

FORMALISMOS GRAMATICALES DE UNIFICACIÓN Y PROCESAMIENTO BASADO EN RESTRICCIONES

SERGI BALARI RAVERA

Universidad Autónoma de Barcelona

RESUMEN. *En este artículo ofrecemos un marco general para el desarrollo de una teoría del lenguaje fundamentada en la idea de gramática declarativa. A fin de preservar esta propiedad de las gramáticas, especialmente en el ámbito de un modelo de procesamiento, fijamos nuestra atención en los formalismos gramaticales de unificación. Dichos formalismos nos permiten llevar a cabo nuestros propósitos dentro de un marco que conjuga la adecuación descriptiva con unas bases formales coherentes, lo cual facilita la identificación de potenciales problemas y posibles vías de solución para ellos.*

PALABRAS CLAVE. *Gramáticas declarativas, formalismos de unificación, procesamiento del lenguaje natural.*

ABSTRACT. *In this paper we present a general framework for the development of a theory of language based on the idea of a declarative grammar. Assuming that declarativity is a good property for grammars, especially when thinking of processing models, we focus our attention to unification-based grammar formalisms. These formalisms give us the opportunity to establish a framework that combines descriptive adequacy and formal soundness, which makes easier to identify potential problems and possible solutions to them.*

KEYWORDS. *Declarative grammars, unification-based formalisms, natural language processing.*

1. INTRODUCCIÓN

En 1988, Noam Chomsky establecía una nueva agenda de objetivos para la teoría lingüística. La agenda se resume en cuatro preguntas, a saber:¹

- (1) a. ¿Qué es el conocimiento del lenguaje?
- b. ¿Cómo se adquiere el conocimiento del lenguaje?

- c. ¿Cómo se usa el conocimiento del lenguaje?
- d. ¿Cuáles son los mecanismos físicos que funcionan como soporte material de este sistema de conocimiento?

Cada una de estas preguntas define un programa de investigación completo y, en cierto modo, establece una división del trabajo dentro del marco general de las ciencias del lenguaje. Tenemos, primero (pregunta 1a), la necesidad de elaborar una teoría de ese sistema de conocimiento que llamamos lenguaje, de la gramática mental que posee todo individuo de nuestra especie, o, por utilizar una terminología más al uso, una teoría del lenguaje-I (cf. Chomsky 1986). En segundo lugar, es preciso llegar a comprender los mecanismos cognitivos que permiten explicar el desarrollo de ese sistema de conocimiento en el individuo, desde su nacimiento hasta la edad en que el proceso de adquisición se puede dar por concluido. Tercero, necesitamos un modelo de procesamiento que explique de qué modo ese sistema de conocimiento es utilizado por los hablantes oyentes en situaciones reales de comunicación. Finalmente, tarde o temprano habrá que ocuparse de los mecanismos neurológicos que son responsables de ejecutar los diferentes procesos cognitivos que hemos enumerado.

Evidentemente, Chomsky también establece una serie de prioridades: la tarea principal del lingüista consiste en construir una teoría del sistema de conocimiento. Sin embargo, toda teoría precisa de un marco de evaluación, unos criterios que nos permitan seleccionar la ‘mejor’ gramática de entre las muchas posibles. Tradicionalmente, se ha considerado que el grado máximo de adecuación a que puede aspirar una teoría de la gramática es aquel que proporciona una explicación para lo que se ha venido a denominar *el Problema Lógico de la Adquisición del Lenguaje*. Para Chomsky, pues, las preguntas (1a) y (1b) definen los objetivos principales e indisociables que debe perseguir el lingüista, lo cual relega a un segundo plano los programas de investigación definidos por (1c) y (1d). La consecuencia inmediata de esta relación de fuerzas es que ni los modelos de procesamiento ni los modelos neurológicos pueden, en principio, establecer restricciones sustantivas muy fuertes sobre la gramática; en todo caso sería al revés, de modo que, por ejemplo, los modelos de procesamiento deberían ser capaces de acomodar una determinada organización del conocimiento gramatical establecida *a priori* en función de las restricciones sustantivas impuestas por (1a) y (1b). A continuación analizamos brevemente algunas consecuencias que ello puede tener para la teoría del procesamiento.

1.1. *Procesamiento basado en principios*

Con el término de *Procesamiento Basado en Principios* (Principle-based Parsing; en adelante PBP) se designa a toda una familia de modelos de procesamiento cuyo principal objetivo es implementar directamente la idea de Chomsky de que la gramática es un sistema modular de principios y parámetros (cf., por ejemplo, Chomsky y Lasnik 1995). Según Robert Berwick, uno de los principales defensores

de este enfoque, “principle-based parsing replaces the traditionally large set of rules used to parse sentences on a language-by-language basis with a much smaller, fixed set of parametrized, universal principles. The principles interact deductively to replace many rules” (Berwick 1991: 115). En la figura 1 tenemos una representación esquemática de los dos enfoques que Berwick compara (Berwick 1991: 118).

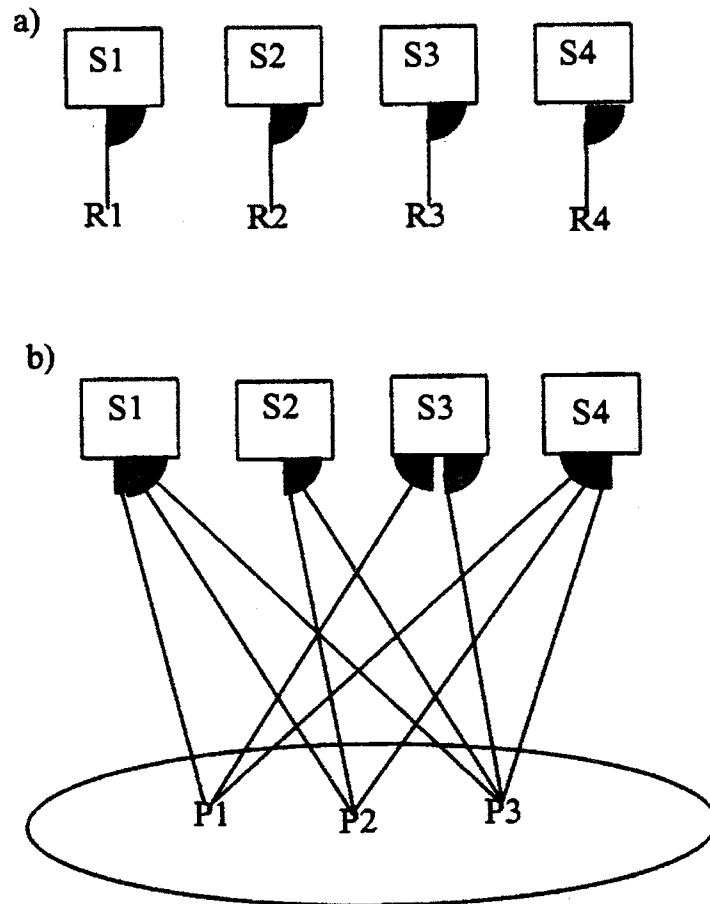


Figura 1. a) *Procesamiento basado en reglas: cada regla o conjunto de reglas (R_n) se ocupa de una construcción determinada (S_n); b) *Procesamiento basado en principios: los principios (P_n) son independientes del tipo de construcción, su acción combinada legítima en cada caso uno u otro tipo de construcción.**

A primera vista, el modelo de principios-filtro que nos sugiere Berwick tiene una importante ventaja sobre los modelos clásicos dirigidos por reglas constructivas: el primero, a diferencia de los segundos, encaja perfectamente dentro de la agenda chomskyana al permitir una separación entre lo que es estrictamente una teoría de las representaciones y una teoría de cómo se construyen dichas representaciones. Ello se debe fundamentalmente a la interpretación que se da al concepto de principio, que sería una mera declaración de buena formación respecto a un determinada característica de los objetos lingüísticos (e.g., posición relativa núcleo-complemento). Así, el conjunto de principios, la gramática, define, intensionalmente, el conjunto de

objetos lingüísticos bien formados, pero no incluye ninguna restricción sobre los pasos que un hipotético sistema de procesamiento debería seguir para obtener cada uno de esos objetos. Desde un punto de vista metodológico, podemos imaginar que los principios se aplican todos a la vez sobre una representación dada a fin de determinar si ésta es gramatical o no, lo cual equivale a decir que no existe un orden intrínseco entre los diferentes principios de la gramática: cualquier orden dará el mismo resultado. El modelo es, pues, declarativo, una propiedad que la mayoría de lingüistas, psicólogos y estudiosos de la computación consideran fundamental.

El modelo que Berwick critica no posee esta propiedad, ya que las reglas tienden a interpretarse como instrucciones de un proceso, lo cual tiene como consecuencia la atribución de un orden específico de aplicación de éstas. No es este el lugar para desarrollar una crítica detallada de los sistemas basados en reglas, pero, como el propio Berwick nos advierte en el artículo citado (1991: 117), estos sistemas son poco flexibles, demasiado específicos, demasiado frágiles, demasiado difíciles de mantener y demasiado grandes. Por otra parte, la mayoría de los algoritmos de procesamiento se ejecutan como una función del tamaño de la gramática, de modo que a medida que el número de reglas aumenta, la eficiencia del sistema disminuye.

En toda esta discusión está implícito un asunto que tiene una cierta importancia para la teoría de la gramática: la relación que existe entre ésta y el procesador. En este punto conviene aclarar que si bien una teoría de la gramática puede, en principio, ser independiente de una teoría del procesamiento, un modelo de procesamiento necesariamente tiene que intentar responder la pregunta de qué relación existe entre la gramática y el procesador. Por ejemplo, una gramática no-declarativa basada en reglas podría interpretarse como una parte propia del procesador según un esquema como el de la figura 2.

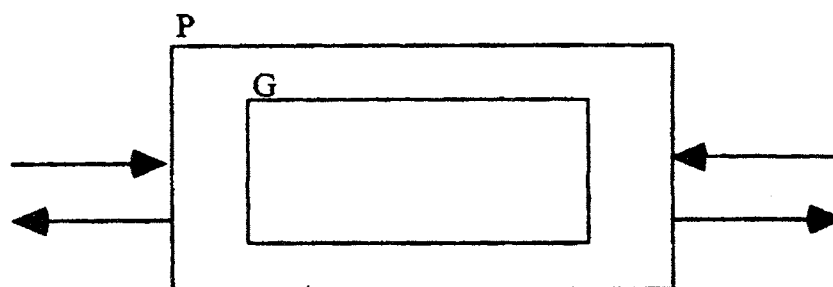


Figura 2. La gramática (G) como parte propia del procesador (P).

De acuerdo con esta interpretación, las reglas de la gramática son un subconjunto propio del conjunto total de instrucciones que gobiernan el funcionamiento del procesador.

La idea de principio en tanto que declaración de buena formación lleva implícita una idea muy distinta de cuál debe ser esta relación. Esquemáticamente, la representamos en la figura 3.

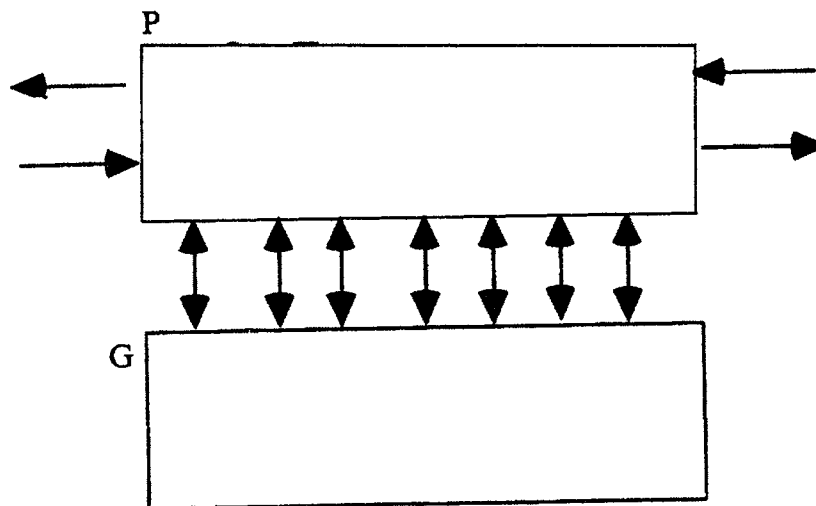


Figura 3. La gramática (G) es independiente del procesador (P) y ambos interactúan.

