INVESTIGACIONES EN ANÁLISIS SINTÁCTICO PARA EL ESPAÑOL

Sofía N. Galicia Haro y Alexander Gelbukh

Nota: Esto es el manuscrito original enviado a la editorial. Los números de página, así como algunos otros detalles, no coinciden con la versión final impresa.

Instituto Politécnico Nacional
México • 2007

PRIMERA EDICIÓN: 2007

Publicaión realizada con el apoyo de CONACyT,
proyectos R420219-A y 50206.

D.R. © 2007 INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
Dirección de Publicaciones
Tresguerras 27, 06040, DF

ISBN 970-36-0265-7

Impreso en México / *Printed in Mexico*

Serie *Ciencia de la Computación*

La escalada de la comunicación escrita, iniciada en el Renacimiento con la invención de la imprenta y elevada a niveles inimaginables hasta nuestros días, ha obligado al ser humano a alfabetizarse en un nuevo orden relacionado con las formas específicas de los medios, además de la escritura. Uno de estos medios es la computadora, objeto del mundo moderno que multiplica los espacios de acción y conocimiento del ser humano, donde las utopías adquieren realidad y el nuevo alfabeto cotidiano se adentra en un presente marcado por el ente computacional.

Sin embargo, y aún cuando el ente computacional forma parte de nuestra vida cotidiana, el texto impreso no ha sido desplazado por el texto electrónico; por el contrario, ambos se han convertido en elementos simbióticos que conforman una herramienta fundamental para acelerar el paso hacia una sociedad y una economía avanzadas y reestructuradas en torno a la ciencia, la tecnología y la difusión y promoción del conocimiento. Sólo a través de esta comunicación de conocimientos se puede crear una cultura científica, fundada en la búsqueda permanente de la verdad, la crítica informada y el proceder sistemático, riguroso e inteligente del quehacer humano.

En este contexto, la Colección de Ciencia de la Computación, editada por el Centro de Investigación en Computación (CIC) del Instituto Politécnico Nacional, con la colaboración de la Universidad Nacional Autónoma de México y el Fondo de Cultura Económica, presenta los trabajos de destacados especialistas mexicanos y extranjeros —tanto en su labor docente, como de investigación— en temas de cómputo docente, modelado y simulación de sistemas, análisis numérico, sistemas de información, ingeniería de software, geoprocesamiento, sistemas digitales, electrónica, control automático, reconocimiento de patrones y procesamiento de imágenes, tecnología de lenguaje natural e inteligencia artificial.

De esta forma, la obra editorial del CIC —que incluye las revistas Computación y Sistemas y Research in Computing

Science, informes técnicos, memorias de eventos académicos, catálogos de soluciones y esta colección de libros, entre otros— reafirma el compromiso de asegurar altos estándares académicos y de productividad científica, vinculación y orientación al trabajo, así como desarrollo de habilidades y destrezas en la formación de recursos humanos.

Esta colección está dirigida a estudiosos del campo de la computación y tiene como propósito que se actualicen y refuercen su información en esta área tan dinámica del conocimiento; también se pretende que sea una herramienta de trabajo y consulta en las investigaciones y labores de enseñanza. Así, se consolida una de las finalidades fundamentales de la comunidad científica: la difusión y promoción de la ciencia.

Consideramos que cada uno de los libros de esta colección original y con publicaciones de gran calidad, deberán estar presentes en la biblioteca de todos los profesionales en computación —y áreas afines— que crean que el estudio y la actualización son esenciales para impulsar el desarrollo personal y el de nuestro país.

Prólogo

El español, con unos 400 millones de hablantes nativos y siendo lengua oficial de 20 países, es la segunda lengua más importante del mundo. Durante siglos la Real Academia Española (RAE) se ha dedicado a su estudio e investigación lingüística y a la elaboración de normas, dando buen ejemplo a otras lenguas.

Sin embargo, en cuanto a la investigación y creación de recursos lingüísticos para su tratamiento computacional, el español se encuentra en un estado relativamente pobre en comparación con otras lenguas importantes como el inglés, japonés o chino. Es primordial, tanto para la comunidad hispanohablante como para toda la humanidad, intensificar y acelerar el estudio computacional del español, ya que así contaremos con una gran variedad de herramientas que permitirán su desarrollo harmónico y su uso eficiente y de pleno valor en la educación, la ciencia y la cultura, es decir, en esta nueva era de la sociedad de la información.

