compartilhado pelos modelos teóricos gerativos e também pela OT, uma vez que essa é uma teoria lingüística gerativa.

Na teoria gerativa clássica, a forma de superfície (*output*) era vista como o resultado de uma exaustiva aplicação de regras à forma subjacente (*input*). Por exemplo, para que uma criança, em fase de aquisição da linguagem, pudesse produzir a forma [‘pato] para o *input* /prato/, era necessária a aplicação de uma regra de apagamento que garantiria a realização de estruturas silábicas com *onsets* simples, conforme (1):

(1)

$$\left\{ \begin{array}{c} r \\ l \end{array} \right\} \rightarrow \phi \quad / \quad C_1 \quad \text{—}$$

A relação entre *input* e *output* era sempre mediada através da aplicação ordenada de regras e o processamento ocorria de forma serial, pois a forma obtida com a aplicação de uma determinada regra poderia servir como *input* para a aplicação de uma nova regra, até que a forma de superfície fosse atingida.

Já a OT, com base em princípios conexionistas - em 1991 Prince & Smolensky lançaram *Notes on Connectionism and Harmony Theory in Linguistics* - pressupõe o processamento da linguagem em paralelo, uma vez que, a partir de um determinado *input*, é possível escolher a forma ideal de *output* analisando todos os candidatos ao mesmo tempo. Portanto, um dos aspectos básicos da teoria reside no fato de que todas as manifestações fonéticas são vistas como o resultado do ranqueamento de restrições, não como o resultado da aplicação de regras. Não há, portanto, estágios intermediários entre *input* e *output*.

No modelo baseado em regras, o foco central é colocado no processo de mudança em si, em como uma estrutura *X* se transforma em uma estrutura *Y*, determinando que regras asseguram essa transformação. Com a OT, o foco está nas restrições que compõem a GU e na interação existente entre as mesmas, que possibilitará a realização da forma de superfície.

Conforme Núñez Cedeño & Morales-Front (1999, p. 231), a tendência atual de as análises fonológicas seguirem o enfoque da OT não reside apenas nas características próprias da teoria, mas também na crise interna que o modelo baseado em regras tem atravessado. Com o avanço das pesquisas, foi necessária a utilização de restrições para *limitar a capacidade gerativa das regras* e o estabelecimento do ordenamento na interação entre regras e restrições ainda não foi solucionado.

Isso não quer dizer, de acordo com os autores, que a OT seja “A TEORIA”, ou seja, uma ferramenta capaz de solucionar todas as lacunas deixadas pela teoria gerativa clássica, mas *é uma das inovações dinamizadoras do pensamento fonológico*,

considerando seu poder explanatório e a significativa bibliografia que está sendo produzida.

2.1.2 Caracterização da teoria

A OT é uma teoria dos Universais Lingüísticos e da GU, em que as gramáticas das línguas do mundo compartilham um conjunto de restrições denominado *Con*. Essas restrições, afirmações sobre boa-formação de estruturas, são simples e universais, podendo ser violadas, uma vez que não são satisfeitas de forma simultânea quando estão em conflito.

A gramática de uma determinada língua é que irá resolver esses conflitos através de um ranqueamento próprio das restrições. Cada língua apresentará uma forma de ranqueamento distinta da outra, e é esse ranqueamento que irá diferenciar as línguas do mundo, mostrando exatamente por que determinados padrões são permitidos em uma língua e proibidos em outras.

Pode-se dizer, portanto, que a gramática na OT são as restrições universais ranqueadas em uma determinada hierarquia. De acordo com Sherrard (1997, p.47), o ranqueamento das restrições em uma gramática específica é disposto conforme (2):

(2)

restrições invioláveis>>restrições violáveis>>restrições inativas³

McCarthy & Prince (1993) estabelecem quatro propriedades básicas que constituem a OT:

- (i) **Violabilidade.** *Restrições são violáveis; mas a violação é mínima.*
- (ii) **Ranqueamento.** *Restrições são ranqueadas com base nas línguas particulares; a noção de violação mínima é definida em termos desse ranqueamento.*
- (iii) **Inclusividade.** *As análises candidatas, as quais são avaliadas pela hierarquia de restrições, são admitidas por considerações muito gerais sobre boa-formação estrutural; não há regras específicas ou estratégias de reparo com descrições estruturais específicas ou com mudanças estruturais conectadas a restrições específicas.*
- (iv) **Paralelismo.** *A melhor satisfação à hierarquia de restrições é feita considerando-se toda a hierarquia e todo o quadro de candidatos.*

(McCarthy & Prince, op.cit., p.05)

Esses princípios englobam os aspectos principais da teoria que se opõem aos modelos teóricos anteriores. O primeiro princípio, por exemplo, traz uma nova visão a respeito do funcionamento das restrições na GU, bem como amplia a gama dos universais lingüísticos, uma vez que todo o quadro de restrições é considerado universal. Na teoria gerativa clássica, havia algumas regras e princípios universais, mas muitas regras eram aplicadas a sistemas lingüísticos específicos. Morales-Front & Núñez Cedeño (1999) salientam que as restrições na OT são vistas como restrições brandas, uma vez que podem ser violadas, em contraposição às restrições duras, dos modelos que a precederam. Essa

³ Restrições inativas são aquelas que não são requeridas, no “jogo” de interação entre as restrições que compõem a GU, para que determinada forma de *output* seja atestada como ótima em determinada língua.

violabilidade está estritamente ligada ao segundo princípio, *ranqueamento*, uma vez que uma forma de superfície poderá violar somente restrições ranqueadas mais abaixo na hierarquia. Entenda-se a hierarquia como uma distribuição de valores, pesos, para cada restrição que compõem a GU, dependendo da especificidade de cada língua: uma restrição que apresente um valor relativo maior estará ranqueada mais acima na hierarquia; uma restrição que apresente um valor relativo menor estará ranqueada mais abaixo, podendo ser violada exatamente para que restrições ranqueadas mais acima não apresentem violações.

2.1.3 GEN e EVAL - as funções que compõem a GU

A OT procura estabelecer a forma de *input*, de *outputs* e tenta explicar a relação entre ambos. Essa relação é comandada por dois mecanismos, *GEN* e *EVAL*, sendo o primeiro uma abreviatura para *generator* (gerador) e o segundo para *evaluator* (avaliador).

GEN: para determinado input, o Generator cria um quadro de candidatos a output.

EVAL: do quadro de candidatos a output, Evaluator relaciona o melhor output para determinado input.

(Archangeli, 1997, p.14)

Portanto, a partir de um *input*, GEN cria os candidatos a *output* que serão avaliados por EVAL, considerando o ranqueamento das restrições, para a seleção da forma ótima.

Falar a respeito desses dois mecanismos que compõem a GU se constitui em uma tarefa bastante complexa, pois muitas questões ainda permanecem em aberto. No entanto, é de extrema importância tecer alguns comentários, principalmente no que se refere a GEN.

Conforme McCarthy & Prince (1993), há três princípios que regem GEN:

- 1) *Liberdade de análise: Qualquer quantidade de estrutura pode ser postulada.*
- 2) *Contenção: nenhum elemento pode ser literalmente removido da forma de input. O input está ao menos contido em todos os candidatos a output.*
- 3) *Consistência de exponência: Nenhuma mudança na exponência de um morfema fonologicamente especificado é permitida.*

(McCarthy & Prince, op.cit., p.20)

Esses princípios trazem significativas contribuições para a tentativa de responder algumas das questões mais polêmicas que envolvem a constituição deste mecanismo: partindo de um determinado *input*, GEN pode criar qualquer tipo de candidato a *output*? Não há o risco de os candidatos constituírem formas lingüísticas impossíveis?

De acordo com o primeiro princípio, todas as estruturas podem ser adicionadas a uma dada forma de *input*. Conforme McCarthy & Prince (op.cit.), este princípio garante que não haja a necessidade de estratégias de reparo, pois são muitos os candidatos criados, bem e mal-formados, dos quais só o melhor será escolhido. O segundo e o terceiro princípios garantem, de forma ainda mais evidente, que o *input* será preservado, pois todos os elementos do *input* estarão contidos no *output* e as especificações subjacentes não podem ser mudadas por GEN. Battisti (1997, p.113) também compartilha desta "limitação"

de GEN: *Essa liberdade de criação de GEN seria ilimitada se não fosse a atuação conjunta do segundo princípio, contenção, o qual impõe a obrigatoriedade da presença do input em qualquer candidato que GEN produza.*

É válido salientar também as considerações de Gilbers & Hoop (1998, p.05) ao afirmarem que o primeiro e o segundo princípios estão, respectivamente, relacionados à epêntese e ao apagamento de segmentos, uma vez que é possível GEN criar candidatos a *outputs* como [kars] e [skasi] do *input* /kas/, bem como [ka] - representado como [ka<s>]- para o mesmo *input*.

Para Tesar & Smolensky (2000), GEN realmente possui a capacidade de criar, a partir de um determinado *input*, um número infinito de candidatos a *output*. De acordo com os autores, essa capacidade de GEN não compromete o funcionamento da teoria. Na verdade, sob a perspectiva de um GEN com capacidade infinita de produção, seria impossível apenas considerar que todos os candidatos a *outputs* seriam analisados um a um para a escolha do candidato ótimo.

Para Bernhardt & Stemberger (1998, p.157), o fato de GEN criar um número infinito de candidatos não seria possível, *desde que uma criatura finita não pode gerar um número infinito de candidatos num tempo finito*. Os autores também salientam que, considerando o tempo de que os seres humanos dispõem para a escolha do candidato ótimo, o quadro de candidatos gerados deve, além de finito, ser pequeno.