En la figura 3 tenemos una gramática y un procesador que son independientes en el sentido de que su estructura es distinta. El procesador es un mecanismo dinámico, ejecuta un conjunto de instrucciones ciegamente y consulta la gramática, la cual ejerce de mecanismo de control del trabajo efectuado por el procesador. Los principios de la gramática, al ser declaraciones de buena formación, van sancionando o rechazando las representaciones que construye el procesador. Sin entrar en detalles, podemos concebir el procesador como un generador de hipótesis y la gramática como la encargada de determinar qué hipótesis deben ser aceptadas y que hipótesis no.

Ante las evidentes ventajas teóricas de un modelo como el esquematizado en la figura 3 es inevitable preguntarse hasta qué punto es posible ponerlo en práctica. No hace falta un análisis muy detallado del trabajo llevado a cabo por Berwick y sus asociados en el marco del PBP (véanse, por ejemplo, los artículos recopilados en Berwick, Abney y Tenny, eds. 1991) para llegar a la sorprendente conclusión de que un sistema como el descrito no parece ser realmente posible. Veamos por qué.

El principal problema que presenta un sistema como el de la figura 3 se centra en el diseño del procesador. Éste debe poseer alguna capacidad *constructiva* para generar las representaciones que la gramática declarativa debe sancionar. En su propia reflexión sobre el problema, Berwick analiza tres estrategias básicas de implementación de un sistema de principios, que enumeramos en (2):

- (2) a. Implementación directa
- b. Implementación indirecta por traducción débil
- c. Implementación indirecta por traducción fuerte

En palabras de Berwick (1991: 138),

there is at least a strong and a weak sense of how a system might 'use' a set of principles. In a strong sense, the principles might be literally represented as

such, individually, and used directly on line as data structures for parsing. For example, this is roughly how the rules of a context-free grammar might be used in, say, Earley's algorithm. [...] In a weaker sense, principles might be *interpreted*.

Dos puntos nos interesan aquí: en primer lugar la analogía entre implementación directa y uso de una gramática independiente del contexto por un algoritmo de Earley, lo cual nos hace ver que implementación directa equivaldría a reinterpretar procedualmente, aunque sin alterar su estructura, todos los principios de la gramática a fin de obtener un sistema que, esencialmente, sería como el esquematizado en la figura 2. En segundo lugar, nos interesa la idea de interpretación o traducción de los principios. Según Berwick, tan pronto como se efectúan sustituciones o transformaciones que destruyen los niveles de representación descritos por la gramática, los principios se están usando de manera indirecta. Como vemos en (2), la implementación indirecta puede ser de dos tipos en función de qué traducción (i.e., compilación) se haga de los principios. En los casos de traducción débil se respeta, en cierto modo, la estructura del modelo ejemplificado en la figura 3, ya que la gramática declarativa funciona como una metagramática que el procesador consulta según sus necesidades y que un intérprete traduce principio a principio en instrucciones que pueden ser utilizadas por el procesador. En seguida veremos que éste es el modelo preferido por los defensores del PBP, ya que permite construir un sistema cuya estructura es parcialmente la ideal (véase figura 4), donde algunos principios funcionan realmente como tales, mientras que otros son reinterpretados procedualmente.

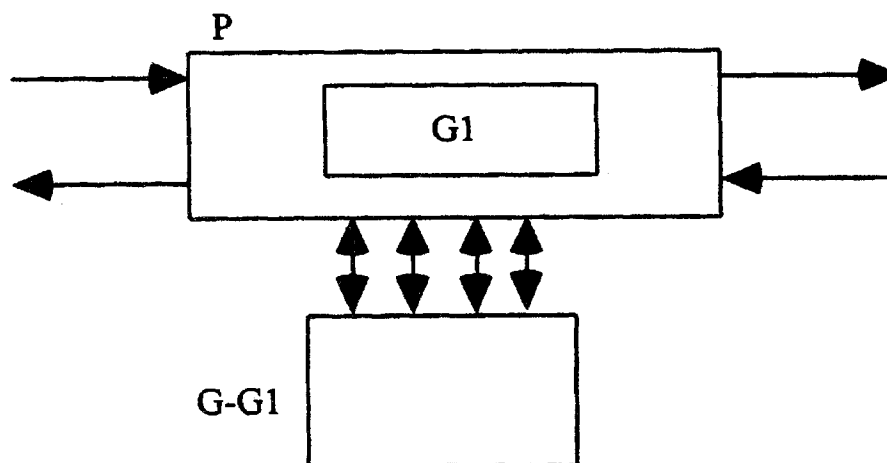


Figura 4. Modelo de implementación indirecta donde un subconjunto de la gramática G es reinterpretado procedualmente.

Finalmente, la segunda estrategia de implementación indirecta supone una compilación previa de toda la gramática declarativa mediante un procedimiento computacional que la transforma para ser utilizada directamente en el procesamiento.

La diferencia fundamental con el caso anterior es que la traducción comporta la generación de un conjunto de instrucciones para el procesador que no respetan la estructura original de la gramática. Un ejemplo clásico de esta estrategia es el analizador de Marcus (Marcus 1980) el cual implementa indirectamente el modelo transformacional de rección y ligamiento. Por ejemplo, este sistema posee una regla que inserta una huella justo detrás de un verbo siempre que éste esté marcado como pasivo, pero, como podrá comprobar el lector, esto no es más que una simulación del análisis de la pasiva basado en el movimiento del SN asumido por la teoría, ya que, en dicho modelo, no existe ninguna regla que diga explícitamente ‘insértese una huella detrás de un verbo con morfología pasiva’, sino que ello es consecuencia de una serie de principios que fuerzan su presencia.

De este breve repaso de las diferentes estrategias de implementación parece desprenderse que quizá el PBP no sea una idea tan buena después de todo. Quizá debamos conformarnos con mantener la declaratividad como una propiedad que las gramáticas poseen ‘sobre el papel’, pero que nunca pueden conservar enteramente en una implementación. Sin embargo, un examen más detallado del problema nos hace intuir que quizá ello se deba a que determinadas gramáticas poseen ciertas propiedades que hacen muy difícil (¿imposible?) su interpretación en términos declarativos. Un ejemplo claro de ello nos lo proporcionan el propio Berwick y sus colaboradores en las diversas descripciones de sistemas de procesamiento basados en principios que éstos han publicado. Por ejemplo, Berwick (1991: 134) sugiere que los principios del modelo de Principios y Parámetros se dividan en dos grandes grupos: generadores y filtros. Los primeros serían aquellos que producen estructuras posibles (X-barra, movimiento, ligamiento), mientras que los segundos se encargarían de validar o rechazar esas estructuras posibles (Filtro de Caso, Criterio Temático, Principio de la Categoría Vacía, teoría de la localidad). De acuerdo con esta interpretación, por tanto, el sistema de procesamiento más simple es aquel que se organiza como una secuencia de módulos que integran diferentes principios y, como apunta el propio Berwick (1991: 135), dado que la mayoría de las restricciones son sensibles a unas determinadas configuraciones y no otras, existen muy pocas maneras posibles de ordenar dichos módulos. Esquemáticamente, el modelo descrito podría representarse como en la figura 5, como una versión más detallada del modelo de la figura 4.

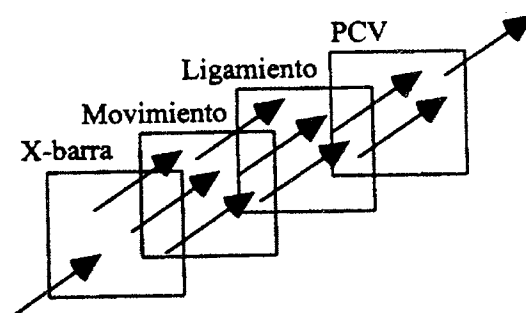


Figura 5. Esquema de módulos en cascada para un analizador basado en principios.

Resulta evidente que el modelo propuesto por Berwick no es declarativo, ya que dicha propiedad, aunque existiera sobre el papel, se pierde tan pronto como se introduce la aplicación secuenciada de los diferentes módulos. Sin embargo, no cabe duda de que es la propia arquitectura de la gramática la que invita a hacer una interpretación de los principios como la que hace Berwick.²

Ante esta situación tenemos dos alternativas: (i) Restar importancia al hecho de que una gramática sea o no declarativa; o (ii) Cuestionar toda aquella teoría de las representaciones cuya interpretación en términos declarativos sea imposible. lógicamente, Berwick se inclina por la primera opción e incluso cita ejemplos (e.g., la fonología) que parecen indicar que su interpretación en términos declarativos no es deseable.

La postura de Berwick es coherente con la agenda de Chomsky que exponíamos al principio, ya que la piedra de toque de los modelos chomskyanos es el problema de la adquisición, no el problema del procesamiento. Cualquier actitud que nos situara en la segunda de las posibilidades nos obligaría también a cuestionar la prioridad epistemológica del problema de la adquisición para otorgársela a lo que podríamos denominar *Problema Computacional del Procesamiento del Lenguaje*. En el siguiente apartado nos ocupamos de este cometido con el objetivo principal de presentar una teoría de las representaciones plenamente declarativas.

2. GRAMÁTICAS BASADAS EN RESTRICCIONES

Según proponíamos al final de apartado anterior, supongamos que modificamos ‘la agenda de Chomsky’ y concedemos prioridad epistemológica al Problema Computacional del Procesamiento del Lenguaje, desplazando a un tercer lugar el Problema Lógico de la Adquisición del Lenguaje. En este artículo me limitaré a asumir este cambio de agenda y no me extenderé en detallar las motivaciones que me conducen a hacerlo. Sí observaré, no obstante, que todo proceso cognitivo de adquisición de alguna competencia comporta, necesariamente, la puesta en marcha de mecanismos de procesamiento de la información, mientras que el caso inverso no es necesariamente cierto. Por tanto, si adquirir implica necesariamente procesar, pero procesar no comporta necesariamente adquirir, no parece tan descabellado explorar la alternativa que aquí se propone, más aún si dicha alternativa nos permite conservar la declaratividad de las gramáticas en un modelo de procesamiento.³

2.1. *La estructura lógica de la teoría lingüística*

Seguiré siendo fiel al espíritu generativista de considerar que la teoría de la gramática es una teoría de la competencia, distinta de una teoría de cómo se usa esa competencia. Así pues, las bases que aquí expondré para una teoría de la gramática

serán las bases para una teoría de las representaciones, aunque en ella estará el germen de lo que posteriormente será una teoría de cómo se construyen las representaciones.

Siguiendo (libremente) a Pollard y Sag (1994: cap. 1) asumiré que la estructura de la teoría se ajusta al esquema básico de cualquier teoría científica que tenemos en la figura 6.

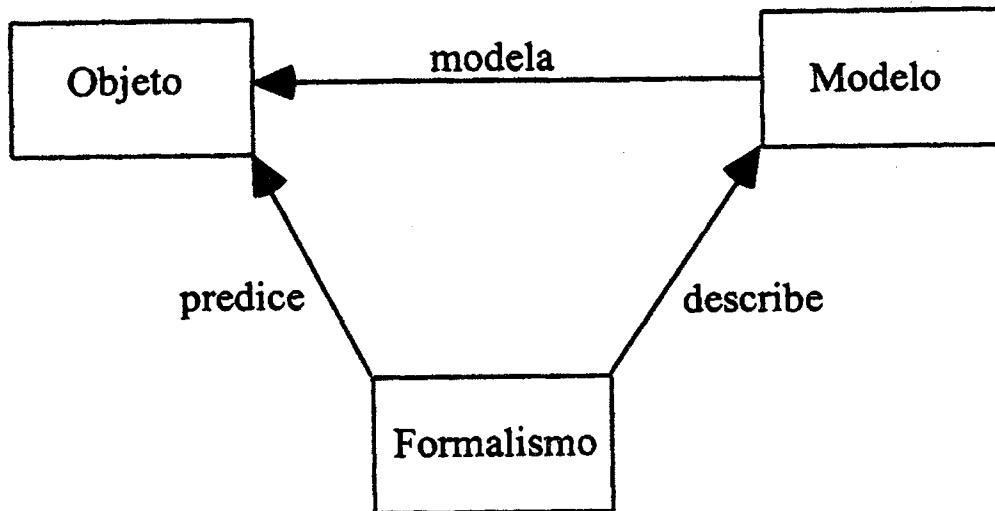


Figura 6. Estructura de una teoría científica

Es decir, toda teoría asume la existencia de un objeto, para el cual se elabora un modelo (generalmente matemático) cuyas propiedades se suponen equivalentes a las del objeto real. Toda teoría posee, además, un lenguaje, un formalismo mediante el cual se expresan proposiciones sobre el modelo. En este sentido, la relación entre formalismo y modelo es semántica, ya que cualquier fórmula construida de acuerdo con la sintaxis del formalismo tiene una interpretación en el modelo; las expresiones en el lenguaje formal son, pues, descripciones (verdaderas o falsas) de los objetos del modelo. Finalmente, en virtud de la relación que el formalismo mantiene con el modelo y la que éste mantiene con el objeto real, el formalismo posee un cierto poder predictivo en relación con las propiedades del objeto real.

