O Processo Computacional e Explicativo de uma Interface de Redução entre Formalismos Gramaticais

Thiago Alexandre Salgueiro Pardo [1]

Lucia Helena Machado Rino

taspardo, lucia@dc.ufscar.br

Departamento de Computação
Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
Universidade Federal de São Carlos
Caixa Postal 676 13565-905, São Carlos - SP

Sumário

Este trabalho visa à exploração da possibilidade de redução entre os formalismos gramaticais DCG, LFG e GPSG de forma automática por meio de uma interface de auxílio à redução, com enfoque especial nos procedimentos lingüístico-computacionais adotados para a realização desse processo através da utilização de um módulo explicativo.

Palavras-Chave: Formalismos Gramaticais; Processamento de Línguas Naturais

[1] Projeto FAPESP No. 98/02521-6.

O Processo Computacional e Explicativo de uma Interface de Redução entre Formalismos Gramaticais

Sumário

Este trabalho visa à exploração da possibilidade de redução entre os formalismos gramaticais DCG, LFG e GPSG de forma automática por meio de uma interface de auxílio à redução, com enfoque especial nos procedimentos lingüístico-computacionais adotados para a realização desse processo através da utilização de um módulo explicativo.

1. Introdução

A pesquisa que dá origem a este trabalho contempla o estudo de três formalismos fundamentais ao processamento de línguas naturais (PLN), em especial, ao tratamento sintático na interpretação ou geração automática de textos, a saber: gramáticas de cláusulas definidas (ou DCG - *Definite-Clause Grammar*) (Pereira and Warren, 1980), gramáticas léxico-funcionais (ou LFG - *Lexical Functional Grammar*) (Kaplan and Bresnan, 1982) e gramáticas normativas (ou GPSG - *Generalized Phrase Structure Grammar*) (Gazdar et al., 1985). Esses formalismos foram contemplados por serem razoavelmente simples e expressivos, servindo ao propósito de se verificar o grau de correspondência entre os mesmos. Ao estudar a possibilidade de correspondência entre as características de dois formalismos, pretende-se obter subsídios para, p.ex., adaptar uma especificação formal em um formalismo (formalismo fonte) a uma especificação formal em outro (formalismo destino), que seja mais adequada para determinada aplicação ou determinado ambiente computacional. Essa correspondência será útil, p.ex., quando tivermos uma especificação em um formalismo que admite um grau de generalidade não representável no formalismo escolhido para fundamentar um sistema computacional, podendo, entretanto, ser adaptado ao formalismo de interesse. Essa adaptação é entendida como a incorporação de suas características à especificação sob enfoque, desde que respeitadas as normas de ambas as linguagens de representação (ie., tanto do formalismo fonte quanto do formalismo destino).

A esse processo de correspondência entre as características de dois formalismos chama-se processo de redução. Considera-se dois aspectos particulares para a redução entre um formalismo fonte e um formalismo destino: seu grau de dependência notacional e seu grau de dependência conceitual, isto é, sua correspondência em termos de linguagens de representação e sua correspondência em termos de poder expressivo, respectivamente. Assim, a redução entre dois formalismos pode ocorrer de forma completa ou parcial,

dependendo de sua caracterização notacional e conceitual. Diz-se que a redução completa é possível quando todos os recursos do formalismo fonte puderem ser transcritos ou mapeados nos recursos do formalismo destino, caso contrário, diz-se que a redução é parcial. O grau de completude de redução irá determinar a utilidade e a importância da correspondência entre os dois formalismos para um determinado contexto.

Neste artigo, é apresentada uma interface de auxílio à redução que permite ao usuário explorá-la para quaisquer pares de formalismos sob enfoque. Essa interface foi construída com vários objetivos, a saber: a) o de explorar a possibilidade de redução; b) o de fornecer subsídios ao usuário para a compreensão do processo de redução (p.ex., a forma como uma certa característica lingüística deve ser mapeada de um formalismo a outro); c) o de ilustrar como se dá o processo computacional durante a redução e d) o de permitir que, uma vez possível uma dada redução, o usuário tenha acesso a um módulo explicativo que fundamenta ou justifica gradativamente as decisões de redução. Desse modo, a interface pode ser utilizada tanto por usuários especialistas no assunto quanto por usuários leigos. Aspectos da exploração da interface segundo os objetivos (a) e (b) são apresentados em (Pardo e Rino, 1999a), sobretudo considerando usuários especialistas. Os demais objetivos foram contemplados posteriormente, com a extensão da interface visando usuários leigos, considerando que ela tem um grande potencial para fins didáticos, potencial este que será discutido aqui.