No entanto, Tesar & Smolensky (2000) chamam a atenção para o fato de que, mesmo que GEN produzisse um número finito de candidatos, ainda assim, considerando a

ampla quantidade de possíveis *outputs* produzidos, não seria possível proceder à análise de candidato por candidato para a escolha do *output* ótimo. Conforme os autores, o que ocorre é que GEN possui uma capacidade infinita de produção, mas isso não significa que os candidatos sejam infinitamente produzidos. A capacidade infinita de produção de candidatos está relacionada à produção de estruturas vazias, que geralmente são recusadas no sistema lingüístico, considerando a atuação das restrições de Fidelidade. Portanto, para cada *input*, há um quadro de *outputs* potenciais, criados por GEN, que serão considerados para efeito de análise sob uma determinada hierarquia de restrições.

Conclui-se, pois, que, independente da capacidade infinita ou finita atribuída a GEN, seus princípios garantem que o *input* sempre estará contido nas estruturas lingüísticas. Além disso, segundo McCarthy & Prince (1993), também não há o risco de essas estruturas serem formas lingüísticas impossíveis, uma vez que a OT, assim como outras teorias, concebe a existência de postulados lingüísticos - o próprio "conteúdo" que subjaz a cada uma das restrições universais - que irão garantir a boa-formação das estruturas. Archangeli (1997, p.13-14) também refere-se aos postulados lingüísticos, porém como um vocabulário para a representação da linguagem - fornecido pela GU - que é responsável pela boa-formação do *input*, bem como do *output*: *GEN está restrito a gerar objetos lingüísticos, compostos do vocabulário universal que similarmente restringe os inputs.*

Quanto a EVAL, conforme já referido, procede à avaliação dos candidatos criados por GEN com base na hierarquia de restrições específica de uma determinada língua. Mas como esta avaliação é feita?

De acordo com McCarthy & Prince (1993), primeiro EVAL considera a restrição ranqueada mais acima na hierarquia; se os candidatos a violam igualmente, a restrição seguinte será considerada, até que um dos candidatos viole de forma pior determinada restrição. Esse candidato será, então, desconsiderado, sendo considerado ótimo o candidato que violar a restrição ranqueada mais abaixo na hierarquia. Os autores referem-se a esse procedimento como Ordenamento Harmônico, o qual implica a violação mínima de restrições pelo candidato ótimo.

Até aqui, o funcionamento de GEN e EVAL tem sido visto sob a perspectiva de uma hierarquia já construída. Estando esta pesquisa centrada nos dados da aquisição da língua, esses princípios assumem um caráter ainda mais relevante, pois é preciso entender GEN e EVAL em relação à aplicação de um algoritmo de aprendizagem que guiará o aprendiz na construção da hierarquia específica de sua língua. Essa questão está extremamente relacionada ao paradoxo do aprendiz:

(...) a gramática correta é necessária para assegurar que as formas fonéticas são corretamente interpretadas (fixadas as descrições corretas), mas as descrições corretas são necessárias para garantir que a gramática correta (aqui, o ranqueamento das restrições) é aprendida.

(Tesar, 1996, p.01-02)

Na verdade, a hierarquia pronta é necessária para a escolha do candidato ótimo; e o candidato ótimo é necessário para a construção da hierarquia. Em 2.2.3, são tecidas mais considerações a esse respeito.

Outro aspecto a ser considerado é o fato de GEN proceder à criação do quadro de candidatos de forma serial ou paralela. Prince & Smolensky (1993) referem-se a um "GEN serial" e a um "GEN paralelo". O primeiro faz uma única alteração no *input* e procede à criação de um quadro de candidatos possíveis a *output*. Esse quadro será avaliado e uma nova forma de *input* poderá ser considerada novamente, o próprio *output* selecionado, gerando novos candidatos; no segundo, todos os *outputs* possíveis, considerando várias modificações na forma do *input*, são criados em uma única vez.

Prince & Smolensky (op.cit., p.79) salientam, no entanto, que é preciso não confundir a possibilidade de um "GEN serial" como comprometidora do processamento paralelo que subjaz à OT: (...) *É importante ter em mente que a distinção entre serial e paralelo pertence a Gen e não à questão da avaliação harmônica em si (...).*

McCarthy (1999) retoma essas questões e propõe um estudo mais detalhado do Serialismo Harmônico (SH) e do Paralelismo Harmônico (PH). Em SH, há um "GEN restrito" - que corresponderia ao serialismo proposto por Prince & Smolensky - e em PH, há um "GEN não-restrito" - vinculado ao processamento em paralelo. Além disso, e este é o principal enfoque de seu trabalho, também fala a respeito da existência de um "GEN não-restrito" que envolveria o processamento serial.

Segundo o autor, em SH há *outputs* intermediários, pois GEN procede em cada estágio a uma única alteração, o que aproxima extremamente esta forma de processamento à teoria gerativa clássica. No entanto, SH e PH consideram apenas um único quadro de restrições, Con, e uma única hierarquia dessas restrições, o que faz de SH um

processamento em paralelo, corroborando, assim, a forma de processamento que subjaz à OT clássica⁴.

Tendo em vista que as novas propostas quanto ao funcionamento de GEN ainda estão sendo desenvolvidas, este trabalho assume a concepção de um GEN não-restrito e do Paralelismo Harmônico subjacentes à OT clássica.

2.1.4 Análise dos dados

A análise dos dados, com base na OT, é feita através de um *tableau*, como é mostrado em (3), contendo no alto, à esquerda, o *input* seguido pelas restrições pertinentes, também dispostas ao alto, numa seqüência que demonstra a hierarquia dessas restrições - considerando-se o ranqueamento da esquerda para a direita. As formas de *outputs* estão à esquerda do *tableau* dispostas verticalmente. Os símbolos utilizados são: o asterisco, demonstrando que a restrição foi violada; o ponto de exclamação que significa uma violação fatal, ou seja, tendo violado determinada restrição o candidato a *output* não terá chances de ser escolhido; o símbolo ☞ será usado exatamente para mostrar a forma ótima selecionada.

Faz-se pertinente mencionar os tipos de linhas verticais usados na construção do *tableau*, pois elas também são passíveis de interpretação. As linhas pontilhadas indicam que o ranqueamento não é crucial, podendo sofrer alteração sem modificar os resultados, já

⁴ Segundo, McCarthy (op.cit.), já se faz necessária essa classificação porque novas propostas, como a OT Estratal - *outputs* intermediários servem como *input* para uma hierarquia de restrições diferente daquela que o

as linhas cheias indicam um ranqueamento fixo, cuja alteração modificará a forma ótima do *output*.

Observe-se um exemplo no tableau em (3):

(3)

<i>Input</i>	A	B	C	D
Cand 1	*!			
Cand 2		*!		
☞ cand 3				*
Cand 4			*!	

O ranqueamento das restrições ocorre da seguinte forma: se temos as restrições A, B, C, D , ranqueadas nessa ordem, qualquer candidato que viole a restrição A já estará automaticamente eliminado, pois, em (3), esta é dominante na hierarquia, $A \gg B \gg C \gg D$. Esse candidato perderá, inclusive, para candidatos que violem as outras restrições.

Portanto, em (3), pode-se dizer que o *candidato 1* viola a restrição mais alta da hierarquia, A , sendo, pois, eliminado. O mesmo acontece com os *candidatos 2 e 4* que violam, respectivamente, as restrições B e C . O *candidato 3* é o escolhido como ótimo, pois viola a restrição D , que está ranqueada mais abaixo na hierarquia. Afinal, as restrições podem ser violadas na OT, desde que isso implique a preservação de restrições dominantes.

Outro aspecto relevante é que a OT pressupõe uma relação de fidelidade entre o *input* e o *output* escolhido. Para isso, há na teoria uma família de restrições chamada *Faithfulness*, que coordena a relação da proposição alvo e seu *output*, ou seja, o *output* deve ser idêntico ao *input*.

Archangeli (1997) demonstra de forma clara como a OT explica a diferença na construção silábica e, conseqüentemente, da própria palavra, por meio de dados de quatro línguas: Yawelmani, Inglês, Havaiano e Berber. Considerar-se-ão aqui as duas primeiras análises da autora, pois essas são suficientes para a compreensão da teoria. Para isso, faz-se necessário mencionar as propriedades típicas das sílabas, conforme (4):

(4)

a) <i>Sílabas começam com uma consoante.</i>	<i>Onset</i>
b) <i>Sílabas têm uma vogal.</i>	<i>Peak</i>
c) <i>Sílabas terminam em vogal.</i>	<i>NoCoda</i>
d) <i>Sílabas têm no máximo uma consoante nas bordas.</i>	<i>*Complex</i>
e) <i>Sílabas são formadas por consoantes e vogais.</i>	<i>Onset & Peak</i>

(Archangeli, op.cit., p.07)

É preciso considerar aqui alguns princípios básicos na estrutura silábica do Yawelmani. Em primeiro, as sílabas sempre devem iniciar por consoantes; em segundo, nas bordas das sílabas é permitida apenas uma consoante; em terceiro, as sílabas sempre terão uma vogal em sua formação, não podendo haver mais de uma vogal em seqüência na palavra e, em quarto, as sílabas geralmente terminam em vogais.