Cualquier teoría científica puede encajar, en principio, dentro de este esquema. Hagamos, pues, el ejercicio de trasladarlo a una teoría del lenguaje. Para llevar a cabo este ejercicio, propongo que lo hagamos en dos pasos: primero sin pensar en un formalismo ni un modelo concretos, y segundo aportando una propuesta más precisa sobre ambos.

Supongamos, por tanto, que disponemos de un formalismo. En este lenguaje expresaremos reglas, restricciones, principios, etc., que harán referencia a diversos aspectos de las representaciones. Cada una de estas declaraciones de buena formación (no olvidemos que nuestra gramática es, al menos sobre el papel, declarativa) es una descripción parcial (esperemos que verdadera) de algún aspecto determinado de una representación bien formada. De hecho, cada declaración describe un conjunto de

representaciones o, si se prefiere, cada declaración denota el conjunto de representaciones para las cuales la descripción es verdadera. Siguiendo con este razonamiento, el conjunto completo de declaraciones describe (denota) un conjunto, el conjunto de todas las representaciones bien formadas. Como habrá podido observar el lector familiarizado con la teoría de las gramáticas formales, esta descripción está dentro de la más pura ortodoxia: una gramática (conjunto de reglas) define un lenguaje (conjunto de oraciones). Por tanto, el modelo es un modelo de las representaciones u oraciones bien formadas (gramaticales) de la lengua. Estrictamente hablando, el modelo es un modelo de tipos oracionales, es decir, en él hallamos la representación tipo de las oraciones ‘Juan ama a María’, ‘María lee un libro’, etc., y así hasta el infinito. Crucialmente, el modelo no es un modelo de los enunciados, entendidos éstos como ejemplares asociables a uno de los tipos oracionales que define la gramática. Esta distinción entre tipos (oraciones) y ejemplares (enunciados) es útil en la medida que nos permite identificar unos objetos teóricos únicos (las oraciones) y unos objetos ‘reales’ (los enunciados) cuyo número es infinito; cada oración define (o es) un tipo, del cual existen, han existido y existirán infinitos ejemplares:⁴ muchos han proferido ya el enunciado ‘Juan ama a María’, muchos lo están profiriendo en este momento y aún muchos los proferirán en el futuro, pero todos y cada uno de estos infinitos enunciados nos remiten a un único tipo oracional.⁵

Llegados a este punto, se podría objetar que estoy cayendo en una contradicción al defender una lingüística de carácter mentalista y definir un objeto (el conjunto de representaciones tipo) que, claramente, no es mental (ni tiene sentido que lo sea). Aparentemente es así, ya que este conjunto no es ni el lenguaje-I de Chomsky (la gramática) ni el lenguaje-E (el conjunto de enunciados), sino que es una entidad abstracta equiparable al conjunto de los números naturales o al conjunto de las óperas de Puccini.⁶ Es posible que no sea demasiado interesante discutir sobre cuál es el estatus ontológico del conjunto de representaciones tipo, aunque sí es metodológicamente saludable reconocer que ésta es una consecuencia necesaria de asumir un determinado tipo de objetos formales (las gramáticas) como instrumentos básicos de la investigación lingüística. El propio Chomsky hace frecuentes referencias a este conjunto en sus trabajos más recientes, por ejemplo:

a language specifies an infinite range of symbolic objects, which we call structural descriptions (SDs). We may think of the language, then, as a finitely specified generative procedure (function) that enumerates an infinite set of SDs. Each SD, in turn, specifies the full array of phonetic, semantic, and syntactic properties of particular linguistic expressions. (Chomsky y Lasnik 1995: 14-15)

Bien, y ¿qué hay de la gramática, el lenguaje-I, que parece habérsenos perdido por el camino? No olvidemos que para definir el conjunto de representaciones tipo, hemos construido una gramática: el conjunto de declaraciones de buena formación expresadas en el lenguaje de nuestro formalismo es una gramática y podemos

interpretarla, a su vez, como un modelo del sistema de conocimiento que posee todo hablante. Sólo nos queda evaluarla. Sabemos que es descriptivamente adecuada (define el conjunto de representaciones tipo), falta saber si es también explicativamente adecuada y todo depende del paradigma de explicación que escojamos. Chomsky sugiere uno: la gramática debe dar una respuesta satisfactoria al Problema Lógico de la Adquisición del Lenguaje; aquí propondré otro: la gramática debe dar una respuesta satisfactoria al Problema Computacional del Procesamiento del Lenguaje. Veamos cómo puede ser una teoría que posea estas propiedades.

2.2. *La teoría de las representaciones*

El plan para este apartado es el siguiente: en primer lugar definiré las propiedades matemáticas de las estructuras de rasgos. Éstas son el tipo de objetos formales que los diversos modelos gramaticales de unificación asumen como entidades más apropiadas para modelar las representaciones tipo. En segundo lugar, pasaré a ocuparme de las propiedades generales de un formalismo mediante el cual pueden expresarse fórmulas cuya denotación está en el conjunto de estructuras de rasgos. En este punto introduciré un lenguaje de usuario común a la mayoría de modelos gramaticales de unificación y útil para expresar sobre el papel las descripciones de las estructuras de rasgos (i.e., las declaraciones de la gramática). Finalmente, dadas algunas propiedades cruciales del formalismo, presentaré las propiedades generales de un modelo de la gramática desarrollado según los principios expuestos anteriormente. Dejo para el apartado final de este artículo el esbozo de un modelo de procesamiento basado en gramáticas declarativas como las presentadas aquí.

2.2.1. *Las estructuras de rasgos tipificadas*

La lingüística contemporánea siempre ha hecho un uso más o menos extensivo de los rasgos como herramientas formales útiles para expresar determinadas propiedades de los objetos lingüísticos. Así, por ejemplo, en fonología es práctica común considerar los fonemas como entidades no atómicas cuya estructura interna es un conjunto o haz de rasgos con la función de expresar formalmente el conjunto de propiedades que distinguen un fonema de todos los demás dentro del inventario de fonemas de una lengua. En semántica, los modelos de descomposición léxica también han intentado representar el significado de las palabras apelando a un conjunto finito de primitivos semánticos cuya combinación en haces similares a los haces de rasgos fonológicos daría lugar a los diferentes significados léxicos. También la sintaxis ha usado rasgos, principalmente en la representación de la estructura interna de las categorías sintácticas: de todos es conocida la tradicional división cuatripartita en verbos, nombres, adjetivos y adposiciones fruto de los rasgos $[\pm N, \pm V]$.

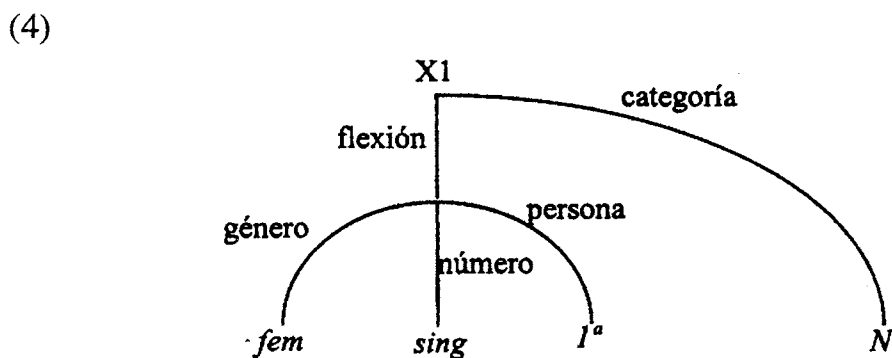
Una característica común a todos estos enfoques (deudores directos de la noción de relación de oposición de la lingüística estructural) es la de utilizar rasgos con una

estructura muy simple. Efectivamente, por lo general, un rasgo se concibe como un par atributo-valor donde el atributo expresa una propiedad (e.g., sonoro, animado, N) y el valor es un átomo, generalmente booleano, que añade información sobre la propiedad denotada por el atributo. Así, nos encontramos con rasgos como [+sonoro], [-animado] o [+N], y, menos frecuentemente, con rasgos como [persona=1ª], [número=singular], etc. Los lingüistas sólo recientemente han caído en la cuenta de la posibilidad de que los rasgos sean recursivos, es decir, que su valor pueda ser también un haz de rasgos y no sólo un átomo. Así, empezamos a encontrar descripciones como la de (3), cuya interpretación podría ser la siguiente: 'existe un nombre que posee la propiedad de la FLEXION, la cual incluye las categorías morfológicas de PERSONA, NÚMERO y GÉNERO, y el tipo de persona es 1ª, el tipo de número es *singular* y el tipo de género es *femenino*'⁷:

$$(3) \left[\begin{array}{l} \text{categoría } N \\ \text{flexión} \left[\begin{array}{l} \text{persona } 1 \\ \text{número } sg \\ \text{género } fem \end{array} \right] \end{array} \right]$$

Con este pequeño cambio, el poder expresivo de los sistemas basados en rasgos aumenta notablemente y es, de hecho, el responsable de que desde principios de los años ochenta hayan florecido los modelos gramaticales que rechazan el concepto de transformación como herramienta formal básica para expresar numerosos fenómenos lingüísticos en favor de los rasgos complejos como alternativa que no pone en peligro la declaratividad de las gramáticas.⁸

Un elemento en común a todos estos modelos es la adopción de las estructuras de rasgos como las entidades matemáticas utilizadas para modelar los objetos lingüísticos. Las estructuras de rasgos son grafos cuya geometría representa la relación que existe entre el atributo y el valor de un rasgo determinado. Así, la estructura de rasgos (parcial) descrita por (3) sería el grafo representado en (4):



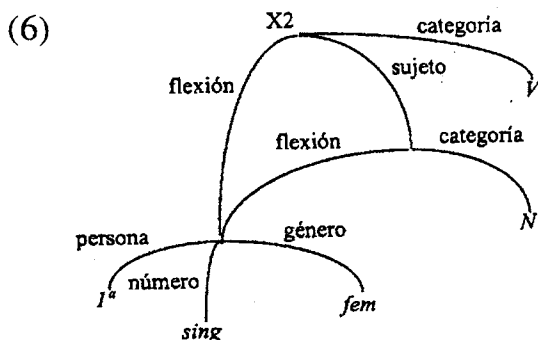
Como puede verse, la relación atributo-valor se expresa, en una estructura de rasgos, como un par <arco, nodo> tal que la etiqueta asociada al arco es el nombre del atributo y la etiqueta asociada al nodo es el nombre el valor. En esta versión simplificada, sólo tienen etiqueta los nodos que representan valores atómicos; los nodos con valores complejos se distinguen porque de ellos nace una subestructura de rasgos que es, a su vez, potencialmente compleja.

Una característica de las estructuras de rasgos es que siempre existe un *camino* desde el nodo raíz (indicado con una X en (4)) hasta algún nodo cuyo valor es atómico. Esta propiedad nos permite, por transitividad de la relación atributo-valor, referirnos a los valores atómicos como valores de caminos. La estructura de (4), descompuesta en caminos sería como en (5):

- (5) a. $X_1 | \text{categoría} = N$.
- b. $X_1 | \text{flexión} | \text{persona} = 1^a$.
- c. $X_1 | \text{flexión} | \text{número} = \text{sing}$.
- d. $X_1 | \text{flexión} | \text{género} = \text{fem}$.

En (5) sigo la convención de etiquetar el nodo origen con una X y un subíndice— de modo que éste es el primer elemento de las cuatro secuencias de (5)—, y también adopto la convención, estándar, de separar con una barra vertical los atributos con valores complejos que forman el camino.