Apesar de abranger a redução entre os formalismos DCG, LFG e GPSG em qualquer ordem, neste artigo é focalizado, particularmente, o comportamento da interface para a redução LFG–GPSG. Entretanto, apresenta-se inicialmente algumas das características dos três formalismos (Seção 2) e os princípios e os problemas de redução entre os mesmos (Seção 3). A interface de auxílio à redução LFG–GPSG é apresentada na Seção 4, especialmente abordando os objetivos (c) e (d). Finalmente, seu potencial didático e possíveis melhorias do sistema são discutidos na Seção 5.

2. Os formalismos gramaticais DCG, LFG e GPSG

Os formalismos gramaticais DCG, LFG e GPSG, baseados na gramática livre de contexto (GLC), são especificados de forma suficientemente bem definida e estruturada para análise ou síntese de formações lingüísticas, permitindo a circunscrição controlada a problemas de manipulação lingüística com relativa similaridade de poder expressivo (Shieber, 1986). Em particular, os três abordam o problema de concatenação de componentes lingüísticos no nível superficial, possibilitando, assim, uma modelagem computacional clara.

Neste trabalho, as características dos formalismos são consideradas do ponto de vista de sua utilização na construção de sistemas de PLN e não do ponto de vista de teorias lingüísticas. Em particular, nesse contexto as seguintes características são importantes (Kaplan and Bresnan, 1982; Shieber, 1986): restritividade (domínio e estrutura bem definidos), expressividade (facilidade para expressar completamente as propriedades da língua ou de um subconjunto de construções lingüísticas, preferencialmente por meio de uma linguagem matemática), abrangência (recursos suficientes para observar os princípios de boa formação da língua) e nível de abstração (grau de dependência de informações precisas para a tomada de decisões durante o processamento lingüístico). O Quadro 1 sintetiza tais características, permitindo contextualizar a possibilidade de redução que será discutida na próxima seção. Neste quadro, a abrangência de um certo formalismo está representada pelas propriedades indicadas pela capacidade de representação e codificação da informação lingüística. Para detalhes sobre as características desses formalismos, vide (Pardo, 1999) e (Pardo e Rino, 1999b).

Quadro 1: Comparação das propriedades da DCG, LFG e GPSG

Formalismos **Propriedades**	**DCG**	**LFG**	**GPSG**
Restritividade	Sim	Sim	Sim
Expressividade	Média	Alta	Alta
Simplicidade	Média	Alta	Média
Capacidade de Representação	Alta	Alta	Alta
Monotonicidade	Sim	Sim	Não
Codificação da Informação Lingüística	+Léxico +Regras	+Léxico -Regras	+Regras -Léxico
Formato das Regras	Único	Único	ID-LP
Meta-regras	Inexistentes	Lexicais	Gerais
Controle de Formação de Estruturas	Argumentos	Esquemas	*Feature*s
Nível de Abstração	Baixo	Baixo	Alto

3. Princípios de redução entre DCG, LFG e GPSG

Este trabalho focalizou somente o caso de reduções simples, por exemplo, especificações gramaticais que não privilegiam coordenações, referências anafóricas ou dependências de longa distância, estas definidas por casos de elipses, comumente aparentes em perguntas ou orações relativas (Kaplan and Bresnan, 1986). Essa simplificação, em geral, se deve à

complexidade de representação em um formalismo (ou todos), conforme seu nível de abstração (vide Quadro 1).

Para a dependência notacional, são considerados os seguintes aspectos: a) a ocorrência de regras de formato único na DCG, que indicam tanto a dominância quanto a precedência entre os termos gramaticais, além de incluírem também as especificações lexicais; b) regras de formato único também na LFG, a qual, no entanto, representa independentemente as informações de ordem lexical, sendo estas responsáveis por expressar o nível de detalhe lingüístico em foco; c) as regras ID-LP na GPSG, que são regras de dominância imediata e regras de precedência linear. Além desses aspectos, vale notar ainda que a DCG e a LFG adotam o formato padrão da GLC em suas regras gramaticais, isto é, $A \rightarrow \beta$, para 'A' não terminal e 'β' uma forma sentencial qualquer, enquanto a GPSG utiliza a forma normal de Greibach, i.e., $A \rightarrow a\beta$, para 'A' não terminal, 'a' terminal e 'β' uma cadeia de símbolos não terminais.

Para a dependência conceitual, os seguintes aspectos são relevantes: a) a construção argumental na DCG, sendo este seu único recurso para especificações dessa natureza; b) a utilização de esquemas, restrições e condições na LFG, respectivamente usados para representar a estruturação superficial, as delimitações de significado ou forma e as condições de determinação de escolhas superficiais em função do contexto; c) o uso de *features* na GPSG, associadas tanto aos termos das regras quanto aos próprios itens lexicais, os quais são representados separadamente das regras.