Em Yawelmani, a palavra *logw* significa *pulverizar*; o sufixo *hin* é utilizado para construções verbais no tempo passado. A forma ideal de *output* será escolhida através do ranqueamento das restrições, de forma que não haja violação dos princípios básicos da sílaba nessa língua.

(5)

Yawelmani: *Complex, FaithC, Peak >> FaithV

/logw-hin/	*Complex	FaithC	Peak	FaithV
logw.hin	*!			
log.whin	*!			
log.w.hin			*!	
log.hin		*!		
lo.giw.hin				*

(Archangeli, op.cit., p.20)

Observando o *tableau* em (5), conclui-se que o primeiro e o segundo candidatos são eliminados por violarem a restrição ranqueada mais alto na hierarquia, pois apresentam mais de uma consoante nas bordas das sílabas; o terceiro candidato, apesar de satisfazer as duas primeiras restrições, viola *Peak*, pois possui uma consoante isolada na constituição da sílaba, o -w; o quarto candidato viola *FaithC*, uma vez que há o apagamento da consoante -w. Já o último candidato, *[logiw hin]*, viola *FaithV*, pois acrescenta a vogal -i. No entanto, *FaithV* é a restrição ranqueada mais abaixo na hierarquia, sendo o *candidato 5* considerado ótimo. Dessa forma, a língua viola restrições de forma mínima, pois a forma de *output* ótima nunca violará restrições de alto ranqueamento, apenas as ranqueadas num nível mais baixo na hierarquia.

No Inglês, a construção silábica é outra, sendo necessário um ranqueamento das restrições diferente daquele existente para o Yawelmani para que *EVAl* possa selecionar a forma ótima daquela língua. De acordo com o *tableau* em (6), o primeiro candidato é escolhido como *output* ótimo, uma vez que esse viola a restrição *Complex, ranqueada bem abaixo na hierarquia de restrições.

(6)

Inglês: FaithV, Peak, FaithC >> *Complex

/limp-ness/	FaithV	Peak	FaithC	*Complex
limp.ness				*
lim.ness			*!	
lim.pi.ness	*!			
lim.p.ness		*		

(Archangeli, op.cit., p.23)

Segundo Archangeli (op.cit), as violações das restrições caracterizam marcações, padrões e variação. Ao estudar-se uma língua em particular, podem-se estabelecer os padrões e variações dessa língua. Ao se compararem os estudos feitos em várias línguas, conseguem-se estabelecer as variações entre elas e vislumbrar o que pode ser aceito como universais lingüísticos. Nas teorias gerativas anteriores, os universais eram vistos como regras e princípios que deveriam funcionar da mesma forma em todas as línguas do mundo, desde que o ambiente para sua aplicação fosse apresentado. Na OT, os universais são as próprias restrições que compõem a GU e a variação entre as línguas ocorre pelo ranqueamento diversificado das restrições.

Com relação à marcação, uma propriedade que possui pouca ocorrência numa língua é vista como marcada, já uma propriedade que ocorre de forma freqüente é vista

como não-marcada. Sob o ponto de vista da OT, as restrições ranqueadas mais acima na hierarquia indicam as formas menos marcadas, já as ranqueadas mais abaixo indicam as formas mais marcadas. As estruturas lingüísticas que violam as restrições ranqueadas mais altas são classificadas como marcadas e serão banidas da língua ou ocorrerão em contextos muito restritos. A marcação, portanto, subjaz ao ranqueamento das restrições. Portanto, a noção de marcação de elementos proposta na década de 30 por Trubetzkoy também está contemplada na OT.

2.1.5 Outras considerações

O que pode ser claramente observado é que a Teoria da Otimidade, através de seus pressupostos conexionistas e de sua visão a respeito da Gramática Universal, possibilita a aplicação de uma mesma teoria nas diferentes subdivisões da lingüística e isto é relevante para as pesquisas referentes à linguagem.

Outro aspecto a ser destacado é que a diferença de ranqueamento que estabelece a especificidade de cada língua se constitui num campo de estudos extremamente pertinente para os objetivos da Inteligência Artificial referentes à linguagem.

A Inteligência Artificial tem por objetivo primeiro fazer com que o computador possa exercer, com a mesma competência, habilidades que somente os seres humanos possuem, e quanto a isso ainda não há um desafio maior do que a percepção e a produção da linguagem. Na verdade, muitos já têm sido os avanços nessa área, programas como o *NETtalk*, por exemplo, no qual é possível a pronúncia de textos em inglês. O programa tem

por base modelos conexionistas, em que se espera que a rede descubra as regularidades da língua e não esqueça as exceções, pela simples apresentação de uma rede com palavras e suas pronúncias, não sendo mais necessário transmitir as regras que seriam aplicadas para que determinada forma de *input* se transformasse no *output* adequado. Esse tipo de programação é chamada de extensional, diminuindo de forma muito significativa o tempo de aquisição da linguagem. É válido salientar aqui que é bem mais fácil para a rede produzir do que processar a língua, daí a enorme dificuldade em compreender a língua falada (Rich, E. & Knight, K., 1993).

A aplicabilidade da teoria em estudos de Inteligência Artificial é um caminho de duas vias: oferece um crescimento no desempenho dos diversos programas computacionais que envolvem a percepção e a produção da linguagem, e, por outro lado, através da execução bem sucedida desses programas, fornece comprovações significativas para as análises lingüísticas.

A OT está na sua “infância” (Bernhardt & Stemberger, 1998), havendo questões ainda obscuras principalmente no tocante à natureza do *input*, entre outras, portanto muitos estudos ainda terão de ser feitos para que a Teoria da Otimidade atinja seu maior objetivo: possibilitar, através das análises lingüísticas, a identificação de todas as restrições que compõem a GU.

O desafio da concretização desse objetivo tem instigado lingüistas do mundo inteiro e tem tornado as análises do funcionamento da linguagem via OT cada vez mais freqüentes, tornando-se extremamente válida a realização de pesquisas nas diferentes línguas do mundo.

2.2 Aquisição da linguagem

Já há algum tempo muita atenção tem sido dada aos estudos em aquisição da linguagem. Parte significativa do crescimento substancial na busca por novos dados e procedimentos de análise tem estado relacionada com as pesquisas referentes à Inteligência Artificial.

Considerando o pouco tempo que a criança leva para adquirir a língua, a teoria adequada é aquela capaz de explicar a aquisição da linguagem através de um custo mínimo (Mioto, 1995), e, sob esta perspectiva, muitas pesquisas continuam acontecendo. Segundo Fletcher & MacWhinney (1997), podemos considerar três teorias que se destacaram nas últimas décadas: a Teoria dos Parâmetros, o Conexionismo e a Teoria da Socialização.

Como o objetivo deste trabalho está centrado na aquisição da fonologia via Teoria da Otimidade, será feita aqui apenas uma breve explanação a respeito das duas primeiras, uma vez que a OT possui pressupostos gerativistas e conexionistas.

A Teoria dos Parâmetros foi desenvolvida por Noam Chomsky em 1981, pois a Teoria Padrão, que via a GU como um conjunto de regras universais, se tornou extremamente complexa para explicar o modo pelo qual as crianças adquirem a língua. Ambas foram criadas a partir da necessidade de se explicar o "Problema de Platão", uma vez que o *input* recebido pela criança sempre pareceu não ser suficiente para explicar a complexidade e variedade de estruturas presentes na língua. Na Teoria dos Parâmetros, a GU é composta por princípios e parâmetros universais, sendo que a aquisição de uma

língua ocorre através da atribuição de valores não-marcados (negativos) ou marcados (positivos) aos parâmetros de acordo com a especificidade de cada língua.

O Conexionismo surgiu com os trabalhos de Rumelhart e McClelland em 1986 e tem como característica principal o fato de pressupor o processamento da linguagem em paralelo. Aqui, as informações sobre o conhecimento são construídas no momento do processamento de acordo com as conexões neuronais estabelecidas. Um conceito, por exemplo, é criado de acordo com um padrão de ativação dessas conexões, o que faz com que este modelo seja uma ferramenta poderosa para análises lingüísticas pois *trabalhar simultaneamente com um grande número de informações é o que provavelmente possibilita a flexibilidade e a expansão da inteligência humana* (Cielo, 1998, p.44).

Segundo Ingram (1989), os estudos em aquisição visam basicamente dois pontos: estabelecer as propriedades da linguagem da criança durante seu desenvolvimento e investigar os procedimentos cognitivos que atuam na aquisição de uma língua particular. Na verdade, os estudos convergem para desenvolver teorias gramaticais e teorias de aquisição.

Conforme o autor, há três estágios lingüísticos principais: período do desenvolvimento pré-lingüístico, do nascimento até 1 ano; período das primeiras palavras, de 1 ano até 1:6; período das primeiras combinações de palavras, de 1:6 até 2 anos. A partir de 2 anos é que haverá o desenvolvimento de sentenças simples e complexas, respectivamente. No último estágio é possível detectar a sistematicidade infantil.

2.2.1 Aquisição e desenvolvimento fonológico

Conforme Bernhardt & Stemberger (1998, p.01), *The child is father of the man*. Apesar de aparentemente ser uma afirmação paradoxal, o que os autores tentam dizer, ao retomarem a frase de William Wordsworth, 1807, é que processamentos presentes em fases extremamente iniciais de aquisição da linguagem, como no balbucio, se sustentarão na linguagem adulta.

Fazer análises fonológicas nos dados da criança é extremamente relevante, uma vez que dados da criança e do adulto mostram dois momentos distintos do sistema da língua, um está em desenvolvimento, o outro, já desenvolvido.