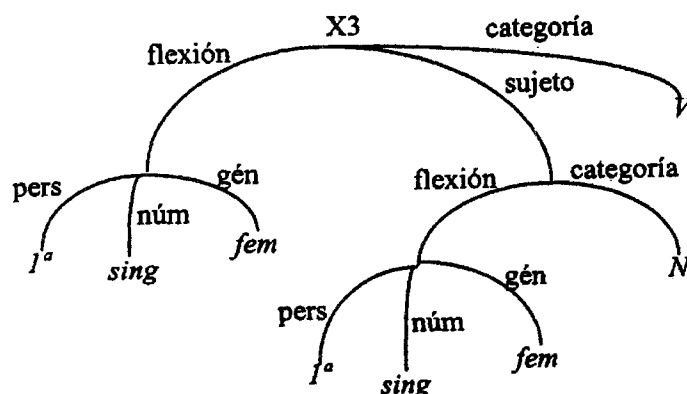
Otra característica fundamental de las estructuras de rasgos es que éstas pueden representar lo que en adelante denominaré *estructura compartida*. Geométricamente, dos caminos en una estructura de rasgos comparten estructura cuando ambos convergen en un mismo nodo y comparten, por tanto, el mismo valor. Por poner un ejemplo, supongamos que queremos expresar la relación de concordancia entre un verbo y su sujeto. La estructura compartida nos permite expresar directamente esta relación en la estructura de rasgos que representa al verbo:



Dejando de lado por ahora la adecuación descriptiva de esta representación, (en español los verbos no concuerdan en género con sus sujetos), podemos observar cómo en (6) se da precisamente la situación descrita: los caminos $X_2 | \text{flexión}$ y

X_2 |sujeto|flexión convergen en un mismo nodo del cual parte la subestructura de rasgos que representa las propiedades de flexión compartidas por sujeto y verbo. Merece la pena insistir sobre este punto: no podemos limitarnos a decir que el valor de los caminos X_2 |flexión y X_2 |sujeto|flexión es el mismo, o que es igual o del mismo tipo; el valor de ambos caminos es exactamente, físicamente, el mismo objeto. De acuerdo con esto, (6) y (7) son estructuras de rasgos diferentes:

(7)



Son diferentes porque, en (7), los valores de los caminos X_3 |flexión y X_3 |sujeto|flexión son dos objetos distintos; quizá sean objetos del mismo tipo, pero no el mismo objeto. En el mundo de las estructuras de rasgos, por tanto, el concepto de identidad debe referirse a dos situaciones distintas que denominaremos, respectivamente, *identidad de ejemplar* e *identidad de clase*, donde la primera entraña la segunda pero no al revés. Así, en (6), los caminos X_2 |flexión y X_2 |sujeto|flexión tienen como valor un objeto de la misma clase, pero además de eso, es el mismo ejemplar de objeto; por otra parte, en (7), los caminos X_2 |flexión y X_2 |sujeto|flexión tienen como valor un objeto de la misma clase, pero, en este caso tenemos dos ejemplares diferentes de objetos de la misma clase.⁹

La importancia de capturar la diferencia entre identidad de ejemplar e identidad de clase nos obliga a hacer explícita una idea que en el sistema presentado hasta el momento sólo era implícita: las estructuras de rasgos se agrupan en clases de manera que cada clase de estructuras de rasgos se distingue de otras clases por poseer unos atributos apropiados para esa clase y no otros, y por exigir que los valores de los atributos apropiados sean miembros de clases determinadas. Así, por ejemplo, el atributo FLEXION tomará valores de la clase *flexión*; esta clase, pongamos por caso, tendrá como atributos apropiados PERSONA, NUMERO y GÉNERO que tomarán, respectivamente, valores dentro de las clases *persona*, *número* y *género*.¹⁰ Evidentemente, las clases pueden tener subclasses, de modo que un atributo que tome valores de clase *número*, podrá escoger entre las subclasses atómicas *singular* y *plural*. Obsérvese, pues, que el valor de un atributo es siempre una clase, independientemente,

de si ésta tiene atributos apropiados o no; aquellas clases que no poseen atributos apropiados son lo que anteriormente denominábamos valores atómicos.

Como habrá podido observar el lector, la noción de clase es, de hecho, una restricción formal que imponemos sobre los objetos del modelo. No hay nada en la definición matemática de estructura de rasgos que nos obligue a ello. Son motivaciones formales, como la necesidad de distinguir entre identidad de tipo e identidad de ejemplar y, sobre todo, lingüísticas las que nos conducen a ello —de alguna manera tenemos que evitar que aparezcan representaciones en las que, por ejemplo, el valor del atributo CATEGORIA sea el átomo *singular*—. Llegados a este punto resulta ya inevitable ocuparse del formalismo que nos permitirá describir objetos como las estructuras de rasgos. En el siguiente subapartado nos ocupamos de este asunto.

2.2.2. *Formalismos de unificación*

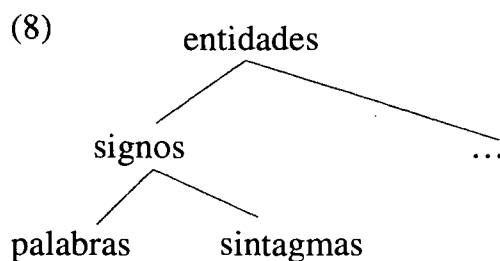
Concluía el anterior subapartado introduciendo la noción de clase de estructura de rasgos y señalando las motivaciones eminentemente formales y lingüísticas que invitan a hacerlo. Profundicemos un poco en la noción formal de clase y analicemos las consecuencias que su adopción tiene para la teoría.

En primer lugar, es obvio que la idea de clase lleva implícita la idea de ontología. En el caso que nos ocupa, ello supone admitir que existe una serie de entidades con unas propiedades bien definidas que forman parte de la estructura del lenguaje. Todas las teorías lingüísticas poseen ontologías más o menos explícitas y cuando nos hablan de ‘nombres’, ‘verbos’, ‘categorías vacías’, ‘morfemas’ o ‘construcciones pasivas’ se refieren, por lo general, a clases en una ontología. Así pues, la idea de ontología no es tan ajena a la teoría lingüística como en un principio pudiera parecer y, de hecho, muchas diferencias entre teorías pueden reducirse a diferencias en cuanto al número y tipo de clases ontológicas que cada teoría acepta. Por ejemplo, prácticamente todas las teorías aceptan la existencia de una clase ontológica ‘nombre’, pero en cambio la mayoría de ellas niega la necesidad de aceptar clases como ‘construcción pasiva’, alegando que el concepto de construcción es un epifenómeno fruto de la interacción de principios más profundos de la gramática. No hay, pues, ninguna novedad en hablar de ontologías y de clases y subclases en una ontología, aunque sí sea novedoso el hacerlo de forma tan explícita. Pero la novedad más importante que quiero introducir aquí consiste, primero, en dar una importancia crucial para la teoría de la gramática a la construcción de una ontología y, segundo, en utilizar técnicas propias de la inteligencia artificial y de los modelos de representación del conocimiento en la construcción de dicha ontología¹¹.

Pollard y Sag (1987) ya repararon en la importancia que tenía para la teoría lingüística la construcción de una ontología de objetos lingüísticos (o sistema de clases, como ellos lo denominan) y la necesidad de que el término ‘objeto lingüístico’

no se refiriera exclusivamente a una representación tipo sino también a subestructuras que son partes propias de las representaciones tipo (en adelante *tipos*).¹² Así, si, por ejemplo, decimos que los tipos son objetos que pertenecen a la clase de los *signos* es porque asumimos que todos los tipos tienen algo en común, i.e., pertenecen a la misma clase. Supongamos que lo que tienen en común todos los *signos* es la propiedad de poseer información fonológica, sintáctica y semántica. Ahora bien, cada una de estas partes del signo puede, a su vez, concebirse como un objeto lingüístico que pertenece a una clase determinada, de modo que podemos hablar, por ejemplo, de grupo acentual (objeto fonológico), sintagma nominal (objeto sintáctico) o cuantificador generalizado (objeto semántico) sin que por ello dejemos de hacer referencia al mismo signo. Visto así, el mundo de los objetos lingüísticos es mucho más vasto, ya que no se reduce exclusivamente al conjunto de tipos que, desde este punto de vista, no son más que una clase especial de objetos lingüísticos. Por otra parte, como en seguida veremos, la gramática se concibe entonces como un conjunto de declaraciones sobre cómo pueden combinarse diversos objetos lingüísticos y cuál puede ser la estructura interna de éstos.

Profundicemos en el concepto de ontología y en los conceptos asociados de clase y subclase a fin de poder comprender las repercusiones que una definición formalmente precisa de sistema de clases tiene para la teoría.¹³ En primer lugar, es importante señalar que cualquier sistema de clases se organiza de forma jerárquica como una red de herencia múltiple (véanse las referencias citadas en la nota 11), de tal modo que existe, como mínimo, una clase máxima o más general a la cual pertenecen todas las demás clases.¹⁴ En virtud de esta relación que existe entre las diversas clases del sistema, cada clase *hereda* alguna propiedad de su superclase. Por ejemplo, consideremos la siguiente ontología, inspirada en la de Pollard y Sag (1994):



Como vemos, esta ontología posee una clase máxima, la de las *entidades*, la cual a su vez tiene varias subclases. Aquí me limito a desarrollar la subclase de los *signos* que se subdivide en dos subclases más, las *palabras* y los *sintagmas*. Siguiendo con la idea que apuntábamos más arriba, podemos definir un signo como aquel objeto lingüístico que posee información fonológica, sintáctica y semántica. Según lo dicho hasta ahora, todas y cada una de las subclases de *signo* heredarán estas propiedades y, posiblemente, añadirán algunas más. Es decir, una *palabra* ES UN *signo* y un *sintagma* ES UN *signo*. Como vemos, las diversas clases están conectadas entre sí por la relación

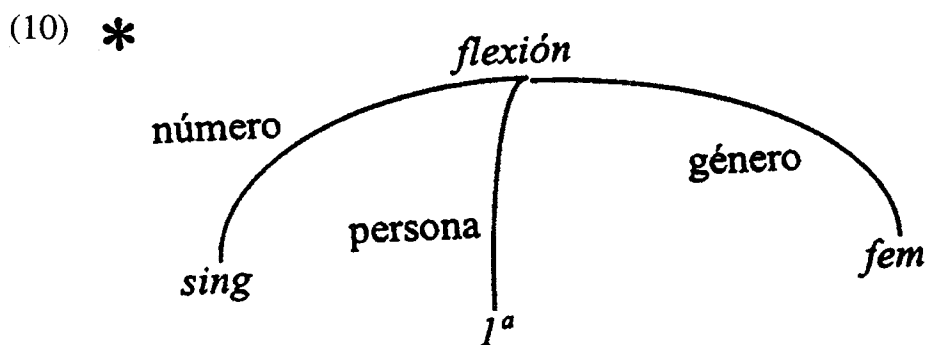
básica ES UN(A) que es transitiva, de modo que si una *palabra* ES UN *signo* y un *signo* ES UNA *entidad*, una *palabra* ES UNA *entidad*.

Así entendida, una ontología es un instrumento muy potente para restringir la forma de las entidades que pueden aparecer en el conjunto de tipos, ya que define un conjunto finito de clases de forma rígida, con una estructura interna fija; es decir, las estructuras de rasgos dentro del conjunto de tipos están *totalmente bien tipificadas* (Carpenter 1992; Pollard y Sag 1994). Tras este término un tanto oscuro se esconde una restricción formal fundamental. Supongamos que definimos la clase *flexión* como en (9):

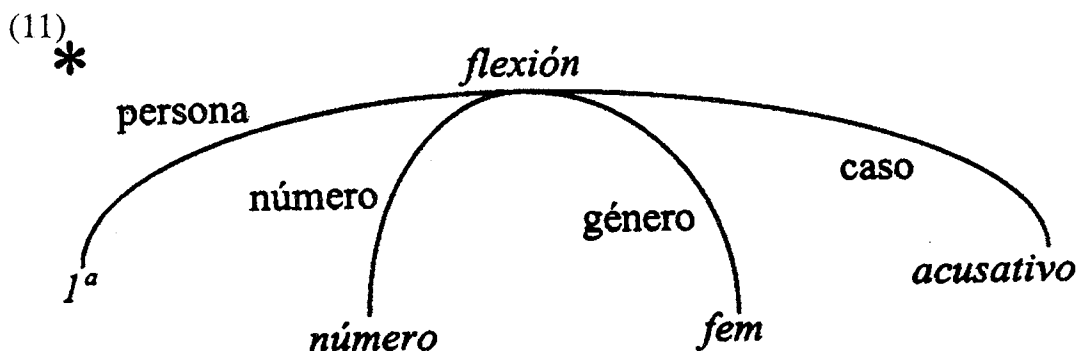
(9)

flexión=>	PERSONA persona
	NÚMERO número
	GÉNERO género
	CASO caso

La definición de (9) debe interpretarse como que todos los objetos que pertenecen a la clase *flexión* tienen que tener esa estructura y no otra. Cualquier objeto que no tenga exactamente los mismos atributos que los que se especifica en la definición o cuyos atributos no tomen valores de las clases especificadas no estará bien formado. Así, (10) no es un objeto legítimo dada la definición de (9):