A gramática DCG da Figura 1, por exemplo, pode ser reduzida para a gramática LFG da Figura 2 e para a gramática GPSG da Figura 3. Reduções no sentido inverso, para esses exemplos, também são possíveis.

sentença → sn(Número, Gênero), sv(Número).
sn(Número, Gênero) → determinante(Número, Gênero), substantivo(Número, Gênero).
sn(Número, Gênero) → pronome(Número, Gênero).
sv(Número) → verbo(Número).
determinante(singular, masculino) → [o].
substantivo(singular, masculino) → [menino].
Pronome(singular, feminino) → [ela].
verbo(singular) → [caiu].

Figura 1 – Gramática DCG

REGRAS:
sentença → sn sv
(↑Suj)=↓ ↑=↓
sn → { determinante substantivo
pronome }
sv → verbo

LÉXICO:
o: determinante, (↑Número)=singular
(↑Gênero)=masculino
(↑Det)=o
menino: substantivo, (↑Número)=singular
(↑Gênero)=masculino
(↑Pred)='menino'
ela: pronome, (↑Pred)='ela'
caiu: verbo, (↑Número)=singular
(↑Pred)='caiu<(↑Suj)>'

Figura 2 – Gramática LFG

REGRAS ID:

sentença → sn, H^2[-SUBJ]
sn → determinante, H^1
sn → pronome
N^1 → H[1]
sv → H[2]

REGRAS LP:

[SUBCAT] < ~[SUBCAT]
$N^2 < V^2$

LÉXICO:

< *o*, determinante, {}, **o'** >
< *menino*, [[+N][-V][BAR 0][SUBCAT 1][-PLU]], {}, **menino'** >
< *ela*, pronome, {}, **ela'** >
< caiu, [[-N][+V][BAR 0][SUBCAT 2][-PLU]], {}, **caiu'** >

Figura 3 – Gramática GPSG

Os princípios que regem, de forma geral, a redução entre os formalismos sob enfoque são os seguintes (organizados em grau crescente de complexidade):

a) Para a redução DCG–LFG

- os itens lexicais presentes na gramática DCG formam o léxico da gramática LFG;

- os argumentos presentes na gramática DCG que expressam dependência conceitual entre os constituintes de uma sentença são associados às entradas lexicais da LFG;
- os argumentos presentes na gramática DCG que não expressam dependência conceitual entre os constituintes de uma sentença podem ser mapeados para esquemas, condições e/ou restrições associados aos termos das regras da LFG;
- as regras gramaticais que não introduzem itens lexicais e que não apresentam disjunções na gramática DCG são mapeadas uma a uma para as regras gramáticais da LFG;
- as regras gramaticas que não introduzem itens lexicais e que apresentam disjunções na gramática DCG são mapeadas para uma única regra em LFG, a qual pode expandir em alguns termos opcionais pelo uso de parênteses e/ou em várias regras disjuntas, utilizando-se chaves;
- a todo termo não-terminal das regras gramaticais em LFG, excluindo os termos pré-terminais, é associado um esquema funcional.

b) Para a redução DCG–GPSG

- Primeiramente, deve-se percorrer as regras da DCG formatando-as de acordo com a forma normal de Greibach;
- Os termos das regras não lexicais (i.e., que não introduzem itens lexicais) que não são núcleos (*heads*) nem símbolos pré-terminais são mapeados diretamente na representação em GPSG. Caso o termo possua algum argumento que corresponda a alguma *feature* da GPSG, essa *feature* deve ser associada ao termo na GPSG;
- Os termos das regras não lexicais que são núcleos (*heads*) e não são símbolos pré-terminais, são mapeados na GPSG adotando-se a representação de núcleo (a letra H). Caso o termo possua algum argumento que corresponda a alguma *feature* da GPSG, essa *feature* deve ser associada ao termo na GPSG;
- Os termos das regras não lexicais que são símbolos pré-terminais (podendo também ser núcleos), são mapeados na GPSG pela letra H, juntamente com a *feature* SUBCAT associada a um índice que indica o tipo do item lexical (substantivo, verbo transitivo direto, verbo transitivo indireto, verbo bitransitivo, verbo intransitivo, verbo de ligação, adjetivo e preposição). Cada tipo deve ter um único índice associado. Assim, caso existam dois itens lexicais de categoria substantivo, ambos devem ser associados ao mesmo tipo e, portanto, a um único índice. Caso o termo possua algum

argumento que corresponda a alguma *feature* da GPSG, essa *feature* deve ser associada ao termo na GPSG;