Na verdade, os dados das crianças são de especial interesse para análise porque neles a fonologia é limitada pelo que é possível dentro das línguas, não pelo que pode ser aprendido. Os dados dos adultos podem não demonstrar o que é possível na língua, pois os dados fonológicos sincrônicos estudados são frutos de uma mudança diacrônica. Portanto, determinados dados estão ausentes da fonologia adulta porque realmente não são possíveis ou porque não há comprovações históricas claras para a sua identificação.

Outro aspecto fundamental é que, no processo de aquisição da linguagem, dificilmente um sistema fica mais de um mês sem apresentar mudanças. O desenvolvimento na aquisição do sistema fonológico se dá de forma contínua e gradual. Não há um ponto específico em que se possa dizer que a criança acabou de adquirir a língua alvo, ou se tornou um adulto fonológico.

Durante o desenvolvimento, a criança só apresentará segmentos que ocorrem nas línguas do mundo, bem como um sistema lingüístico, embora ainda não seja o sistema alvo, que não fere os universais lingüísticos.

Apesar da sistematicidade, a variação que ocorre no processo de aquisição da fonologia é bastante significativa, tanto em crianças que possuem a mesma língua como em crianças que falam línguas diferentes, inclusive a variedade de pronúncia é encontrada num mesmo falante que ainda não fixou uma hierarquia no ordenamento das restrições.

Na verdade, o desenvolvimento fonológico não varia muito em relação a outros desenvolvimentos lingüísticos, pois podem-se perceber claramente as mesmas tendências: o aparecimento de estruturas simples antes de estruturas complexas, a ocorrência de regressões e o fato de a compreensão preceder a produção.

Com relação à capacidade de produção e percepção, conforme Benhardt & Stemberger (op.cit.), a criança já percebe a língua como um adulto a partir de um estágio muito precoce, pressupondo-se que seus erros são decorrentes de problemas que envolvem a produção, *output*, não de entrada lexical, *input*. Logo, a forma subjacente da criança não seria diferente da forma subjacente do adulto.

Stoel-Gammon (1990) diverge dessa opinião, afirmando que ainda não é o momento para se fazerem afirmações desse tipo, pois parece ser muito cedo para a criança estar com seu sistema perceptivo totalmente desenvolvido no início da fala significativa.

2.2.2 Aquisição da linguagem e as teorias fonológicas

Os estudos da aquisição da Fonologia tiveram suas principais análises através da Teoria da Fonologia Natural, com Stampe em 1973; da Teoria Gerativa, com Chomsky & Halle em 1968 e da Teoria da Fonologia Autossegmental, com Clements em 1985, 1991 e Clements & Hume em 1995. Com o surgimento da Teoria da Otimidade em 1993, um frutífero campo de novas análises começa a se configurar, devido a sua aplicabilidade nos diferentes campos lingüísticos e seus pressupostos conexionistas.

Stampe baseia suas análises em aquisição nos processos fonológicos que são inatos, universais e naturais. Segundo Stoel-Gammon (1990), de acordo com essa teoria a criança simplesmente aprende a suprimir, limitar ou reordenar os processos que não estão presentes em sua língua através da aplicação de regras. Na OT, o processo seria a própria capacidade de reordenamento das restrições de forma a suprimir as deficiências perceptuais e articatórias que ainda não permitem que a criança tenha uma forma ideal de *output*.

Chomsky, através de sua proposta da GU, vê a criança com uma capacidade inata para aprender a língua, bastando que esteja exposta à mesma. A criança possuiria uma capacidade inata para a aplicação de regras. A OT vê a capacidade inata da criança ligada diretamente às restrições que compõem a GU. Conforme Gnanadesikan (1995, p.03), considerando a OT, a fonologia da criança se diferencia da fonologia do adulto não pela aplicação de diferentes regras fonológicas ou por apresentar uma forma subjacente diferenciada, mas simplesmente por apresentar certas restrições de marcação ranqueadas

acima das restrições de fidelidade, *a criança não tem mais regras ou mais níveis do que o adulto.*

Na Fonologia Autossegmental, conforme Hernandorena (1995), a aquisição é vista como uma associação de traços ainda não ligados à estrutura do segmento: a criança vai formando o segmento aos poucos, através da associação de novos traços. A OT também vê a aquisição dos segmentos em partes, uma vez que as restrições que se relacionam aos traços segmentais são reordenadas em etapas até a formação completa do segmento conforme a língua alvo.

A OT, simplesmente considerando o ranqueamento das restrições universais que compõem a GU, pode apresentar explicações a respeito dos padrões comuns da aquisição, das diferenças individuais e da variação lingüística, além de outros aspectos. Conforme Gnanadesikan (1995, p.42), *a aplicação da OT para a aquisição permite que a linguagem da criança e a linguagem do adulto sejam analisadas usando o mesmo modelo de fonologia e usando as mesmas restrições.*

2.2.3 Aquisição da linguagem e Teoria da Otimidade

Como toda teoria gerativa, a OT assume que a gramática de uma determinada língua é apenas uma variação da GU, ou seja, a diferença entre as línguas ocorrerá pelo ranqueamento diversificado das restrições que compõem a gramática universal. Portanto, adquirir uma língua significa ranquear as restrições de acordo com a hierarquia específica exigida pelos *outputs* dessa língua.

Embora a forma "pronta" da hierarquia de restrições seja retirada do produto lingüístico, fazer análises sob a luz da teoria é exatamente demonstrar o funcionamento da língua, considerando a interação das restrições em diferentes níveis: fonológico, morfológico, sintático e semântico.

As análises de dados que constituem a forma adulta oferecem ao pesquisador a informação de quais restrições são pertinentes para determinada forma de *output* e qual é a hierarquia dessas restrições. No entanto, ao se considerarem dados da aquisição, as informações obtidas ultrapassam o simples conhecimento do ordenamento correto das restrições, pois o pesquisador terá uma visão de como a criança constrói essa hierarquia tendo por base o *output* do adulto e as restrições que compõem a GU: quais são seus estágios; o que torna possível sua construção; quais os elementos indispensáveis para que essa construção ocorra.

2.2.3.1 O algoritmo de aprendizagem

Um algoritmo de aprendizagem é o que guiará o aprendiz para a hierarquia de restrições específica de sua língua, portanto, pode-se pensar no algoritmo como o cerne do funcionamento das funções da gramática universal GEN e EVAL, uma vez que esse tem como tarefa *deduzir a hierarquia das restrições da qual uma dada forma de superfície emerge como output ótimo de uma dada forma de input* (Kager, 1999, p.301).

Alguns modelos de algoritmo têm sido propostos como consequência do “refinamento” por que a teoria tem passado através dos inúmeros trabalhos produzidos.

Dentre eles, Tesar & Smolensky (1996), Samek-Lodovici & Prince (1999) e Hayes & Boersma (1999), no entanto, optar-se-á por seguir as idéias de Tesar & Smolensky (1996), considerando que a proposta de um novo algoritmo necessita de maior comprovação empírica da funcionalidade do mesmo. Além disso, muitas questões ainda permanecem em aberto, principalmente às que se referem à Otimização Lexical.⁵

2.2.3.1.1 Tesar & Smolensky (1996)

Tesar & Smolensky (op.cit) propõem que, para desempenhar sua tarefa, o algoritmo tem por base: a GU, com as restrições universais que a compõem e as funções GEN e EVAL; a forma de *input*, que já é dada, e o *output* da forma alvo, que será sempre uma representação linguisticamente estruturada. Kager (1999) propõe algumas reformulações a essa proposta, considerando a "situação real de aprendizagem", que são extremamente pertinentes para o funcionamento do algoritmo: a forma de *input* deve ser inferida pelo aprendiz e o *output* é visto em sua constituição puramente fonética. Essas reformulações, no entanto, não são adotadas no presente trabalho, uma vez que muitas considerações ainda devem ser feitas com relação à inferência do *input*.

Outro aspecto importante a ser destacado é que o algoritmo funciona na base de evidências positivas para operar o raqueamento das restrições. Essas evidências significam que somente violações de restrições no candidato ótimo é que motivarão a demoção dessas

⁵ Para que o léxico seja construído, é necessário que o aprendiz determine a forma subjacente das formas de superfície. Se não houver evidências que conduzam à inferência de uma determinada forma de *input*, essa será construída numa forma idêntica ao seu *output* correspondente, o que implica a violação mínima de Faithfulness.

restrições e seu conseqüente posicionamento correto na hierarquia, uma vez que restrições violadas no *output* ótimo devem ser dominadas.

Nessa proposta, demção significa o movimento de deslocar uma restrição para uma posição mais baixa na hierarquia, implicando, portanto, uma operação de reordenamento de restrições.

2.2.3.1.1.1 Hierarquia de restrições

Atualmente, há, na literatura referente à aquisição da linguagem através da OT, diferentes posicionamentos no que concerne à hierarquia inicial das restrições que compõem a GU.

Conforme Kager (1999, p. 298), no início da aprendizagem, antes de o algoritmo ser aplicado, não há um ranqueamento das restrições que compõem a GU, ou seja, nenhuma restrição é dominada por outra, conforme (7).

(7) Hierarquia inicial = H0

{R1, R2, R3,...Rn}

Tesar & Smolensky (1996, p.31) também mencionam que a hierarquia inicial apresentaria todas as restrições ocupando o mesmo estrato, no entanto os autores salientam que alguns aspectos referentes à aprendizagem parecem acenar para *uma hierarquia inicial com estruturas um tanto mais articuladas*. Poder-se-ia considerar, portanto, uma

hierarquia inicial já formada por uma espécie de subhierarquia⁶ em que restrições de marcação dominam restrições de fidelidade, conforme (8).