Una restricción adicional que se impone a las estructuras de rasgos dentro del conjunto de tipos es que éstas tengan las *clases resueltas*. Es decir, todo nodo debe recibir como valor una clase mínima (i.e., más específica) de la clase apropiada dentro del sistema de clases. Por ejemplo, (9) simplemente restringe que el valor del atributo NUMERO pertenezca a la clase *número*, pero la restricción adicional de que las estructuras de rasgos tengan sus clases resueltas impone que dicho valor debe ser alguna de las subclases más específicas de *número* (por ejemplo, *singular* o *plural*). Así, (11) es un objeto imposible pese a respetar la definición de (9):

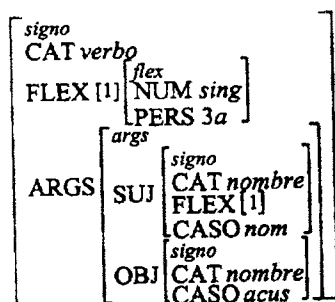


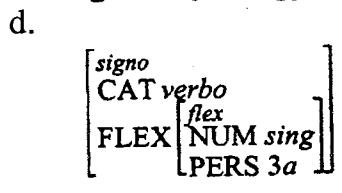
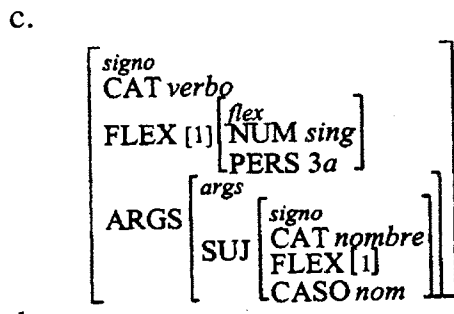
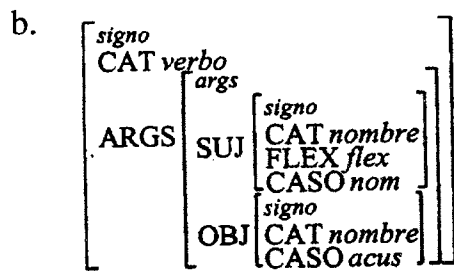
Como se puede comprobar, en (11) el valor del atributo número permanece indeterminado, lo cual constituye una violación de la restricción sobre las clases resueltas.

Estas dos restricciones formales que acabamos de discutir acentúan aún más la importancia de mantener una distinción muy clara entre descripción de un objeto y objeto descrito, ya que, de acuerdo con ellas, las entidades que habitan el conjunto de tipos son siempre objetos completos. Dicho de otra manera, las representaciones a que se refiere una gramática declarativa como la que estamos construyendo nunca son parciales, son siempre objetos completos con toda la información totalmente especificada.¹⁵ Sin embargo, el hecho de que los objetos siempre sean totales, no es ningún impedimento para que las declaraciones de la gramática—las descripciones—sean parciales. De hecho, es muy probable que, si queremos que nuestra gramática posea algún poder generalizador, las descripciones deban ser parciales. De ahí, además, que la relación entre la gramática, expresada en un determinado lenguaje formal, y el modelo (i.e., el conjunto de tipos) sea semántica: una declaración de la gramática *describe* (i.e., *denota*) un subconjunto de tipos; cuanto más específica sea una declaración, más pequeña será su denotación, y viceversa.

Así, por ejemplo, cualquiera de las declaraciones de (12) es una descripción posible pese a ser parcial. Nótese, además, que la intersección de los respectivos conjuntos denotación de cada una de esas descripciones no es vacía.

(12) a.





Las descripciones de (12) nos permiten apreciar algunas de las propiedades del lenguaje de usuario que utilizaremos aquí. En primer lugar, mantenemos la convención de escribir los nombres de los atributos en versalitas y los nombres de las clases en cursiva; éstos se encierran entre corchetes a fin de representar los diversos niveles de estructura. Como puede comprobarse, las clases atómicas se escriben directamente como valores de los atributos. Cuando un valor es complejo, se indica la clase a la que pertenece en la esquina superior izquierda del corchete. Los índices, expresados como dígitos encerrados entre corchetes, indican relaciones de estructura compartida; por ejemplo, el atributo FLEX del verbo y el atributo FLEX de su sujeto en (12a) tienen el mismo ejemplar de estructura de rasgos como valor, de ahí que éste aparezca únicamente como valor de FLEX del verbo, mientras que como valor de FLEX del sujeto se escribe sólo el índice. Más adelante añadiremos algunas convenciones más, pero de momento nos interesa fijarnos en las relaciones que existen entre las descripciones.

Dado que las descripciones son siempre parciales, si la intersección de los conjuntos denotados por dos descripciones A y B cualquiera no es vacía, podemos decir que existe una relación entre ambas, ya que la información que contienen cada una de ellas no es incompatible. Cuando esto ocurre, podemos afirmar que existe una tercera descripción C más específica que las anteriores y que contiene exactamente la misma información que A y B. Llamamos a C la *unificación* de A y B. Por ejemplo, (13c) es la unificación de (13a) y (13b):

(13)
a. $\left[\begin{array}{l} \text{CAT } \textit{nombre} \\ \text{FLEX } [\text{NUM } \textit{sing}] \end{array} \right]$

b. $\left[\begin{array}{l} \text{CAT } \textit{nombre} \\ \text{FLEX } \left[\begin{array}{l} \text{PERS } \textit{3a} \\ \text{GEN } \textit{masc} \end{array} \right] \end{array} \right]$

c. $\left[\begin{array}{l} \text{CAT } \textit{nombre} \\ \text{FLEX } \left[\begin{array}{l} \text{NUM } \textit{sing} \\ \text{PERS } \textit{3a} \\ \text{GEN } \textit{masc} \end{array} \right] \end{array} \right]$

Nótese que la unificación es una operación muy parecida a la unión de conjuntos pero con la peculiaridad de ser sensible a la compatibilidad de la información contenida en las descripciones. Así, si en (13a) el valor del atributo CAT fuese *verbo* en lugar de *nombre*, su unificación con (13b) no estaría definida.¹⁶ Dada esta propiedad, resulta evidente que la unificación de dos descripciones es una nueva descripción que contiene como mínimo tanta información como las primeras, es decir, (13c) *subsume* a (13a) y a (13b). Formalmente:

(14)
a. $A \wedge B = C$
b. $C \leq A$
c. $C \geq B$

Si asumimos que el conjunto de todas las descripciones válidas para un determinado conjunto de tipos incluye una descripción mínima, la menos específica de todas, subsumida por todas las demás descripciones (que representamos con el símbolo T), y una descripción máxima que subsume a todas las demás (simbolizada por \perp), podemos definir las siguientes propiedades para las relaciones de subsunción y unificación:

(15) SUBSUNCIÓN
a. Reflexiva: $\forall A, A \leq A$
b. Transitiva: si $A \leq B$ y $B \leq C$, $A \leq C$.
c. Antisimétrica: si $A \leq B$ y $B \leq A$, $A = B$

(16) UNIFICACIÓN
a. Idempotente: $A \wedge A = A$

- b. Conmutativa: $A \wedge B = B \wedge A$
- c. Asociativa: $(A \wedge B) \wedge C = A \wedge (B \wedge C)$
- d. Identidad: $A \wedge T = A$
- e. Cero: $A \wedge \perp = \perp$

Las propiedades de la unificación y la subsunción hacen que el conjunto de descripciones sea, de hecho, un orden parcial donde, para dos descripciones cualquiera, siempre existe un elemento que es la unificación de ambas (y que, por tanto, las subsume). Este conjunto tiene, como ocurría en el caso del sistema de clases, una estructura de retículo con un elemento máximo T y un elemento mínimo \perp . Así, por ejemplo, si tenemos un conjunto de descripciones $G = \{A, B, C, D, E, F\}$ en el que se dan las relaciones expresadas en (17), su estructura es el retículo representado en la figura 7.

- (17)
- i. $T \wedge A = A$ iv. $A \wedge B = D$
 - ii. $T \wedge B = B$ v. $B \wedge C = E$
 - iii. $T \wedge C = C$ vi. $A \wedge C = F$
 - vii. $T \wedge A \wedge B \wedge C \wedge D \wedge E \wedge F = \perp$

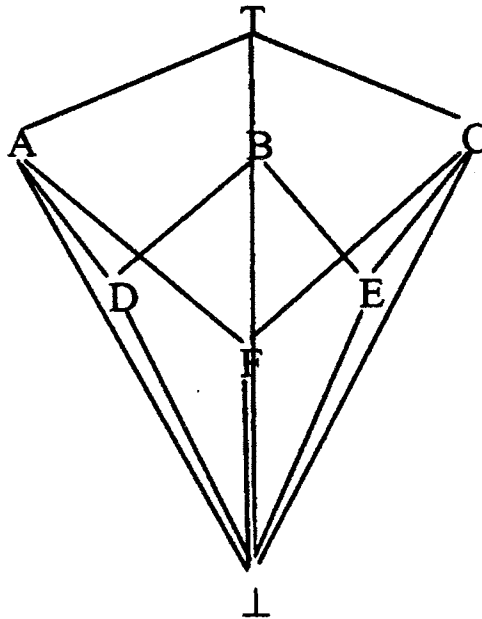


Figura 7. Orden parcial con estructura reticular inducido por las relaciones de subsunción y unificación.

Resumamos brevemente lo que hemos visto hasta ahora. En primer lugar hemos elaborado un concepto de gramática como teoría de las representaciones tipo. De acuerdo con esta idea, el conjunto de declaraciones de la gramática define un conjunto de descripciones estructurales, representaciones tipo o, simplemente tipos. Formalmente, hemos definido los tipos como un tipo especial de grafos que hemos denominado estructuras de rasgos y sobre las que hemos impuesto dos restricciones formales básicas: que estén totalmente bien tipificadas y que tengan sus clases resueltas. Tales restricciones nos obligan a asumir que el conjunto de tipos definido por la gramática es siempre un conjunto de objetos totales, plenamente especificados. Esta situación nos permite clarificar la relación que existe entre las declaraciones de la gramática y los objetos del modelo y que definimos como una relación semántica; es decir, las declaraciones de la gramática tienen una interpretación en el modelo. Las declaraciones son siempre descripciones parciales de los objetos totales del modelo. Además, desde el punto de vista formal, también nos vimos en la necesidad de elaborar el concepto de clase en una ontología o sistema de clases, en tanto que instrumento útil para imponer restricciones sobre la naturaleza de los objetos del modelo. Como recordará el lector, las restricciones formales sobre las estructuras de rasgos son, en parte, consecuencia de hacer explícitas las propiedades del sistema de clases. Con el sistema de clases, entramos de pleno en el ámbito del formalismo que utilizamos para expresar las declaraciones de nuestra gramática. Las propiedades formales de las descripciones (que aquí expresamos mediante un determinado lenguaje de usuario) nos permiten definir dos tipos de relaciones que pueden existir entre dos descripciones cualquiera: subsunción y unificación. Tales relaciones imponen un orden jerárquico de las descripciones que, como hemos visto, tiene una estructura bien definida e idéntica a la jerarquía del sistema de clases.

Espero que este resumen y el texto que lo precede muestren cómo a partir de una determinada concepción de lo que es una representación lingüística y de cuál debe ser la relación entre el conjunto de representaciones y la gramática hemos ido elaborando un modelo de esta gramática a medida que íbamos fijando las propiedades matemáticas del formalismo. Poco a poco ha ido emergiendo un objeto —nuestra teoría de las representaciones— con unos componentes y una estructura bastante bien definidos y al que ahora daremos su forma definitiva.

Bien, pues supongamos que el conocimiento del lenguaje no es más que una jerarquía como la que acabamos de describir más un sistema de clases. Ni siquiera es necesario suponer que la jerarquía de restricciones es exactamente como la hemos descrito, ya que las descripciones que son el resultado de unificar otras descripciones no tienen por qué estar almacenadas en memoria y podríamos suponer que, si es necesario, se calculan *on line* durante el procesamiento. Así pues, la jerarquía podría estar compuesta simplemente por el conjunto de descripciones que están únicamente subsumidas por el elemento mínimo \perp . Evidentemente, podemos suponer también que tanto una parte de la jerarquía como una parte del sistema de clases son universales,

mientras que otra parte es propia de cada lengua, aunque me parece prematuro todavía especular sobre cómo podría ser un modelo de la adquisición de este sistema; véase, sin embargo, Green (1994).

Una visión alternativa, y mucho más atractiva, consistiría en suponer que el conocimiento del lenguaje consiste únicamente en un sistema de clases, es decir, que cualquier principio de la gramática puede reducirse a una restricción sobre una clase de objeto lingüístico determinado. Como ocurre con los modelos de adquisición, es todavía demasiado pronto para poder determinar en qué medida es esto posible, aunque circulan ya algunos trabajos en el marco del modelo HPSG que parecen avalar esta alternativa (véanse, por ejemplo, Sag 1997 y Bouma, Malouf y Sag 1997).