- As regras que introduzem itens lexicais devem dar origem a modificações no léxico da GPSG pela inclusão de suas respectivas informações. O léxico deve conter também a classe de palavras à qual o item pertence, as formas amorfas (caso sejam especificadas na DCG) e a informação semântica. Caso a classe à qual o item lexical pertença seja substantivo, verbo, adjetivo ou preposição, a classe do léxico deve ser substituída pelas *feature*s que a representam, e, além disso, caso o termo que introduza o item lexical possua algum argumento que corresponda a alguma *feature* da GPSG, essa *feature* deve ser associada ao item lexical da GPSG;
- Por último, deve-se percorrer as regras da DCG selecionando-se relações de precedência que sejam válidas, isto é, que não sejam contrariadas posteriormente por outras regras. Com isso, monta-se as regras de precedência linear da GPSG.

c) Para a redução LFG–GPSG

- Primeiramente, as regras duplicadas, ou seja, aquelas que introduzem mais de uma derivação/interpretação possível através do uso de chaves {} e/ou (), devem ser desmembradas, retirando-se assim, a ambigüidade;
- Deve-se percorrer as regras da LFG formatando-as de acordo com a forma normal de Greibach;
- Os termos das regras que não são núcleos (*heads*) nem símbolos pré-terminais são mapeados diretamente em GPSG. Caso o termo possua algum esquema, restrição e/ou condição que corresponda a alguma *feature* da GPSG, essa *feature* deve ser associada ao termo na GPSG;
- Os termos das regras que são núcleos (*heads*) e não são símbolos pré-terminais são mapeados no núcleo H, na GPSG. Caso o termo possua algum esquema, restrição e/ou condição que corresponda a alguma *feature* da GPSG, essa *feature* deve ser associada a H na GPSG;
- Os termos das regras que são símbolos pré-terminais (podendo também ser núcleos) devem ser mapeados na letra H juntamente com a *feature* SUBCAT e um índice indicando o tipo do item lexical (substantivo, verbo transitivo direto, verbo transitivo indireto, verbo bitransitivo, verbo intransitivo, verbo de ligação, ..., adjetivo e preposição). Cada tipo deve ter um único índice associado, por exemplo, caso existam dois itens lexicais do tipo substantivo, ambos devem ser associados ao mesmo índice.

Caso o termo possua algum esquema, restrição e/ou condição que corresponda a alguma *feature* da GPSG, essa *feature* deve ser associada ao termo na GPSG;

- Deve-se percorrer as regras da LFG procurando relações de precedência que sejam válidas, ou seja, que não sejam contrariadas posteriormente. Com isso, monta-se as regras de precedência da GPSG;
- Por último, as regras que introduzem itens lexicais devem dar origem a modificações no léxico da GPSG, pela inclusão de suas respectivas informações. O léxico deve conter também a classe de palavras à qual o item pertence, as formas amorfas (caso sejam especificadas no léxico da LFG) e a informação semântica. Caso a classe à qual o item lexical pertença seja substantivo, verbo, adjetivo ou preposição, a classe do léxico deve ser substituída pelas *feature*s que a representam, e, além disso, caso o símbolo pré-terminal e/ou o próprio item lexical da LFG possua algum esquema, restrição e/ou condição que corresponda a alguma *feature* da GPSG, essa *feature* deve ser associada ao item lexical da GPSG;

Para reduções em sentido inverso aos apresentados acima, p.ex., LFG–DCG ou GPSG–LFG, os princípios acima podem ser aplicados de forma reversa. Para as construções gramaticais simples sob enfoque, a redução DCG–LFG (ou vice-versa) é completa, devido à compatibilidade da sintaxe desses formalismos, assim como à compatibilidade de representação do nível de dependência contextual entre seus componentes. O mesmo ocorre na redução DCG–GPSG, exceto que no caso inverso, pode-se perder expressividade devido ao alto nível de abstração da GPSG: a Teoria X-Bar e as meta-regras da GPSG não levam a recursos correspondentes na DCG. Já na redução LFG–GPSG, ou vice-versa, a redução pode ser completa, mas há perda de expressividade devido à incompatibilidade entre os recursos desses formalismos.