(8)

Hierarquia inicial = H0

{Marcação}>>{Fidelidade}

Essa proposta é utilizada por Gnanadesikan (1995), Costa & Freitas (1998), Bernhardt & Stemberger (1998), entre outros, e fortemente defendida por Somlensky (1996).

⁶ Salienta-se que, ao sugerirem a existência de subhierarquias, os autores não estão referindo-se apenas à possibilidade de uma hierarquia inicial em que Structure>>Faithfulness, mas propõem a existência de subhierarquias universais. Como exemplo, citam Prince & Smolensky (1993), em que *a escala de marcação de ponto de articulação, de acordo com o fato de que Coronal é menos marcado do que Labial, é ativada via o requerimento da GU de que restrições violadas por Cor e Lab Place são universalmente ranqueadas como: *PL/Lab >> *PL/Cor*. É pertinente referir que a existência de subhierarquias não compromete a proposta de aquisição baseada na demção de restrições através da aplicação do algoritmo de aprendizagem RIP-CD. *Nós agora vemos que tal ranqueamento na GU no estado inicial não coloca em risco a aprendizagem. O algoritmo de demção de restrições é facilmente adaptado de forma que, quando uma restrição que compõe a subhierarquia inicial é demovida, as restrições abaixo dela na hierarquia também são demovidas, se necessário, para preservar a subhierarquia universal.*

Segundo o autor, há problemas se a hierarquia inicial for considerada conforme (7), uma vez que a mesma não dará conta da aquisição de uma língua que apresente apenas a estrutura silábica CV. De acordo com Smolensky (op.cit., p.08), os *outputs* que apresentam uma estrutura silábica do tipo CV não violam nenhuma restrição estrutural na hierarquia e são, portanto, *ótimos sobre todo o ranqueamento de restrições*. No entanto, essa afirmação é válida somente para *inputs* que apresentam a estrutura CV, pois, no momento em que a criança produz uma sílaba CV, ao deparar-se com uma estrutura silábica do tipo CVC, é necessário que a restrição NoCoda esteja ranqueada acima das restrições de fidelidade. Além disso, deve-se considerar o fato de que, mesmo considerando uma língua que apenas apresente estruturas silábicas do tipo CV, essa hierarquia – Marcação>>Fidelidade – é necessária para que o falante possa continuar produzindo sílabas CV ao se deparar com sílabas CVC, uma vez que *palavras emprestadas* se adaptam à hierarquia específica de cada língua.

Na presente pesquisa, adota-se a hierarquia inicial representada em (8), sendo, portanto, possível sugerir que, sob a perspectiva da OT, a GU é vista como: H0 + GEN + EVAL.

À medida que o algoritmo é aplicado e a remoção de restrições ocorre, inicia-se o processo da construção da hierarquia estratificada que, através de vários estágios, atingirá a forma específica da língua alvo. Cada estrato da hierarquia é formado por uma restrição ou por um conjunto de restrições que não são ranqueadas entre si.

A hierarquia é entendida como estratificada porque cada demção poderá implicar a construção de um novo estrato – um quadro de restrições - representado por $\{\}$. Observe-se um exemplo em (9):

(9a)

Demova R3 abaixo de R5

$$H_0 = \{R_1, R_2, R_3\} \gg \{R_4, R_5 \dots R_n\}$$

$$H_1 = \{R_1, R_2\} \gg \{R_4, R_5 \dots R_n\} \gg \{R_3\}$$

(9b)

Demova R1 abaixo de R4

$$H_1 = \{R_1, R_2\} \gg \{R_4, R_5 \dots R_n\} \gg \{R_3\}$$

$$H_2 = \{R_2\} \gg \{R_4, R_5 \dots R_n\} \gg \{R_3, R_1\}$$

Primeiramente, deve-se entender o comando "demova X abaixo de Y" como uma ordem de que X deve ser dominado por Y. A única forma de haver este domínio é a estratificação da hierarquia, uma vez que restrições que compartilham o mesmo estrato não apresentam relação de dominância. Em (9 a), a restrição R3, ao ser demovida, criou um novo estrato, uma vez que essa precisa ser dominada por R4. Já em (9 b), não há a criação de um novo estrato, pois R1 necessita de ser dominada por R4, podendo compartilhar o estrato já formado por R3. Se, no entanto, o comando fosse "demova R1 abaixo de R3", haveria a criação de um novo estrato, conforme (10)

(10)

$$H_2 = \{R_2\} \gg \{R_4, R_5 \dots R_n\} \gg \{R_3\} \gg \{R_1\}$$

Conforme Kager (1999, p.299), as hierarquias construídas durante o processo de aquisição são hipotéticas, uma vez que a cada momento evidências positivas, extraídas dos pares de dados analisados, podem motivar um rearranqueamento da hierarquia. Na verdade, pode-se considerar que cada hierarquia construída demonstra um estágio da aquisição da língua, *o conhecimento que o aprendiz naquele momento tem sobre a interação de restrições que subjazem a uma dada forma de output.*

Provavelmente, o aprendiz nunca terá a certeza de que a hierarquia não sofrerá mais alterações, uma vez que sempre haverá a possibilidade do surgimento de uma nova forma de *output* que a motivará. Toda a hierarquia será sempre deduzida das formas de *output*.

2.2.3.1.1.2 O processo de demoção

Para que o processo de demoção ocorra, serão analisados pares de candidatos subóticos e ótimos criados por GEN. O primeiro passo é assinalar, para cada um dos membros do par, as respectivas violações de restrições; a seguir, essas violações são comparadas e eliminadas se houver seu compartilhamento por ambos os elementos do par. Utilizar-se-á, nos Quadros (1), (2) e (3), um exemplo hipotético dessa análise, adaptado de Kager (1999):

Quadro 01 - Levantamento de restrições violadas

Subótimo < ótimo	<i>Restrições violadas: subótimo</i>	Restrições violadas: ótimo
B < A	*R1, *R2, *R4, *R4, *R5	*R1, *R3, *R4, *R4, *R5
C < A	*R1, *R2, *R4, *R4, *R4	*R1, *R3, *R4, *R4, *R5

No Quadro 01, são listadas as restrições violadas por cada um dos membros dos pares. O asterisco indica exatamente esta violação. Alguns detalhes devem ser observados para uma correta interpretação do quadro: o candidato "A", pré-determinado como ótimo, é comparado a diferentes candidatos subótimos, "B e C", aparecendo em ambos os pares por ser a única forma apresentada à criança. Já no Quadro 02, que representa um momento subsequente do processo, as restrições são comparadas, procedendo-se, então, à eliminação daquelas compartilhadas pelos membros de cada par. Este processo é visto como “Cancelamento de marcas”:

Considerando os pares analisados:

- a) Para cada violação ocorrida em determinada restrição, em ambos os elementos do par, remova a restrição violada por ambos.*
- b) Se, como resultado, não sobrar nenhuma restrição violada pelo candidato ótimo, remova os pares analisados.*
- c) Se, depois destes passos, um membro do par contiver múltiplas violações para uma determinada restrição, remova-as, deixando no máximo uma.*

(Kager, op.cit., p.306-307)

Quadro 02 - Eliminação de restrições compartilhadas

Subótimo < ótimo	Restrições violadas: subótimo	Restrições violadas: ótimo
B < A	*R1, *R2, *R4, *R4, *R5	*R1, *R3, *R4, *R4, *R5
C < A	*R1, *R2, *R4, *R4, *R4	*R1, *R3, *R4, *R4, *R5

O resultado obtido, demonstrado no Quadro 03, é que alimentará o algoritmo para a dedução da hierarquia de restrições da gramática alvo através de sucessivos rerranqueamentos. Nesse resultado, o que importa é qual dos pares de candidatos viola de forma pior determinada restrição. No Quadro 02, por exemplo, importa como resultado que *R4 é mais violada pelo candidato subótimo do que pelo candidato ótimo. A quantidade numérica - três violações para C e duas violações para A - só é considerada na comparação dos dados numa relação de mais ou menos .

Quadro 03 - Pares de candidatos prontos para ativar demochões

Subótimo < ótimo	Restrições violadas: subótimo	Restrições violadas: ótimo
B < A	*R2	*R3
C < A	*R2, *R4	*R3, *R5

Sob o ponto de vista de alguns lingüistas, considerar a comparação entre candidatos subóticos e ótimos como uma estratégia da aprendizagem não seria possível, uma vez que a criança deve ter acesso apenas a evidências positivas durante o processo de aquisição. Os candidatos subóticos teriam evidências negativas, pois podem representar formas não-gramaticais.

No entanto, de acordo com Kager (op.cit), a criança tem acesso apenas à forma ótima, pois é dela que procura extrair o máximo de informações para estabelecer o ranqueamento ideal. Além disso, talvez se possa considerar que os candidatos subótimos são criados por GEN exatamente a partir dessa forma "atestada" como ótima. Qualquer outro candidato será, portanto, sempre considerado menos harmônico. Na verdade, o aprendiz sabe qual é o alvo, mas ainda não sabe a hierarquia correta para chegar até ele.