Para este fin están trabajando cientos de investigadores en España: en Alicante, Barcelona, Madrid, San Sebastián, Jaén y muchos otros lugares del país donde se hace investigación en torno a la tecnología del lenguaje humano (también denominada ingeniería lingüística o lingüística computacional). Pero es especialmente grato observar el nacimiento, desarrollo y fortalecimiento de la incipiente comunidad científica de nuestra área en América Latina, representada primordialmente por los jóvenes y muy activos grupos mejicanos, nuestros queridos amigos y colegas. En particular, debo mencionar que los autores del libro que hoy presento al lector son fundadores del primer grupo de lingüística computacional en América hispanohablante: la primera doctora en esta ciencia graduada en Méjico y su maestro. Es este grupo el que ha fundado y organiza anualmente el famoso congreso internacional

CICLing, gracias al cual —repitiendo las palabras del científico alemán Roland Hausser— Méjico ha aparecido en el mapa del mundo de la lingüística computacional.

El libro *Investigaciones en análisis sintáctico para el español* nos presenta una visión balanceada de uno de los fenómenos más importantes en el análisis de lenguaje —la sintaxis—. Mientras la mayoría de las fuentes hoy en día enfatiza los métodos estadísticos independientes de lenguaje, el presente libro retoma un enfoque más clásico, analizando los fenómenos específicos para el español. Más aún, se basa en la corriente que ha carecido de la atención de los investigadores durante medio siglo pero ahora adquiere cada vez más importancia: las gramáticas de dependencia, siendo una de las pocas fuentes que presenta el análisis del español en este importantísimo marco de trabajo lingüístico.

El libro muestra los resultados originales de la investigación de los autores. Sin embargo, contiene todo lo necesario para que un no especialista se ubique bien en el tema y entienda con calma el problema y la solución. El libro está escrito en un lenguaje sencillo y comprensible, cuenta con una introducción sólida, un glosario de términos e incluso con un pequeño vocabulario de términos en inglés, el cual simplificará al lector principiante su transición a la literatura científica en inglés, mientras que al lector experimentado le ayudará a entender con precisión el uso de los términos en el texto. El índice analítico agrega aún más utilidad al libro.

El libro es recomendado tanto para los expertos en el procesamiento de lenguaje natural y en lingüística como para los estudiantes y jóvenes investigadores que desean aportar con su talento y entusiasmo al desarrollo y florecimiento de nuestro querido español.

Dr. Manuel Palomar

Director del Grupo de investigación en Procesamiento del Lenguaje y Sistemas de Información de la Universidad de Alicante, España

Presidente de la Sociedad Española
para el Procesamiento de Lenguaje Natural

Índice general

Índice detallado

Prefacio

Este volumen reúne trabajos desarrollados en investigaciones realizadas en el área de la Lingüística Computacional, encaminadas a resolver el problema del análisis sintáctico automático, mediante computadora. En estas investigaciones se hace énfasis en el objetivo de analizar el lenguaje español, y los ejemplos que se presentan corresponden a textos de las variantes mexicana y española.

El problema del análisis sintáctico y la desambiguación de las estructuras sintácticas generadas es un elemento importante en el análisis lingüístico de textos por computadora. Sin embargo, este problema está lejos de resolverse completa y satisfactoriamente cuando se trata de analizar textos sin restricciones en cualquier lenguaje natural. El lector encontrará en estas páginas, además de la aplicación de formalismos tradicionales, una aproximación que reune diferentes fuentes de conocimiento del lenguaje para obtener las variantes que tienen más posibilidades de ser correctas, es decir, para realizar la desambiguación sintáctica.

El libro será útil tanto para los especialistas y estudiantes que se dedican a la Lingüística Computacional y áreas afines, como para los que apenas están empezando a familiarizarse con esta área. Otro grupo muy importante al cual está dirigido este libro son los lingüistas, que encontrarán en él ejemplos útiles tanto del uso de las técnicas computacionales en sus labores como de las aplicaciones de su investigación.