4. A interface de auxílio à redução

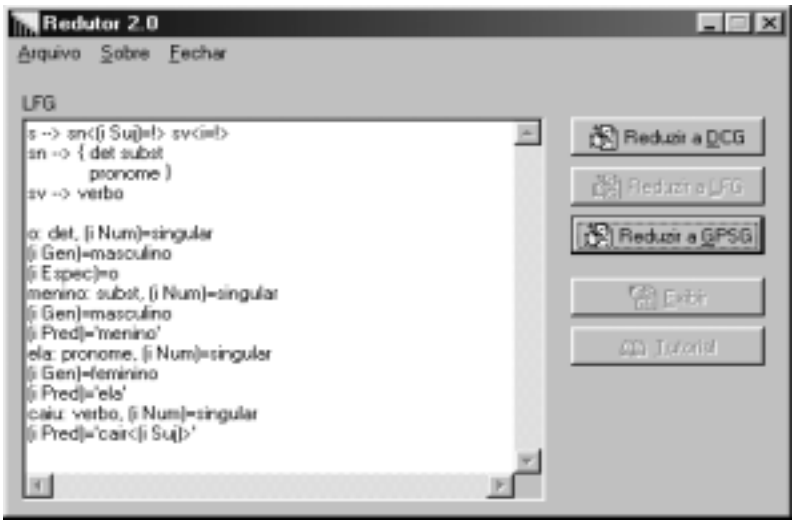
A interface de redução apresenta um ambiente híbrido, isto é, contempla ao mesmo tempo uma ferramenta de modelagem da redução e uma ferramenta de resolução de problemas, visando a comunicação com o usuário. Desse modo, o usuário pode especificar quando deseja que o sistema processe uma redução ou quando deseja que o sistema apresente explicações em relação a uma redução particular. A interface é, assim, cooperativa, no sentido de não interferir na comunicação (cf. discutido em (Valente, 1993) e (Russel & Novig, 1995)): é o usuário quem mantém total controle sobre suas diversas formas de

operação, migrando do ambiente de redução para o ambiente de explicação sempre que desejar.

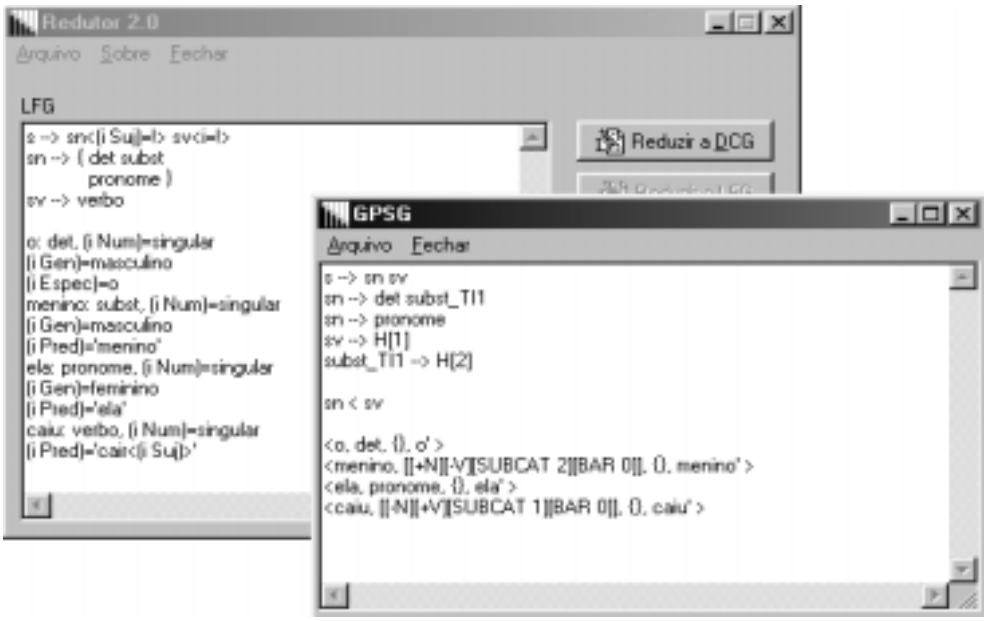
Esse sistema destina-se ao usuário leigo ou especialista, sendo que o especialista tem a função de detalhar as especificações gramaticais para produzir uma redução completa. Caso ele não intervenha, a interface produzirá somente reduções parciais, pois ela parte das características generalizáveis de cada formalismo envolvido. O processo de redução utiliza o máximo de informações coerentes que se apresentam disponíveis para os formalismos fonte e destino, independentemente de uma língua particular. Dessa forma, a ferramenta se aplica igualmente para o português.

O processo de redução LFG–GPSG é ilustrado a partir da Janela 1, cuja gramática LFG é reduzida à gramática GPSG da Janela 2. Como se pode notar, as janelas fonte e destino aparecem sobrepostas, permitindo ao usuário comparar o conteúdo gramatical, tanto na LFG quanto na GPSG.