Importante salientar que a demoção será sempre mínima: cada restrição será demovida abaixo daquela violada pelo candidato subótimo que ocupa o estrato mais elevado da hierarquia. Para melhor compreensão, suponha-se a existência de uma hierarquia já estratificada, conforme (11):

(11)

$$H1 = \{R1, R3, R5\} \gg \{R2\} \gg \{R4\}$$

Considerando o par $C < A$, no Quadro 03, observa-se que o importante para o funcionamento da demoção é que as restrições R3 e R5, violadas pelo candidato ótimo, sejam dominadas pela restrição violada pelo candidato subótimo, C , que está ranqueada mais acima, no caso, R2. Portanto, a hierarquia de restrições, após a análise do par $C < A$ seria:

(12)

$$H2 = \{R1\} \gg \{R2\} \gg \{R4, R3, R5\}.$$

Em (12), as restrições "R3 e R5" passam, portanto, a compartilhar o mesmo estrato de R4, pois caso houvesse a criação de um novo estrato, teríamos uma demção máxima em que as restrições violadas pelo candidato ótimo teriam que ficar sempre abaixo de todas as restrições violadas pelo candidato subótimo.

Na verdade, as restrições devem estar ranqueadas no estrato mais alto quanto possível da hierarquia. Se o candidato subótimo apresentar violação em mais de uma restrição, após a aplicação do *cancelamento de marcas*, a restrição violada pelo candidato ótimo será demovida abaixo da restrição, violada pelo perdedor, que esteja ranqueada mais acima na hierarquia. Conforme Kager (op.cit), o problema de uma restrição ser demovida para uma posição muito abaixo na hierarquia é que novos pares informativos podem requerer que essa restrição seja ranqueada mais acima. Para isso ocorrer, restrições que a dominam terão que ser demovidas e há o risco de a aquisição nunca convergir para a forma alvo, pois teremos demções cíclicas ocorrendo "eternamente".

Outro ponto a ser destacado é que a demção de restrições é recursiva, pois será repetida até que nenhuma demção nova ocorra. Dessa forma, terão sido extraídas de uma única forma de *output* todas as informações possíveis para proceder ao ranqueamento das restrições de acordo com a gramática da língua alvo. Isso não quer dizer, no entanto, que a hierarquia ideal já tenha sido adquirida; novas formas de *outputs* podem ser necessárias para que isso ocorra.

A duração desse processo pode ser mais ou menos longa, dependendo da ordem dos pares subótimo < ótimo considerada. A diferente ordem de análise dos pares de dados

poderia explicar as diferenças demonstradas pelo aprendiz na aprendizagem de uma mesma língua, ou seja, teríamos diferentes estágios para cada aprendiz.

Importante salientar que essa ordem de análise dos pares "subótimo/ótimo" não mudará o resultado final da aquisição, apenas diferenciará o número de estágios, pois os pares podem ser considerados mais uma vez no processo de refinamento a que a hierarquia será submetida através da reanálise dos pares. Se esta ordem alterasse o resultado final, jamais se poderia garantir que a língua seria adquirida.

O "refinamento" é geralmente visto como a demção de restrições que ocupam estratos ranqueados abaixo na hierarquia que apresentam mais de uma restrição. Essas serão demovidas, criando estratos formados por uma única restrição. Durante a reanálise, também poderão ocorrer "passos vácuos", em que nenhuma alteração na hierarquia é feita. Isto oconterceria porque as restrições violadas pelo candidato ótimo já estariam dominadas pela restrição violada pelo candidato subótimo.

2.2.3.1.1.3 Demção ou promoção de restrições?

Tesar & Smolensky (1996) consideram a demção como a única forma de ranquear e rerranquear restrições, sendo através desse movimento que o algoritmo se aplica.

Este posicionamento não é compartilhado por alguns autores. Gilbers & Hoop (1998, p.10), ao fazerem referência à variação lingüística sob o ponto de vista da OT,

admitem a existência de duas formas de ranqueamento: demoção e promoção - *Após demoção ou promoção de uma certa restrição, o output mais próximo da forma ótima pode se transformar no único ótimo.* Gnanadesikan (1995, p.01) sugere que o processo de aquisição da fonologia ocorre pela promoção das restrições de Fidelidade: *O caminho de aquisição irá variar de criança para criança, crianças diferentes promovem as várias restrições de Fidelidade em ordens diferentes.*

Bernhardt & Stemberger (1998) também acreditam que o ranqueamento pode ocorrer tanto por demoção como por promoção de restrições, dando, inclusive, preferência à última. Para isso, tomam como base o exemplo da aquisição da palavra *bed* [bɛd], utilizando prováveis formas de *outputs*, conforme o Quadro 04, que antecederão a forma alvo:

Quadro 04 – Promoção e demoção de restrições, segundo Bernhardt e Stemberger (1998, p.263)

OUTPUT	DIFERENÇA	SOLUÇÃO
[bɛ]	Não há a produção da consoante final.	Promoção: Survived/LinkedUpwards ou Demoção: Not(coda)
[bɛt]	Falha em produzir [+voiced]	Promoção: Survived/LinkedUpwards (+ voiced) ou Demoção: Not(+ voiced)
[bɛdə]	Inserção de uma vogal final	Promoção: Not(V-Root) ou Demoção: Not(coda)
[bɛd]	Nenhuma	Não mudar o ranqueamento

Através desse exemplo, os autores procuram demonstrar que tanto a promoção como a demissão de restrições podem conduzir ao ranqueamento de restrições que se emparelha com o da gramática alvo. No entanto, esse exemplo parece ser extremamente insuficiente, uma vez que utiliza um número muito restrito de restrições. Além disso, não faz referência ao funcionamento do algoritmo de aprendizagem com a nova proposta que privilegia a promoção. Para que as restrições sejam promovidas, é necessária uma alteração no funcionamento do algoritmo, pois esse terá que detectar qual, entre tantas restrições ranqueadas mais abaixo na hierarquia, deve ser promovida, uma vez que não estará considerando a evidência positiva da restrição violada pelo candidato ótimo. As violações de restrições no candidato ótimo implicam a conjunção *-e*, pois, não haverá escolha de qual restrição deve ser dominada:

(...) uma vez que a restrição violada pelo candidato subótimo, ranqueada mais acima na hierarquia, seja detectada, todas as restrições violadas pelo candidato ótimo devem ser dominadas por ela (...).

(Tesar & Smolensky, 1996, p.25)

A promoção implicaria que as restrições violadas pelo candidato subótimo fossem ‘guindadas’ para dominar as restrições violadas pelo candidato ótimo. Conforme os autores destacam (op.cit.), as restrições violadas pelo candidato subótimo estão contidas em uma disjunção *-ou*: (...) *Qual das restrições violadas pelo candidato subótimo deveria ser promovida? Uma delas ou todas elas? (...)*.

Tesar & Smolensky (2000, p.42)⁷ demonstram de forma simplificada o problema que a promoção de restrições traria para o aprendiz. Os autores, hipoteticamente, consideram uma língua que aceita apenas a produção de estruturas silábicas do tipo CV. Consideram também que a atual hierarquia do aprendiz constitui-se conforme (13):

(13)

{Fillons}>>{Onset}>>{Fillnuc}>>{NoCoda}>>{Parse}⁸

De acordo com o *tableau*, em (14), ao deparar-se com um *input* /VCVC/ , o candidato que seria escolhido como ótimo seria o candidato perdedor (a), uma vez que esse viola as restrições Onset e NoCoda ranqueadas abaixo da restrição Fillons. Portanto, para que o candidato ótimo, (b), possa ser produzido, faz-se necessário que a restrição Fillons seja dominada por uma das restrições violadas pelo candidato subótimo.

(14)

par perdedor/vencedor	Fillons	Onset	Fillnuc	NoCoda	Parse
(a) V.CVC.		*		*	
(b) □V.CV.<C>	⊙ ⁹				⊙

⁷ Conforme os autores, esta obra é o resultado de pesquisas desenvolvidas entre 1993 e 1997, o que engloba, portanto, o modelo de algoritmo adotado no presente trabalho.

⁸ *Parse*: material subjacente é escandido em estrutura silábica; *Fillnuc*: posições nucleares são preenchidas com material subjacente; *Fillons*: posições de onset são preenchidas com material subjacente. (Tesar & Smolensky, 2000, p.22)

⁹ Esse símbolo indica a violação de uma restrição pelo candidato potencialmente ótimo.

Ao se considerar a aplicação de um algoritmo que utiliza a promoção de restrições, a questão que se colocaria seria definir qual das duas restrições seria promovida: Onset ou NoCoda. Os pares analisados não contêm informações suficientes para que se possa, de alguma forma, depreender qual das duas restrições deveria ser promovida, ou ainda, se as duas restrições deveriam ser promovidas. No entanto, se a construção da hierarquia alvo estiver baseada na demção de restrições, bastará apenas que Fillons seja demovida abaixo de Onset para que o candidato ótimo possa ser produzido. Com esse exemplo, os autores comprovam a operacionalidade do movimento de demção em oposição à ‘incerteza’ do movimento de promoção.

2.3 O sistema vocálico

2.3.1 As vogais e as teorias fonológicas

Será feita aqui uma breve explanação a respeito do funcionamento das teorias gerativa clássica e autosegmental, bem como da representação dos segmentos vocálicos em cada uma delas, uma vez que é fundamental uma distinção clara entre o modelo da fonologia linear e da fonologia não-linear devido ao fato de que a OT, de acordo com os modelos não-lineares, considera os traços como autosegmentos em suas análises.

2.3.1.1 Teoria Gerativa (fonologia linear)

Chomsky & Halle (1968) partem do princípio de que o fonema pode ser dividido em unidades menores com diferenças articulatórias.