No tomaré una posición definida sobre este punto, ya que las propuestas que desarrollo en este artículo son lo suficientemente programáticas como para no verse afectadas por una u otra opción. Sí me interesa hacer hincapié, no obstante, en el hecho de que, sea cual sea la alternativa válida, estamos ante un objeto radicalmente distinto de lo que han venido asumiendo la mayoría de lingüistas. Tradicionalmente, una gramática se concibe como una lista más o menos larga de reglas ordenadas disyuntivamente más un léxico (el vocabulario de la gramática). Por tomar un ejemplo reciente, el sistema descrito por Chomsky (1995) en su Programa Minimista posee un léxico (lo que Chomsky denomina *numeration*) y cuatro reglas que se aplican disyuntivamente en cada paso de la derivación, *Select*, *Merge*, *Move* y *Spell Out*. Se incorporan además ciertas restricciones que deben ser satisfechas por las operaciones mencionadas, lo cual no altera sustancialmente la arquitectura del sistema. El modelo presentado aquí, en cambio, posee una arquitectura distinta, ya que las descripciones no se hallan en una relación disyuntiva sino conjuntiva, con la única salvedad de aquellas descripciones que hacen referencia a clases léxicas. Nótese asimismo que no existe una separación real entre léxico y gramática, ya que no existe nada parecido a un léxico (entendido éste como un almacén de palabras), sino, en todo caso, descripciones que hacen referencia a entidades que pertenecen a la clase de las palabras.

Éste sería, por tanto, el modelo básico de lo que es el conocimiento del lenguaje, nuestra teoría de las representaciones. En el apartado siguiente me ocupo de desarrollar algunas propuestas sobre cómo podría ser un modelo de procesamiento basado en estas ideas.

3. PROCESAMIENTO BASADO EN RESTRICCIONES

Ahora que disponemos de una teoría de las representaciones, queremos construir un modelo sobre cómo se construyen esas representaciones. Para hacerlo debemos volver a las estructuras de rasgos y al conjunto de tipos, y reflexionar un poco sobre el estatus ontológico del segundo. Hasta ahora, el conjunto de tipos servía

fundamentalmente para dar sentido formal a nuestra teoría, es decir, los tipos son las interpretaciones de las proposiciones de nuestra teoría. Como tales, pues, no tienen un lugar en un modelo de la capacidad del lenguaje que aspire a ser psicológicamente plausible. ¿Qué sentido tiene suponer que esas representaciones, esos objetos completos, habitan en algún rincón de nuestra mente? Decir eso equivaldría a afirmar que nuestro conocimiento del lenguaje no es más que una interminable lista de oraciones. ¿Para qué queremos la gramática entonces? Resulta evidente, sin embargo, que los tipos deben jugar algún papel en nuestro modelo de procesamiento. Después de todo, hemos repetido una y otra vez que los principios de la gramática son descripciones de esos tipos. Otorguemos pues estatus cognitivo a las estructuras de rasgos, pero no como objetos almacenados en memoria, sino como aquellos objetos (las representaciones) que construye el procesador. Mejor dicho, el procesador construye una representación que, una vez completado el proceso, es isomórfica con uno de los miembros del conjunto de tipos. Desde este punto de vista, el conjunto de tipos no sólo es la interpretación de la gramática sino que también define el conjunto de objetivos posibles del procesador. Resulta evidente, por tanto, que el conjunto de tipos, como tal, no tiene ningún estatus cognitivo, aunque sí lo tienen las representaciones que construye el procesador que, necesariamente, son ejemplares de alguno de los tipos del conjunto. ¿Cómo garantizamos que esto sea efectivamente así? Pues asegurando que el proceso esté, de alguna manera, dirigido por la gramática. Veamos cómo.

3.1. *Un modelo de procesamiento*

Comenzaré la construcción del modelo de procesamiento fijándome, fundamentalmente, en el proceso de interpretación, es decir, aquel que se inicia con un estímulo acústico y culmina con una representación semántica. Las características del proceso inverso, el de producción, no deben ser sustancialmente distintas en lo que se refiere a la mecánica del proceso, ya que las gramáticas declarativas como las que utilizamos aquí son, por lo general, reversibles (van Noord 1993).

Asumiré que la interficie entre el procesador propiamente dicho y el exterior es un módulo de procesamiento de la señal acústica capaz de traducir estímulos acústicos en representaciones lingüísticas con un formato determinado. Poco más tendré que decir sobre este módulo, consciente, no obstante, de la enorme complejidad que entraña la función que le he atribuido. Por ahora, nuestro modelo tiene la estructura esbozada en la figura 8.

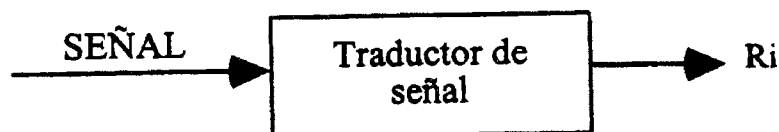


Figura 8. *El traductor de señal produce una representación inicial R_i .*

Ocupémonos de la representación que obtiene el traductor de señal. Sabemos todavía muy poco sobre la cantidad de información lingüística que los humanos obtienen del análisis de las señales acústicas. Por ello, aquí nos contentaremos con suponer que ésta es una secuencia de unidades temporalmente organizadas y con un contenido melódico asociado. En la figura 9 esquematizamos esta idea.

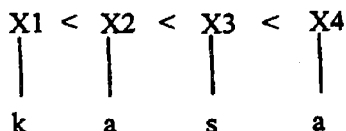
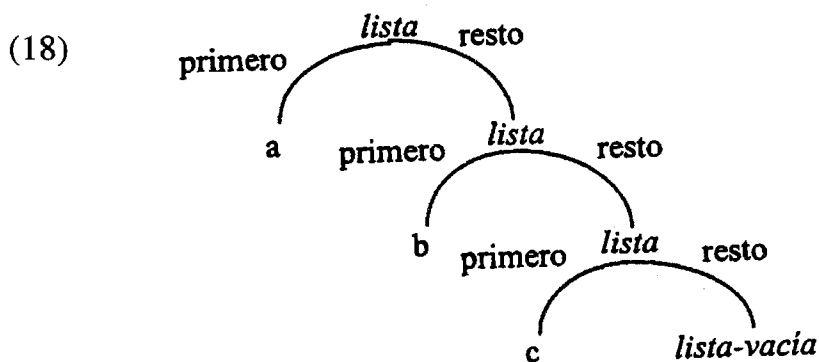


Figura 9. *Secuencia de unidades temporales con su contenido melódico asociado.*

En la figura 9 tenemos algo muy parecido a una representación autosegmental clásica, con una serie de unidades esqueleto a las que se asocian rasgos fonológicos. Las líneas verticales indican precisamente la asociación de un determinado rasgo a una unidad temporal. La representación de la figura está un tanto simplificada para facilitar la exposición, por eso he asociado segmentos completos a las unidades temporales, aunque es muy probable que el resultado del procesamiento de la señal no sea una segmentación tan precisa en que se identifican sin ambigüedades todos y cada uno de los sonidos. Lo más posible es que el traductor de señal derive secuencias de rasgos ordenados temporalmente, no segmentos completos; el componente fonológico de la gramática ya se ocupará de desambiguar durante el proceso, con la ayuda de los demás componentes. Hechas estas precisiones y conscientes, por tanto, de que estamos obviando algunas complejidades no triviales, ocupémonos con más detalle del formato preciso de la representación R_i .

He utilizado, para empezar, la geometría clásica de las representaciones autosegmentales porque ésta resulta más familiar al ojo del lingüista, sin embargo, tales representaciones pueden acomodarse perfectamente al formato de las estructuras de rasgos. Efectivamente, téngase en cuenta que toda secuencia puede representarse como una lista. Las listas son estructuras de datos recursivas muy utilizadas en los lenguajes de programación de alto nivel como LISP o Prolog, que pueden traducirse sin problemas a relaciones atributo-valor. Teniendo en cuenta que una lista siempre puede analizarse como un primer elemento seguido por una lista, en (18) tenemos la lista <a, b, c> en formato de estructura de rasgos:



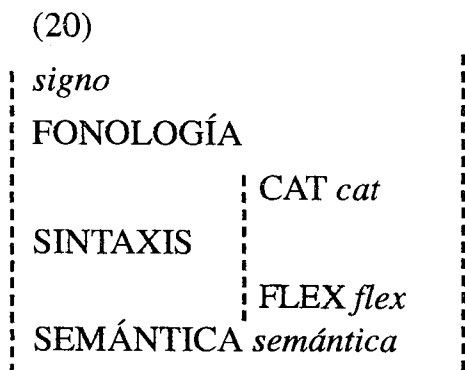
Habida cuenta de que podemos tipificar las listas, de modo que nuestro sistema de clases contenga clases de listas (e.g., *lista-de-unidades-temporales*, *lista-de-signos*, etc.) aseguramos la buena formación de cada clase de lista. De acuerdo con esto, podemos describir la representación que produce el traductor de señal como una *lista-de-unidades-temporales* con contenido melódico:

$$(19) \quad \left(\begin{array}{cccc} \uparrow \text{ut} & \uparrow \text{ut} & \uparrow \text{ut} & \uparrow \text{ut} \\ \downarrow \text{MELODÍA [k]} \uparrow & \downarrow \text{MELODÍA [a]} \uparrow & \downarrow \text{MELODÍA [s]} \uparrow & \downarrow \text{MELODÍA [a]} \uparrow \end{array} \right)$$

Éste es, pues, el punto de partida del procesador. Con estos datos, más la información contenida en la gramática, tiene que ser capaz de construir una representación que sea isomórfica con un tipo del conjunto de representaciones tipo. Para que esto sea posible no es preciso introducir ninguna noción formal nueva. Nos basta con suponer que el procesador posee, exactamente, tres instrucciones básicas:

- (20) i. Consultar la gramática hasta hallar restricciones cuya denotación sea R_i o una parte de R_i .
- ii. Comprobar que la relación se da (i.e., una simple operación de cotejo de patrones) y unificar R_i con la(s) estructura(s) de rasgos descrita(s) por la restricción elegida para obtener una nueva representación R_{i+1} .
- iii. Volver a (i) utilizando ahora R_{i+1} como input.

Por ejemplo, supongamos que el traductor de señal produce una representación parcial como la de (19). A partir de esta representación, el procesador debe buscar alguna descripción en la gramática. Hay más de una posibilidad, pero imaginemos que encuentra la descripción (20):



(20) describe (19), ya que esta última es una lista de unidades temporales.¹⁷ Automáticamente, (20) y (19) pueden unificarse para formar una nueva representación más específica, un *signo* cuya *lista-de-ut* es (19). En el siguiente paso de la derivación, el procesador hallará descripciones léxicas que coincidirán con la nueva representación.

Por ejemplo, supongamos que encuentra tres *palabras* con la misma fonología: un *verbo-transitivo* ‘casa’ (unir en matrimonio), un *verbo-intransitivo* ‘casa’ (encajar) y un *nombre* ‘casa’, cada uno con sus respectivos valores de FLEXION.¹⁸ En este estadio del proceso, es todavía imposible desambiguar, de modo que el procesador deberá conservar la ambigüedad y seguir adelante ahora por tres caminos paralelos: una representación de un nombre, una de un verbo transitivo y una de un verbo intransitivo. Sólo el contexto morfosintáctico de la palabra permitirá eventualmente dilucidar cuál de los tres caminos es el correcto.

Creo que con estos breves detalles ya podemos hacernos una idea del funcionamiento del sistema: el procesador seguirá adelante, por los diversos caminos que van surgiendo a medida que progresa, aplicando restricciones, construyendo representaciones cada vez más específicas y descartando aquellos caminos que no le permiten continuar. El objetivo es un objeto completo al que ninguna descripción puede añadirle más información. Cuando este objetivo es alcanzado el proceso termina.¹⁹ Nótese que el proceso es plenamente incremental, sin más operaciones que alteren la forma de las representaciones que la unificación. Es, además, ‘declarativo’ en el sentido de que no es preciso reinterpretar ninguna parte de la gramática de forma procedural; el procesador tiene su propio conjunto de instrucciones y ninguna de ellas tienen nada que ver con la gramática. Por otra parte, es evidente que durante el proceso las restricciones se aplican en un orden determinado, pero, a diferencia de los sistemas procedurales, éste no está preestablecido, sino que es consecuencia de la forma de la representación en cada paso de la derivación, la cual ‘dirige’ al procesador hacia una restricción u otra. El trabajo que realiza el procesador es, por tanto, muy parecido a lo que King (1994: 2) denomina *elaboración*:

adding information to a first piece of partial information yields a second, more informative piece of partial information. I say that the second piece of partial information elaborates the first. Adding information ad infinitum to a piece of partial information yields an infinite sequence of pieces of partial information, where each successor in the sequence elaborates its predecessor. I call such a sequence an elaboration sequence. One can picture an elaboration sequence as a succession of ever more explicit pieces of partial information tending asymptotically to some limiting piece of ‘total’ information [...]. I call such a limiting piece of ‘total’ information an ultimate elaboration of the initial piece of partial information.