Janela 1



Janela 2



É usada uma metalinguagem durante a redução, para especificações gramaticais de formalismos fonte de forma independente de sua linguagem de representação. A partir da representação nessa metalinguagem é gerada a especificação gramatical no formalismo destino. Essa metalinguagem admite uma generalização das características de cada formalismo e é similar a *frames*. Cada representação envolve dois tipos de frames: um para armazenar a sintaxe do formalismo fonte e outro para armazenar suas informações lexicais. Por exemplo, enquanto o Frame 1 é utilizado para compor a representação das regras gramaticais[2], o Frame 2 é utilizado para compor a representação dos itens lexicais, explicitando seus traços morfossintáticos e respectivos valores. Um traço sintático ocorre, por exemplo, na predicação do verbo, cuja subcategorização é indicada por (↑Pred) na LFG, com traços referentes ao caso agentivo ou objetivo.

Categoria
Características
Pré-terminal

Frame 1

Item Lexical
Categoria
Traços morfossintáticos
Valores dos traços

Frame 2

Assim, cada "frame gramatical" representa a informação contida em um único termo de uma regra, enquanto que cada "frame lexical" representa a informação de um único item lexical. Como exemplo, tomemos parte da especificação gramatical em LFG da Figura 2, transcrita a seguir:

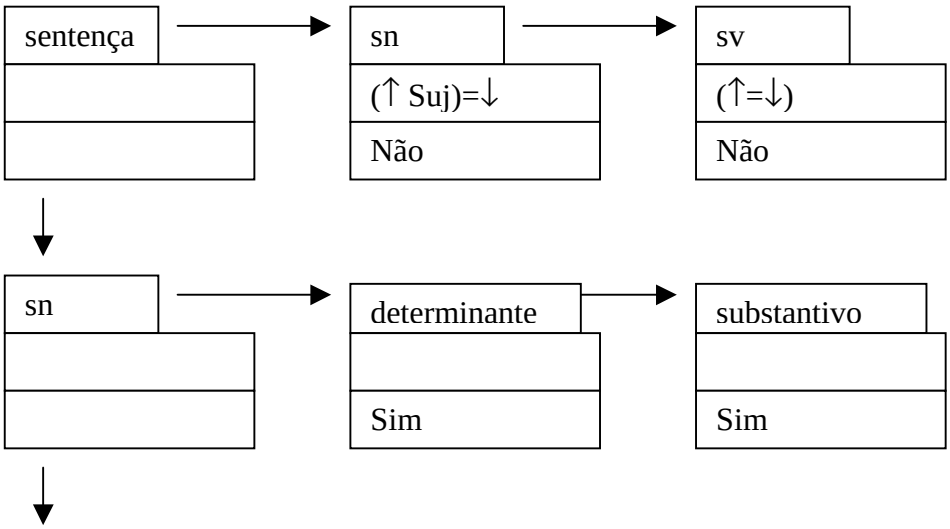
sentença → sn sv
(↑Suj)=↓ ↑=↓

sn → determinante substantivo

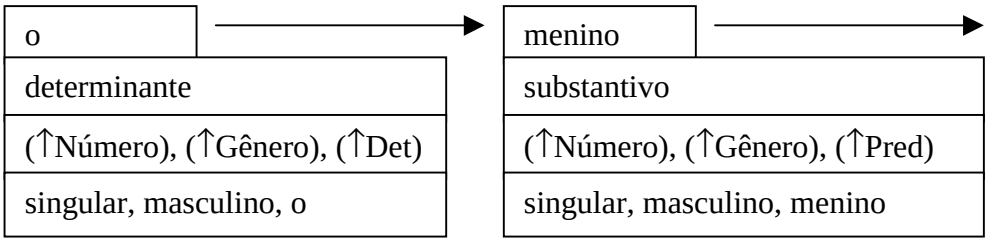
[2] A informação "pré-terminal" é usada para representar uma derivação simples de um símbolo não-terminal em seu item lexical.

A representação em metalinguagem correspondente é dada da seguinte forma:

a) Frame gramatical ("Sim" e "Não" indicam, respectivamente, se o termo é um pré-terminal ou não).