A partir do aparelho fonador, foram identificados os traços distintivos que entram na composição dos sons. Na verdade, todas as teorias modernas foram formuladas a partir do modelo de Chomsky, baseando-se nos traços distintivos que foram elaborados tendo por base a "posição neutra" da língua, semelhante à posição da respiração.

Através das configurações dos traços, podemos caracterizar os segmentos, sendo possível: demonstrar as diferenças e semelhanças entre eles, determinar classes naturais, demonstrar a naturalidade dos processos fonológicos e formalizá-los através das regras fonológicas.

Os segmentos vocálicos do Português, dentro do modelo gerativo, são classificados através da atribuição de traços distintivos, conforme (15):

(15)

	a	e	ɛ	i	o	ɔ	u
Alto	-	-	-	+	-	-	+
Baixo	+	-	+	-	-	+	-
Posterior	+	-	-	-	+	+	+
Arredondado	-				+	+	+

Na Teoria Gerativa, a forma subjacente corresponde à competência, ao conhecimento lingüístico, e somente através da aplicação de regras transformacionais é que chegaremos à estrutura de superfície, correspondente ao desempenho, à fala.

O objetivo principal do modelo é descrever os princípios universais que compõem os sistemas de sons, visando estabelecer o funcionamento da gramática universal. Para isso, demonstra as generalizações que ocorrem nas línguas através dos processos fonológicos, que mostram as alternâncias segmentais. Esses ocorrem pela aplicação de regras ($A \rightarrow B / C _ D$) que gerarão novas estruturas e relacionarão a forma subjacente às fonéticas, mudando os valores dos traços distintivos das representações subjacentes. Um exemplo da aplicação de regras, que envolvem segmentos vocálicos, pode ser visto no processo de harmonização vocálica que se registra em muitas variantes do PB, em que os segmentos /e/ e /o/ passam respectivamente para [i] e [u], como em p[i]rigo, p[u]lícia por *perigo, polícia*, conforme (16):

(16)

$$\begin{array}{c} V \\ \left[\begin{array}{l} - \text{alta} \\ - \text{baixa} \end{array} \right] \end{array} \rightarrow \begin{array}{c} V \\ [+ \text{alta}] / _ C1 [+ \text{alta}] \end{array}$$

Nessa regra, a harmonização vocálica é expressa como a cópia do traço [+alto] da vogal “gatilho” pela vogal alvo da regra. As vogais são representadas por matrizes de traços distintivos.

2.3.1.2 Teoria Autossegmental (fonologia não-linear)

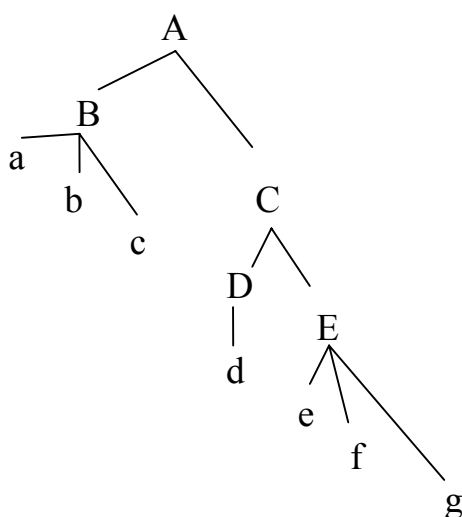
Um dos maiores problemas para a representação do segmento na Teoria Gerativa é a relação de bijetividade, ou seja, um segmento é representado por uma matriz de traços

distintivos, de forma que um traço não poderá ir além ou aquém do segmento. Logo, uma palavra é uma seqüência de matrizes de traços incomunicáveis entre si.

Na verdade, o que ocorre nas mais diversas línguas do mundo é que temos traços que funcionam de forma isolada, outros que funcionam de forma solidária e ainda temos traços flutuantes, portanto, as matrizes não são suficientes para explicar de forma adequada o funcionamento de determinados processos.

Os trabalhos de Clements em 1985, 1991 e Clements & Hume em 1995 propõem uma teoria fonológica que possibilita uma relação hierárquica dos traços distintivos, havendo uma ‘quebra’ na relação de bijetividade, possibilitando o funcionamento autônomo dos traços que constituem a estrutura interna do segmento, pela geometria de traços, como um diagrama arbóreo, conforme a Figura 01.

FIGURA 01 – Representação da estrutura arbórea segundo Clements e Hume (1995, p.249)



De acordo com a Figura 01, **A** representa o nó de raiz, ou seja, o próprio segmento, que será classificado como obstruinte, nasal, líquida ou vogal, através dos traços [vocóide], [aproximante] e [soante]. A classificação do segmento é dada pela atuação conjunta dos três traços, portanto, os mesmos nunca podem atuar de forma isolada em qualquer tipo de operação, seja espriamento ou desligamento de traços. **B, C, D e E** são nós de classe: nó laríngeo, nó pontos de consoante, nó cavidade oral e nó vocálico. Estes dominam os traços fonológicos representados pelos nós **a, b, c, d, e, f, g** que são agrupados conforme funcionem como unidades ou classes naturais em regras fonológicas (Hernandorena, 1996).

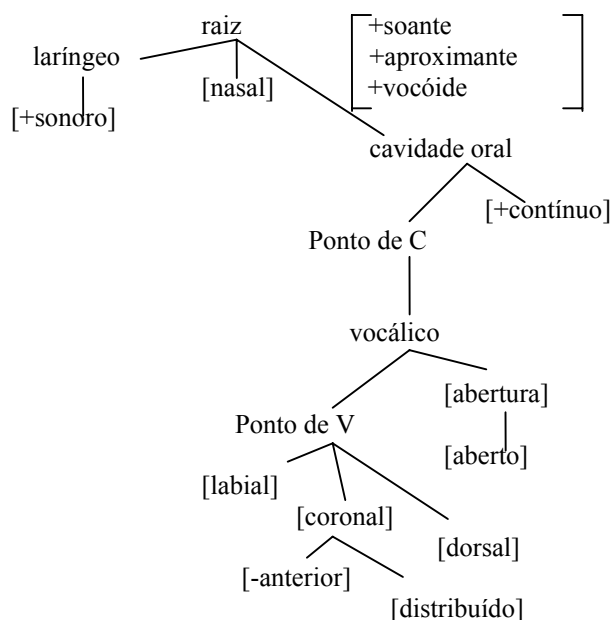
Com essa configuração, cada elemento fica numa camada, *tier*, possibilitando o funcionamento isolado de cada traço fonológico, uma vez que estes se constituem em autossegmentos.

A fonologia autossegmental também trabalha com a aplicação de regras e possui um pressuposto básico: uma regra, para ser natural, tem que implicar apenas uma operação na geometria. Dentre os princípios que regulam o funcionamento desse modelo teórico, há um princípio de boa-formação que afirma que no espriamento não pode haver cruzamento de linhas.

Outro aspecto extremamente pertinente é que a Teoria Autossegmental, conforme Clements (1991), propõe que as vogais possuem os mesmos pontos de articulação das consoantes. Isso trouxe a possibilidade de explicar de forma satisfatória determinados processos que envolvem os segmentos vocálicos e consonantais, principalmente os referentes a assimilações.

As vogais são representadas conforme a Figura 02:

FIGURA 02 – Representação das vogais segundo Clements & Hume (1995, p.292)



Desse modo, as vogais passam a ser classificadas quanto ao ponto de articulação em: [labial], vogais arredondadas; [coronal], vogais anteriores e [dorsal], vogais posteriores. Quanto ao nó de abertura, que se relaciona à altura dos segmentos vocálicos, temos, conforme (17), a seguinte classificação das vogais do Português:

(17)

	i / u	e / o	ɛ / ɔ	a
Aberto 1	-	-	-	+
Aberto 2	-	+	+	+
Aberto 3	-	-	+	+

(Wetzels, 1992, p.22)

2.3.2 As vogais no português

Os segmentos vocálicos são pronunciados com a passagem livre do ar pelo trato vocal, sendo este o aspecto fundamental que os diferencia das consoantes.

As vogais classificam-se quanto à altura da língua, arredondamento dos lábios e posição horizontal da língua. Quanto à altura, podem ser altas, médias-altas, médias-baixas e baixas; quanto ao arredondamento, podem ser pronunciadas com os lábios distendidos ou arredondados; quanto à posição horizontal da língua, podem ser anteriores, centrais ou posteriores.

Há outras classificações, consideradas secundárias, como a duração, o desvozeamento, a nasalização e a tensão.

Câmara Jr.(1977) propõe uma classificação para o sistema vocálico do Português tendo por base a posição da vogal quanto à tonicidade.

(18)

Posição tônica

altas	/u/		/i/	
médias	/o/		/e/	2º grau
médias	/ɔ/		/ɛ/	1º grau
baixa		/a/		

(Câmara Jr., op.cit., p.33)

Em posição tônica diante de nasal, desaparece a oposição média-alta, média-baixa, só ocorrendo as médias-altas.

Posição átona

O autor interpreta a perda de oposição e, conseqüentemente, a redução do número de vogais na posição átona como neutralização, perda de um traço distintivo que reduzirá dois fonemas a apenas uma unidade fonológica.

(19)

Posição pretônica

altas	/u/			/i/
médias		/o/		/e/
baixa			/a/	

(Câmara Jr., op.cit., p.34)

Temos a neutralização entre /o/ e /ɔ/, /e/ e /ɛ/.