Aunque King no tiene en mente el problema del procesamiento,²⁰ el párrafo citado es relevante para nuestros propósitos porque podemos concebir el trabajo del procesador como una derivación en la que, dada una primera estructura de rasgos parcial, todas y cada una de las estructuras de rasgos que forman la elaboración que conduce a la estructura de rasgos total se relacionan entre sí por subsunción. En palabras de King (1994: 3), “a first feature structure subsumes a second feature structure iff the partial information the second represents elaborates the partial

information the first represents”. Lo relevante de esta idea, es que la derivación constituirá una elaboración sea cual sea la direccionalidad del proceso (i.e., interpretación o producción): el objetivo del procesador siempre será un objeto total, la única diferencia estará en la estructura de rasgos parcial que inicia la elaboración, una representación fonológica en interpretación y una representación semántica en producción. Vista así, la gramática es un mecanismo generativo en el sentido más clásico del término, no un mecanismo interpretativo; la gramática es una herramienta para construir representaciones, no para interpretarlas. La tarea de interpretar (fonética o semánticamente) las representaciones es responsabilidad de módulos independientes que tienen interfaces con el módulo del lenguaje. Chomsky y Lasnik (1995: 21) lo expresan en términos parecidos: “The SD provides information (to be interpreted by performance systems) about the properties of each linguistic expression, including its sound and its meaning”. Esquemáticamente, la capacidad del lenguaje tendría una arquitectura como la esbozada en la figura 10; para una exposición mucho más detallada, no muy distinta de la presentada aquí, véase Jackendoff (1997).

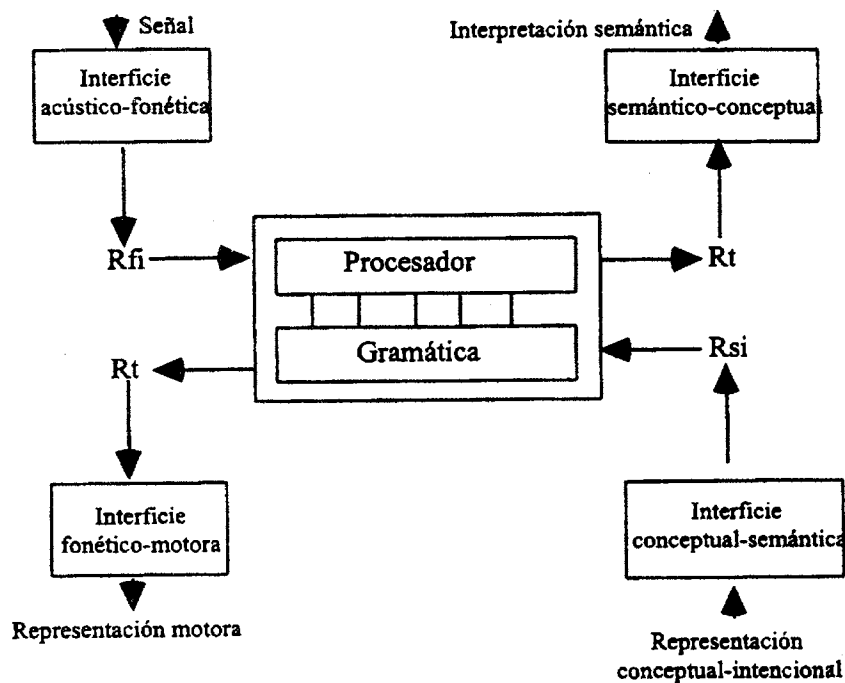


Figura 10. La arquitectura de la facultad del lenguaje.

La capacidad del lenguaje posee cuatro interfaces: (i) una interficie acústico-fonética, (ii) una interficie fonético-motora, (iii) una interficie conceptual-semántica y (iv) una interficie semántico-conceptual. La primera y la tercera son interfaces de entrada que derivan las representaciones parciales que ponen en marcha el procesador (Rfi y RSi en la figura) a partir, respectivamente, de una señal acústica y de una representación conceptual-intencional. La segunda y la cuarta son interfaces

‘interpretativas’ que toman los objetos totales resultado del trabajo del procesador (Rt en la figura) y obtienen, según sea la direccionalidad del proceso, un conjunto de instrucciones para el control motor de los órganos articulatorios o una interpretación semántica.

4. CONCLUSIONES

En este artículo he intentado demostrar que es posible elaborar una teoría de la capacidad del lenguaje sin que por ello sea necesario renunciar a un cierto rigor formal. Mi estrategia ha consistido en introducir las modificaciones mínimas necesarias en los postulados básicos de la gramática generativa clásica y proceder, a partir de estos postulados, a la construcción de sendos modelos para una teoría de las representaciones y una teoría del procesamiento. El hilo conductor ha sido, en todo momento, la necesidad de mantener la declaratividad de las gramáticas, tanto ‘sobre el papel’ como en todo cuanto se refiere a su manera de relacionarse con el procesador. El marco idóneo para satisfacer esta restricción ha sido el que nos proporcionan los formalismos gramaticales de unificación, cuyas propiedades formales y capacidad expresiva hemos discutido ampliamente.

El modelo de la gramática que ha resultado de toda esta reflexión es bastante diferente en cuanto a su organización de lo que suele asumirse en las teorías lingüísticas, ya que ésta consistiría en un conjunto de declaraciones de buena formación estructuradas de forma jerárquica. Al estudiar la relación que tendría un sistema como el descrito con un procesador que lo utilizara de forma declarativa hemos apuntado que dichas declaraciones deberían contener, en principio, sólo información positiva y que no pueden funcionar, por tanto, como filtros capaces de rechazar determinadas representaciones. La introducción de restricciones-filtro afectaría la concepción del trabajo del procesador como una elaboración desde un objeto parcial hasta un objeto total donde los pasos intermedios son objetos parciales cada vez más específicos relacionados entre sí por subsunción. Ya que éste es el punto más débil de mi propuesta, no quisiera terminar sin ahondar un poco más en él, no para proponer una solución, lo cual muy probablemente no está en mi mano, sino para ofrecer una exposición más detallada del tipo de problemas a que nos enfrentamos.

La clave del asunto nos la proporciona, una vez más, King (1994: 3) en su análisis de las lógicas de información parcial de Kasper y Rounds (KRL):

KRL expresses its concern with ultimate elaborations in a condition that I call subsumption monotonicity: if a first feature structure satisfies a formula and subsumes a second feature structure then the second feature structure satisfies the formula. Subsumption monotonicity ensures that if the representation of a piece of partial information satisfies a formula then the representation of each

member of each elaboration chain the piece of partial information initiates satisfies the formula, or, more informally, that a formula cannot denote a piece of partial information without ‘denoting’ each of its ultimate elaborations.

Recordemos que nuestro procesador, precisamente, elabora estructuras de información parcial hasta obtener esa última elaboración que es el objeto total: el proceso debe ser monótonico en relación a la subsunción. El problema radica en el hecho de que, como apunta King (1994: 3) haciéndose eco de las investigaciones de Moshier y Rounds (Moshier y Rounds 1987), “[...] a KRL-style logic with classical negation is not subsumption monotonic”.

Este resultado formal repercute directamente en el sistema de procesamiento que hemos propuesto aquí. Veamos por qué. Supongamos que queremos ampliar nuestro formalismo a fin de poder expresar ciertas restricciones de forma negativa. Considérense las tres descripciones de (21) que contienen sendos operadores negativos en diferentes niveles de profundidad:

- (21)
- a.
$$\left[\begin{array}{l} \textit{signo} \\ \text{CAT } \textit{nombre} \\ \left[\begin{array}{l} \textit{flex} \\ \text{FLEX } \left| \begin{array}{l} \text{CASO } \neg \textit{nom} \\ \text{NUM } \textit{fem} \end{array} \right. \end{array} \right] \end{array} \right]$$
- b.
$$\left[\begin{array}{l} \textit{signo} \\ \text{CAT } \textit{nombre} \\ \left[\begin{array}{l} \textit{flex} \\ \text{FLEX } \neg \left| \begin{array}{l} \text{CASO } \textit{nom} \\ \text{NUM } \textit{fem} \end{array} \right. \end{array} \right] \end{array} \right]$$
- c.
$$\left[\begin{array}{l} \textit{signo} \\ \neg \text{CAT } \textit{nombre} \\ \left[\begin{array}{l} \textit{flex} \\ \text{FLEX } \left| \begin{array}{l} \text{CASO } \textit{nom} \\ \text{NUM } \textit{fem} \end{array} \right. \end{array} \right] \end{array} \right]$$

La semántica de la negación comporta que la negación de una descripción describe una entidad si la descripción (sin negación) no describe la entidad, es decir, la denotación de la negación de una descripción es el conjunto complemento de la denotación de la descripción (sin negación). Considérense primero (21a). Su

denotación es el conjunto de todos los signos que son nombres flexionados en femenino y en un caso que no sea el nominativo. Supongamos que tenemos cuatro casos: nominativo, acusativo, genitivo y dativo. Supongamos también que el procesador ha construido la representación parcial de un nombre flexionado en femenino, ¿qué debe hacer cuando encuentre una descripción como (21a)? Debe construir tres nuevas representaciones: un nombre flexionado en femenino y acusativo, uno en femenino y genitivo y otro en femenino y dativo, fruto de la unificación de las tres estructuras de rasgos parciales que se derivan de la descripción negada. Supongamos, alternativamente, que el procesador ha construido la representación parcial de un nombre flexionado en femenino y nominativo. En este caso, la descripción funcionará como un filtro ya que la unificación fallará con las tres estructuras parciales que se derivan de la descripción. En este caso, la situación es manejable, ya que el alcance de la negación es estrecho, abarca sólo un valor atómico y el complemento de ese valor es un conjunto relativamente pequeño.

Considérese ahora (21b). El alcance de la negación es más amplio que antes, pues abarca un valor complejo. Aquí las cosas se complican un poco más, ya que el complemento de un nombre que no está en femenino ni nominativo son nombres en masculino y en acusativo, genitivo o dativo (suponiendo que tenemos sólo dos géneros, con tres la combinatoria aumenta y el número de posibilidades pasa de tres a seis). Este caso también es relativamente manejable, pero nos permite apreciar que la negación de un valor complejo puede tener como consecuencia la necesidad de construir un número enorme de representaciones.

Veamos ahora que ocurre con (21c). Sin negación, la descripción denota el conjunto de signos que son nombres en femenino y acusativo; con negación denota el complemento de ese conjunto, el cual es enorme (¿infinito?). Sea cual sea la representación de partida, el procesador tiene que calcular todas las estructuras de rasgos parciales que se derivan de la descripción negativa y después unificarlas con la representación inicial. Aun en el caso de que esto sea factible (lo cual es dudoso), la situación es a todas luces inmanejable.

Ahí está el problema de las restricciones-filtro. Si se demuestra que es imposible elaborar una gramática utilizando únicamente restricciones que incluyan información positiva, entonces nuestro sistema de procesamiento es inviable a menos que demos con una solución que haga tratable el problema de la negación. Evidentemente, la respuesta a este dilema irá tomando forma a medida que la investigación en los diversos ámbitos implicados vaya progresando.

NOTAS

- * *Nota de agradecimientos.* Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a José María Brucart, Silvia Jiménez y Yolanda Rodríguez por las observaciones que hicieron a un borrador de este artículo. Cualquier error o imprecisión que permanezca es de mi única y exclusiva responsabilidad. La

investigación llevada a cabo para la redacción de este artículo se enmarca dentro del proyecto PB96-1199-CO4-01 de la DGICYT.