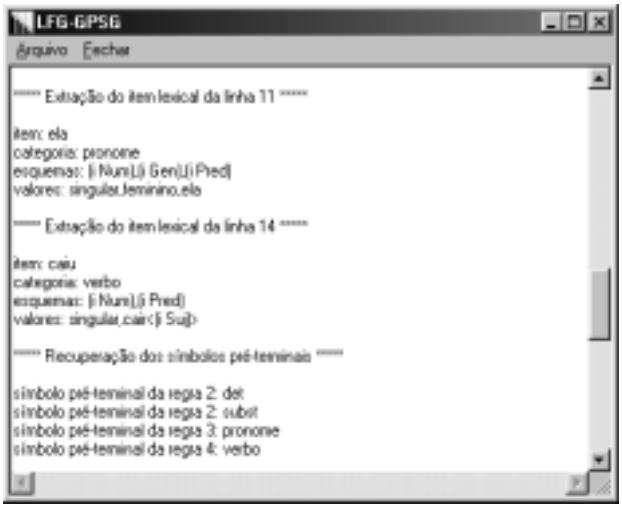


b) Frame lexical



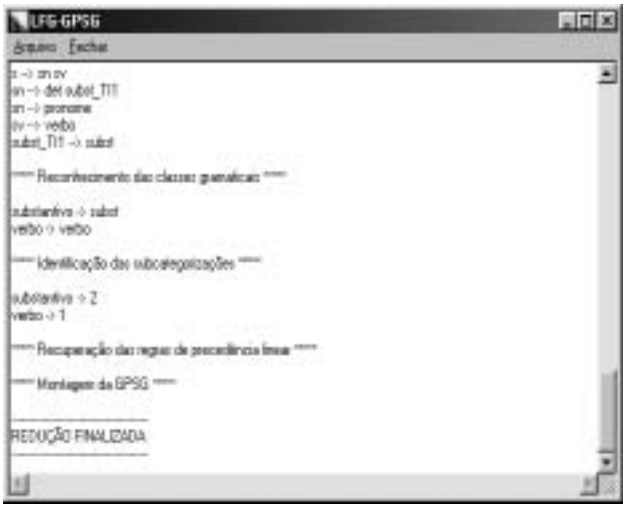
A interface de redução apresenta resultados intermediários a partir dos três passos seguintes: 1) Extração das informações disponíveis na representação fonte, produzindo a representação na metalinguagem (cf. ilustração acima); 2) Conversão da representação na metalinguagem para a representação destino; 3) Criação do módulo explicativo do processo realizado. O primeiro passo dá origem à parte do histórico de conversão referente ao processamento computacional da gramática fonte (Janelas 3 e 4). A conversão da representação na metalinguagem ao formalismo destino dá origem às explicações sobre a redução entre os dois formalismos, propriamente dita (Janelas 5 e 6) e, portanto, permite recuperar os critérios de correspondência formal entre os mesmos.

Janela 3



Janela 4

Janela 5



Janela 6

5. O potencial da interface de redução

Inicialmente construída com o objetivo de explorar a possibilidade de redução entre alguns formalismos gramaticais usados no PLN e de fornecer subsídios para a compreensão do processo lingüístico de redução, a interface se encontra, atualmente, em um estágio de desenvolvimento cujo potencial didático é visível, se considerada como ferramenta de apoio a cursos introdutórios sobre formalismos gramaticais ou sobre processos de redução entre os mesmos. Ilustrando o processamento computacional subjacente ao processo de redução e explicando gradativamente os fundamentos lingüísticos que permitem, p.ex., a redução LFG-GPSG, um estudante pode se familiarizar tanto com as características de um formalismo particular quanto com as restrições e potencialidades de redução entre diversos formalismos. Entretanto, mesmo considerando que a interface pode ser usada por um usuário leigo, é fácil notar que ela não se destina a um indivíduo que não tenha conhecimento lingüístico algum,

pois este não será sequer capaz de interpretar as informações apresentadas a partir de uma redução. É por essa razão que sua utilidade está no apoio complementar ao aprendizado.

Um aspecto de grande interesse encontra-se especialmente na flexibilidade da interface: projetada para ser independente de qualquer língua natural e contemplando somente aspectos formais das linguagens de representação, essa ferramenta pode ser usada em vários outros projetos. Por exemplo, na tradução automática: um cenário particularmente interessante seria o de traduções para a língua portuguesa pelo método de interlíngua. Seja o caso da tradução inglês-português: se houver necessidade de migração do formalismo de representação do inglês (p.ex., GPSG) para um formalismo de representação mais adequado para o português (p.ex., LFG), uma forma de obter a representação voltada ao português seria primeiramente reduzir a especificação original a uma especificação na metalinguagem da interface para, então, convertê-la ao formalismo destino. Desse modo, a própria metalinguagem da interface pode ser considerada uma interlíngua no processo de tradução.