Ex.: caf[ɛ] - caf[e]teira; p[ɔ] - p[o]eira

(20)

Posição postônica não-final

altas	/u/		/i/
médias			/e/
baixa		/a/	

(Câmara Jr., op.cit., p.34)

Nessa posição, ocorre a neutralização entre /o/ e /u/.

Ex.: árv[u]re por árvore

(21)

Posição postônica final

altas	/u/		/i/
baixa		/a/	

(Câmara Jr., op.cit., p.34)

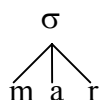
Nesse caso, a neutralização ocorre entre as médias e as altas, como em corp[u], pot[i] por *corpo, pote*.

Em sílabas fechadas (C)VC, no entanto, a neutralização não ocorre, mantendo-se o sistema de cinco vogais.

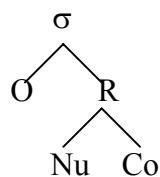
2.4 A estrutura silábica

Conforme Collischonn (1996), há duas correntes principais quanto à análise da estrutura silábica: a primeira é a desenvolvida por Kahn em 1976, a segunda, por Selkirk em 1982. Aquela, como vemos em (22), prevê que os segmentos estão ligados diretamente ao nó silábico, que o relacionamento entre os mesmos se dá de forma igual e que as regras atuam na sílaba como um todo. Esta, conforme (23), considera que o relacionamento entre os elementos se dá de forma diferenciada, havendo regras que são aplicadas em apenas um dos elementos: *onset* (O), rima (R), núcleo (N) ou coda (Co).

(22)



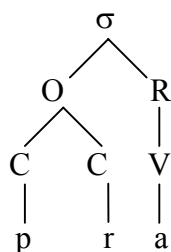
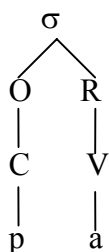
(23)



Questões pertinentes ainda são levantadas quanto à aplicação de regras em apenas um dos elementos silábicos, no entanto, cada vez mais, há evidências da validade da proposta de Selkirk. Na verdade, a estrutura interna da sílaba vem se mostrando relevante na representação de diferentes processos da língua, como atribuição de acento e ressilabificação.

Para Bisol (1989), um aspecto extremamente pertinente a ser considerado quanto à estrutura da sílaba é a classificação desta como leve ou pesada, uma vez que a atribuição de acento em determinadas línguas é sensível a esta classificação. Sílabas leves apresentam rima não-ramificada, constituída por apenas uma vogal, conforme (24); sílabas pesadas apresentam rima ramificada, constituída por duas vogais ou por vogal e consoante, conforme (25).

(24) Sílabas leves



(25) Sílabas pesadas



(Bisol, op.cit., p.187)

Bisol (op.cit) não classifica os ditongos decrescentes como constituintes de um núcleo ramificado na forma de superfície. Essa idéia é corroborada por Wetzels (2000)¹⁰ que reafirma o posicionamento do glide em coda silábica, argumentando que o PB é uma língua sensível ao peso silábico.

Neste trabalho, no entanto, assume-se que, mesmo posicionado em núcleo complexo, o ditongo continua constituindo sílaba pesada no PB. A única distinção entre uma sílaba constituída por núcleo complexo ou coda seria quanto ao seu *status* de sílaba aberta ou sílaba fechada. Conforme Fikkert (1997, p.52), *silabas pesadas não têm uma representação única; até certo ponto, representações diferentes podem resultar em sílabas pesadas*. Maiores considerações a esse respeito serão tecidas no Capítulo 5.

Considerando a estrutura silábica formada por *onset* e rima, ainda falta definir como poderemos distribuir a seqüência de segmentos nesta estrutura. Há duas propostas básicas: a primeira, criada por Harris em 1983, propõe que a distribuição seja feita através da aplicação de regras que seriam responsáveis pela formação de cada um dos elementos; a

¹⁰ Correspondência via email.

segunda, proposta por Hooper em 1976 e Itô em 1986, propõe condições universais para a formação da sílaba, sem que haja necessariamente um ordenamento dessas condições. Dentre as condições universais, é válido salientar:

- seqüência de sonoridade: a escala de sonoridade é fundamental para a distribuição dos segmentos na sílaba. O segmento mais sonoro ocupará o núcleo, o *onset* terá segmentos com sonoridade crescente em direção ao núcleo e a coda terá segmentos que decrescem em sonoridade em direção ao limite da sílaba.
- princípio do licenciamento prosódico: proposto por Itô em 1986, este princípio afirma que as unidades prosódicas de um nível devem estar associadas à estruturas prosódicas superiores. A hierarquia prosódica estabelece-se como: sílaba - pé - palavra fonológica - frase fonológica e enunciado, portanto, nenhum segmento ficará sem associação ao nó silábico. Caso ocorra, devido à qualidade do segmento, bem como a sua relação a outros segmentos, a sua não ligação a uma sílaba, dois mecanismos podem ser utilizados para que não haja a violação do licenciamento prosódico: epêntese e apagamento.

Há casos, no entanto, em que se faz necessária a atuação de filtros, condições paramétricas, para restringir a seqüência de determinados segmentos nas mais diferentes línguas do mundo, afinal, a estrutura da sílaba varia de língua para língua. No Português, por exemplo, temos filtros como: /ʌ/ e /ɲ/ não são usados em início de palavra, exceto em lhama e nhoque; /tʃ/, /dʃ/ e /vʃ/ são permitidos, mas só ocorrem em nomes próprios de origem estrangeira.

O molde silábico e a atuação de filtros é que determinarão o que é ou não possível quanto à disposição dos segmentos em cada uma das línguas. É válido salientar que, na OT, a estrutura silábica de uma determinada língua é estabelecida através do ranqueamento de restrições, inclusive envolvendo as restrições de coocorrência de segmentos e traços.

Antes de se fazer referência a respeito da estrutura silábica do Português, faz-se necessário mencionar os tipos de ditongos decrescentes que ocorrem nesta língua, uma vez que estes se constituem no objeto de pesquisa deste trabalho. Além disso, o posicionamento das vogais assilábicas tem gerado muita controvérsia nos vários trabalhos dedicados à estrutura silábica e à constituição dos ditongos. Considerações a respeito da estrutura silábica do PB estão contidas no Capítulo 5, uma vez que algumas sugestões serão tecidas devido ao resultado da análise dos dados do presente trabalho.

2.5 Ditongos orais decrescentes

De acordo com Câmara Jr. (1977), o ditongo decrescente apresenta um centro silábico polifonemático, constituído por uma vogal silábica e uma vogal assilábica, [j] ou [w]. O segmento que é considerado uma vogal silábica é aquele que recebe proeminência acentual, podendo, portanto, constituir uma sílaba independente. O mesmo não ocorre com a vogal assilábica, o glide, uma vez que esse não pode constituir pico silábico.

Conforme Câmara Jr. (1979), em latim havia basicamente o ditongo [aw], sendo os outros ditongos todos de origem românica. Os mesmos surgiram como resultado do

processo evolutivo da língua: (i) palavras formadas por hiato no latim clássico, como *deus* e *fui*, passaram a apresentar um ditongo decrescente; (ii) em palavras como *malu* e *magis*, houve o apagamento da consoante intervocálica quando seguida de vogal alta, surgindo formas com ditongos, como *mau* e *mais*; (iii) consoantes oclusivas, ocupando posição de coda medial, foram substituídas por vogais assilábicas, como em *lectu* e *octo*, para *leite* e *oito*. De acordo com o autor, uma das grandes tendências evolutivas do latim foi reduzir as sílabas travadas. Em *fructum*, *fruito*, *fruto*, uma seqüência CCVC, passa para uma seqüência CCVV e depois para CCV.

O autor classifica como ditongos orais decrescentes as seqüências de segmentos conforme (26):

(26)

[aj] - papai	[ɛj] - anéis	[ɔj] - mói
[aw] - mau	[ɛw] - céu	[iw] - riu
[ej] - lei	[oj] - boi	[uj] - fui
[ew] - seu	[ow] - sou	

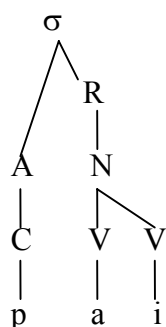
A seqüência [ɔw] é referida apenas com a vocalização do /l/ posvocálico, considerando-se, portanto, a existência de 11 ditongos decrescentes no Português.

2.5.1 Ditongos verdadeiros e ditongos falsos

Bisol (1994), ao investigar a forma subjacente que constitui os ditongos [aj], [ej] e [ow], classifica os ditongos em verdadeiros e falsos.

Por ditongo verdadeiro entende-se aquele que não é passível de redução, sendo constituído na forma subjacente por duas vogais, conforme (27); já o ditongo falso é o resultado do espraçamento do nó vocálico da consoante que o segue, possuindo, portanto, apenas uma vogal na forma subjacente, como vemos em (28).

(27) /pai/



(28) /pe]e/



É válido salientar aqui que, de acordo com essa classificação, a forma subjacente dos ditongos que sofrem variação, ao ser constituída por apenas uma vogal, retira desses a possibilidade de sofrer monotongação. Cabreira (1996) refuta essa proposta, pois vê esses ditongos como resultantes de um processo de assimilação, em que a semivogal é suprimida por apresentar traços fonológicos comuns às consoantes que a seguem.

Outras considerações teóricas serão tecidas no Capítulo 5, tendo em vista a contribuição dos dados analisados para a discussão dos pressupostos teóricos abordados no presente Capítulo.