1. Desde 1993, año original de publicación de Chomsky y Lasnik (1995) se incluye una quinta pregunta que plantea el problema de explicar cómo puede haber evolucionado la capacidad del lenguaje en la especie humana. Fieles al escepticismo repetidamente mostrado por Chomsky en relación a este asunto, los autores, apelando al estado actual de la investigación en el ámbito de las ciencias del lenguaje, no consideran que dicha pregunta permita desarrollar, todavía, un programa de investigación serio.
2. Esta crítica en principio se refiere exclusivamente al modelo transformacional de Principios y Parámetros anterior al reciente desarrollo del llamado Programa Minimista. Sospecho, sin embargo, que los dos desarrollos principales surgidos desde entonces, el modelo minimista ortodoxo tal como se presenta en Chomsky (1995) y los modelos basados en la noción de optimalidad (Prince y Smolensky 1993 y, sobre todo, Grimshaw 1997), padecen el mismo mal que sus antecesores. Jackendoff (1997) ofrece algunos argumentos que parecen confirmar mi sospecha respecto al minimismo ortodoxo; véanse, también, Johnson y Lappin (1997a y 1997b).
3. En relación a este punto, resulta interesante consultar la bibliografía dedicada al proceso de adquisición del lenguaje para descubrir que la mayoría de investigadores asumen que la información de entrada del módulo de adquisición es una oración analizada (y. e., la salida de un procesador):

The child acquiring English, for example, must determine that English is a 'head first' language, i.e., the verb precedes the object in the VP. The evidence necessary for the child to determine this order readily available in the linguistic environment. He will hear 'John hit the ball', but not 'John the ball hit'. (Hyams 1986: 4-5)

I am making the simplifying assumption, common in learnability work, that [the input] is well-formed and has somehow been assigned its correct syntactic structure. To take this for granted is to set aside some interesting and difficult questions. (Fodor 1992: 53)

4. Por exponerlo en términos matemáticos, el conjunto de las representaciones tipo es, con toda seguridad, un conjunto infinito recursivamente enumerable (i.e., como el conjunto de los números naturales); sin embargo, el conjunto de los enunciados, también infinito, no es recursivamente enumerable (i.e., como el conjunto de los números reales). Siguiendo con nociones formales, el conjunto de las representaciones tipo constituye la capacidad generativa fuerte de la gramática; el conjunto de enunciados constituye, en todo caso, su capacidad generativa débil.
5. Esto no excluye a los enunciados de la teoría general del lenguaje. En primer lugar, los enunciados son los datos sobre los que el lingüista se basa para inferir las propiedades de las representaciones tipo. En segundo lugar son elementos clave de las teorías de la adquisición y del procesamiento: los niños adquieren el lenguaje recibiendo enunciados como estímulos, los hablantes/oyentes perciben y producen enunciados.
6. Una interpretación de una ópera no es la ópera, ni tampoco lo son una determinada impresión de la partitura y el libreto de la ópera. 'La ópera Turandot' es una entidad abstracta de la cual existen numerosos ejemplares en forma de interpretaciones, grabaciones e impresiones de su partitura y su libreto.
7. En aras de la ejemplificación, damos una interpretación en la que la descripción está cuantificada existencialmente, aunque desde el punto de vista formal es más conveniente asumir que este tipo de descripciones están cuantificadas universalmente.
8. Dentro de la ya amplia familia de modelos de este tipo, podemos destacar los modelos relacionales (véanse, por ejemplo, los artículos recopilados en Perimutter, ed., 1983), la Gramática Léxico Funcional (LFG; véase, sobre todo, Kaplan y Bresnan 1982), la Gramática de Estructura Sintagmática Generalizada (GPSG; Gazdar et al. 1985), la Gramática de Estructura Sintagmática Dirigida desde el Núcleo (HPSG; Pollard y Sag 1987, y Pollard y Sag 1994), así como las diversas versiones de la gramática categorial enriquecida con rasgos complejos (e.g., Zeevat et al. 1987 y Uszkoreit 1986).
9. Los términos *identidad de ejemplar* e *identidad de clase* se corresponden, respectivamente, con los términos ingleses *token identity* y *type identity*.
10. En adelante, para evitar confusiones, adoptaré la convención de escribir los nombres de los atributos en versalitas y los nombres de las clases en cursiva.

11. Para profundizar en el papel de las ontologías en los sistemas de representación del conocimiento en los que se inspira el modelo que presentaremos aquí, el lector puede acudir a Brachman (1979) y Brachman y Schmolze (1985).
12. Los términos *tipo* y *clase* se refieren a cosas totalmente diferentes. Un tipo es un elemento dentro del conjunto de representaciones tipo que define la gramática. Una clase, en cambio, forma parte de una ontología que a su vez, como veremos, forma parte de la gramática; en cierto modo, una *clase* es una restricción sobre la buena formación de los *tipos*.
13. En adelante utilizaré los términos *ontología* y *sistema de clases* como sinónimos. El contenido de esta parte del artículo se basa principalmente en los trabajos de Carpenter (1992) y King (1994).
14. Matemáticamente, pues, un sistema de clases es un semi-retículo. Por razones formales, podemos asumir la existencia de una clase mínima, que es subclase de todas las clases, pero que a su vez no posee subclases; de este modo, el sistema tiene estructura de retículo y no de semi-retículo.
15. El conjunto de tipos constituye, en cierto modo, un universo de Herbrand; véase, por ejemplo, Pereira y Shieber (1987: 88).
16. Como en seguida veremos, es conveniente suponer que incluso en estos casos la unificación está definida pero que el resultado es una ‘descripción’ que carece de denotación en el conjunto de tipos.
17. Para agilizar la exposición, me permito la licencia de utilizar el formato de las matrices atributo-valor tanto para las representaciones como para las descripciones. Por el contexto debe quedar claro cuándo se trata de las unas o de las otras.
18. Simplifico también en lo que se refiere al análisis morfológico y asumo que el léxico contiene descripciones de formas flexionadas.
19. En este punto surge una pregunta interesante: ¿cómo sabe el procesador si una representación es completa o si se trata simplemente de una representación incompleta pero errónea, ya que en ambos casos ninguna descripción es aplicable? Este es un asunto delicado. Nótese que, tal como está organizado el sistema, en principio no hay lugar para restricciones que actúen como filtros, ya que las restricciones son descripciones sobre cómo tiene que ser una representación y no una descripción sobre cómo no tiene que ser. Esta propiedad del sistema cerraría por tanto la posibilidad de descartar representaciones incorrectas por esta vía. Si las restricciones sólo expresan información positiva, no nos queda más alternativa que suponer que el procesador tiene cierta capacidad de evaluar si un objeto al que ya no se le pueden aplicar más restricciones es completo o no, por ejemplo, que tenga la capacidad de determinar si todas las clases están resueltas. Aún en este caso, tenemos dudas de que pudiéramos garantizar que fueran rechazadas todas las representaciones erróneas. No podemos más que dejar abierta esta cuestión, aunque la retomaremos brevemente más adelante en el texto cuando tratemos el problema de la información negativa.
20. De hecho, King (1994) desliga por completo el formalismo que subyace a la gramática del formalismo que subyace al procesador. Su objetivo es desarrollar una lógica acorde con el modelo de estructuras de rasgos asumido por Pollard y Sag (1994) que, según él, no puede ser una lógica de información parcial como lo son las lógicas de Kasper y Rounds (Rounds y Kasper 1986; Moshier y Rounds 1987) y Carpenter (1992). Si King está en lo cierto, la relación directa que hemos asumido entre teoría de la gramática y teoría del procesamiento no podría establecerse con tanta facilidad y deberíamos revisar algunos de nuestros supuestos. Éste es un asunto que, hoy por hoy, permanece todavía abierto.

BIBLIOGRAFÍA

- Berwick, Robert C. 1991. “Principie-based Parsing”. *Foundational Issues in Natural Language Processing*. Eds. P. Sells S. M. Shieber y T. Wasow. Cambridge, MA: The MIT Press. 115-226.

- Berwick, Robert C., S. P. Abney y C. Tenny, eds. 1991. *Principle-based Parsing. Computation and Psycholinguistics*. Dordrecht: Kluwer.
- Bouma, G., R. Malouf y I. A. Sag. 1997. "Satisfying Constraints on Extraction and Adjunction". Ms. Rijksuniversiteit Groningen / Stanford University.
- Brachman, R. J. 1979. "On the Epistemological Status of Semantic Networks". *Associative Networks: Representation and Use of Knowledge by Computers*. Ed. N. V. Findler. Nueva York, NY: Academic Press. 3-50.
- Brachman, R. J. y James G. Schmolze. 1985. "An Overview of the KL-ONE Knowledge Representation System". *Cognitive Science* 9:171-216.
- Carpenter, B. 1992. *The Logic of Typed Feature Structures*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Chomsky, N. 1986. *Knowledge of Language. Its Nature, Origin, and Use*. Nueva York, NY: Praeger.
- Chomsky, N. 1988. *Language and Problems of Knowledge*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Chomsky, N. 1995. *The Minimalist Program*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Chomsky, N. y H. Lasnik. 1995. "The Theory of Principles and Parameters". *The Minimalist Program*. Cambridge, MA: The MIT Press. 13-127.
- Fodor, J. D. 1992. "Learnability of Phrase Structure Grammars". *Formal Grammar: Theory and Implementation*. Ed. R. D. Levine. Vancouver: Vancouver Studies in Cognitive Science 2. 3-68.
- Gazdar, G., E. Klein, G. K. Pullum y I. A. Sag. 1985. *Generalized Phrase Structure Grammar*. Oxford: Basil Blackwell.
- Green, Georgia M. 1994. "Modelling Grammar Growth; Universal Grammar without Innate Principles or Parameters". Ms. University of Illinois.
- Grimshaw, J. 1997. "Projection, Heads, and Optimality". *Linguistic Inquiry* 28:373-422.
- Hyams, N. M. 1986. *Language Acquisition and the Theory of Parameters*. Dordrecht: Reidel.
- Jackendoff, R. 1997. *The Architecture of the Language Faculty*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Johnson, D. y S. Lappin. 1997a. "A Critique of the Minimalist Program". *Linguistics y Philosophy* 20:272-333.
- Johnson, D. y S. Lappin. 1997b. "Local Constraints vs. Local Economy". Ms. School of Oriental and African Studies, University of London. [Documento de Internet disponible en <http://semantics.soas.ac.uk/ellip/>].
- Kaplan, R. M. y J. Bresnan. 1982. "Lexical-Functional Grammar: A Formal System for Grammatical Representation". *The Mental Representation of Grammatical Relations*. Ed. J. Bresnan. Cambridge, MA: The MIT Press. 173-281.
- King, J. P. 1994. "An Expanded Logical Formalism for Head-Driven Phrase Structure Grammar". Ms. Seminar für Sprachwissenschaft, Eberhard-Karls-Universität, Tübingen. [Documento de Internet disponible en <http://www.sfs.nphil.uni-tuebingen.de/~king/>].

- Marcus, M. P. 1980. *A Theory of Syntactic Recognition for Natural Language*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Moshier, M. D. y W. C. Rounds. 1987. "A Logic for Partially Specified Data Structures." *Proceedings of the 14th ACM Symposium on Principles of Programming Languages*. 156-167
- Noord, G. van. 1993. *Reversibility in Natural Language Processing*. Tesis doctoral, Rijksuniversiteit Utrecht.
- Pereira, F. C. N. y S. M. Shieber. 1987. *Prolog and Natural Language Analysis*. Stanford, CA: Center for the Study of Language and Information.
- Perlmutter, D. M., ed. 1983. *Studies in Relational Grammar 1*. Chicago, IL: The University of Chicago Press.
- Pollard, C. J. y I. A. Sag. 1987. *Information-Based Syntax and Semantics. Vol. 1: Fundamentals*. Stanford, CA: Center for the Study of Language and Information.
- Pollard, C. J. y Ivan A. Sag. 1994. *Head-Driven Phrase Structure Grammar*. Chicago, IL: The University of Chicago Press.
- Prince, A. y P. Smolensky. 1993. "Optimality Theory: Constraint Interaction in Generative Grammar". RuCCS Technical Report 2, Center for Cognitive Science, Rutgers University. Piscataway, NJ.
- Rounds, W. C. y R. T. Kasper. 1986. "A Complete Logical Calculus for Record Structures Representing Linguistic Information". *Proceedings of the 25th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*. 89-96.
- Sag, I. A. 1997. "English Relative Clause Constructions". *Journal of Linguistics* en prensa.
- Uszkoreit, H. 1986. "Categorial Unification Grammars." *11th International Conference on Computational Linguistics (COLING)*. Bonn. 187-194.
- Zeevat, H., E. Klein y J. Calder. 1987. "Unification Categorial Grammar". *Categorial Grammar, Unification Grammar and Parsing. Edinburgh Working Papers in Cognitive Science, 1*. Eds. N. Haddock, E. Klein y G. Morrill. Edinburgh: Centre for Cognitive Science, University of Edinburgh. 195-222.