Apesar de observarem-se tais áreas de aplicação para a ferramenta apresentada neste artigo, a ferramenta não foi projetada considerando-se alguma aplicação particular. Entretanto, qualquer um desses aspectos pode se valer, inclusive, do módulo explicativo já desenvolvido, aspecto este que reitera o potencial de tal ferramenta. Em relação à abrangência da mesma no contexto do PLN, deve-se verificar, no futuro, a questão da falta de garantia de completude de representação lingüística. Vale notar, porém, que qualquer um dos formalismos gramaticais existentes na literatura apresenta limitações em relação ao poder expressivo das línguas naturais e, por essa razão, não necessariamente se faz possível que a ferramenta apresentada seja menos limitada. Em relação aos seus objetivos de exploração, não se tem conhecimento de nenhum ambiente computacional que aborde a redução entre formalismos da forma como é apresentada aqui, ou seja, tratando especialmente as convenções notacionais e conceituais de cada par de formalismos sob enfoque e apresentando os critérios de redução independentemente da aplicação. Ao contrário, a maioria dos trabalhos existentes na literatura aborda aspectos específicos do tratamento lingüístico-computacional que restringem o potencial de utilização dos formalismos, particularizando-os de acordo com a aplicação. Este é o caso, p.ex., do compilador que "converte" entradas lexicais da HPSG (*Head-driven Phrase Structure Grammar*) para uma codificação de cláusulas definidas (Meurers and Minnen, 1997).

Até o momento, não foi feita nenhuma avaliação sistemática da utilidade dessa ferramenta. Esta deverá ser a próxima etapa do desenvolvimento deste trabalho: a ferramenta será disponibilizada a estudantes de graduação e pós-graduação em Letras ou Lingüística e

Ciência da Computação, a fim de se obter críticas tanto em relação ao processo computacional quanto em relação ao próprio processo formal de redução. Após avaliar o potencial educativo da ferramenta, pretende-se verificar sua extensão para tratar de fenômenos lingüísticos complexos tais como os citados na Seção 3. Além disso, o acoplamento de módulos contendo outros formalismos, p.ex., FUG (*Functional Unification Grammar*) (Kay, 1983) ou PATR-II (Shieber, 1984) também é de interesse e é possibilitado pelo projeto modular da ferramenta.

Referências Bibliográficas

Gazdar, G.; Klein, E.; Pullum, G.; Sag, I. (1985). *Generalized Phrase Structure Grammar*. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts.

Kaplan, Ronald M. and Bresnan, Joan (1982). Lexical-Functional Grammar: A Formal System for Grammatical Representation. In Joan Bresnan (ed.), *The Mental Representation of Grammatical Relations*. Cambridge, MA, MIT Press.

Kay, M. (1983). *Unification Grammar*. Technical Report, Xerox Palo Alto Research Center, Palo Alto CA.

Meurers, W. Detmar and Minnen, Guido (1997). A Computational Treatment of Lexical Rules in HPSG as Covariation in Lexical Entries. In *Computational Linguistics*, Vol. 23, Number 4, pp. 543-565. MIT Press, December.

Pardo, T.A.S. (1999). *Estudo comparativo dos formalismos gramaticais DCG e LFG*. Relatório Técnico RT-DC 001/99, Departamento de Computação, Universidade Federal de São Carlos.

Pardo, T.A.S. e Rino, L.H.M. (1999a). Uma interface para verificação da correspondência entre formalismos gramaticais. *Encontro Nacional de Inteligência Artificial'99*, XIX Congresso da Sociedade Brasileira de Computação - SBC'99. 20 e 21 de julho. PUC-RJ, Rio de Janeiro.

Pardo, T.A.S. e Rino, L.H.M. (1999b). *O Formalismo GPSG e sua Comparação com DCG e LFG*. Relatório Técnico RT-DC 002/99, Departamento de Computação, Universidade Federal de São Carlos.

Pereira, F.C.N. and Warren, D.H.D. (1980). Definite Clause Grammars for Language Analysis – A Survey of the Formalism and a Comparison with Augmented Transition Networks. *Artificial Intelligence*, 13, pp. 231-278.

Russel, S.J.; Novig, P. (1995). *Artificial Intelligence - A Modern Approach*. Prentice-Hall International Inc., pp.55-56.

Shieber, S.M. (1984). The Design of a Computer Language for Linguistic Information In *Proc. of the 10th International Conference on Computational Linguistics / 22nd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*, pp. 362-366. Standford, CA.

Shieber, S.M. (1986). *An Introduction to Unification-Based Approaches to Grammar*. University of Chicago Press, USA.

Valente, J.A. (1993). *Computadores e conhecimento: repensando a educação*. Gráfica Central da UNICAMP, Campinas.