Expresamos nuestra gratitud al Dr. Igor A. Bolshakov, nuestro querido maestro, colega y coautor de un capítulo de este libro, por las numerosas ideas que aportó a nuestro trabajo. Agradecemos al Dr. Arturo Guzmán Martínez por sus muy útiles comentarios y críticas. El libro hace uso extensivo de nuestros trabajos previos publicados en varias revistas y congresos, con actualizaciones y

adecuaciones necesarias según comentarios que recibimos de los lectores, a quienes expresamos nuestro más profundo reconocimiento. El trabajo que implicó este libro fue realizado con el apoyo parcial del Gobierno de México (CONACyT R420219-A y 50206, SNI) y del Instituto Politécnico Nacional, México (SIP, COFAA).

Sofía N. Galicia Haro y Alexander Gelbukh
Septiembre 2006, México, D.F.

Capítulo 1 Introducción

Este capítulo introduce al lector al tema del libro. Se le presenta la ciencia que estudia el lenguaje que usamos en nuestra vida cotidiana —el lenguaje natural, tal como el español o el inglés. Luego se le explica cómo las computadoras pueden procesar nuestro lenguaje y qué problemas enfrentan en esta tarea. Finalmente se le explica la estructura del libro.

1.1 Lenguaje natural y lingüística teórica

Los seres humanos tenemos la posibilidad de acumular el conocimiento comunicándolo de una persona a otra, de una generación a otra, de las épocas antiguas a las épocas modernas, y a las épocas futuras. Esta comunicación se efectúa en la forma de lenguaje natural[1], es decir, en inglés, en francés, en alemán, etc., siendo el español uno de los lenguajes más hablados del mundo. No sólo nos comunicamos con él, ya sea en forma oral o escrita, sino que almacenamos nuestro tesoro más valioso —el conocimiento de la raza humana— en la forma de lenguaje natural. En esta época de la información, el manejo eficiente de este conocimiento es vital para la humanidad.

Desde las épocas más antiguas existen las ciencias que estudian el lenguaje humano. Éstas se pueden clasificar en tres grandes ramas. Unas estudian el lenguaje en comparación con otros lenguajes, observando las diferencias y semejanzas entre ellos. Por ejemplo, ¿qué diferencias hay entre el español y el portugués? ¿Por qué el

[1] El lenguaje humano se denomina con el término ya adoptado de "natural" para diferenciarlo de los lenguajes artificiales en el área de la computación.

italiano se parece más al español que al francés? Este grupo de ciencias incluye a las que estudian las lenguas nativas antiguas, tales como yaqui o náhuatl, sus diferentes dialectos, las costumbres y la cultura de la gente que las habla. También estudian diferentes dialectos del mismo lenguaje, por ejemplo: ¿cuáles diferencias hay entre el español de México y el de Argentina?

Otras ciencias estudian el lenguaje en comparación con su propio estado en otras épocas. Por ejemplo, ¿cómo fue la transición del latín al español? ¿En qué siglo el sonido *x* (sh) en español se transformó a *j*, el proceso que dejó su relicto en el modo en que escribimos el nombre de nuestra patria, México? ¿Cómo se va a transformar el español en los próximos siglos? Finalmente, otras ciencias lingüísticas se dedican al estudio del propio lenguaje, de sus prefijos, raíces, sufijos, oraciones, y el sentido de las palabras, oraciones y párrafos. Cuáles palabras se escriben con acento y cuáles sin acento. Cuáles oraciones están bien formadas y cuáles no están escritas en buen español. Cuál estilo es apropiado para un cuento para niños, cuál para un artículo de periódico y cuál para un informe técnico.

Por otra parte, hace unos 50 años se construyó una máquina destinada a ayudarnos —e imitarnos— en lo más humano que tenemos —en pensar—: la computadora. Y como pensar y hablar son procesos tan íntimamente relacionados, surgió la tarea de modelar el funcionamiento del lenguaje. No sólo describir el lenguaje, como lo hacen las ciencias humanísticas, sino modelarlo, construirlo —construir un modelo de lenguaje, un autómata que hable y entienda.

La nueva ciencia técnica que combina el conocimiento sobre la computación y el conocimiento matemáticamente preciso sobre la estructura del lenguaje humano, se denomina Lingüística Computacional. Esta ciencia se encarga de todos los aspectos de la interacción de las computadoras y el lenguaje humano. La tarea final de esta ciencia —como la piedra filosofal de la alquimia— es la construcción de una máquina que hable y entienda como nosotros lo hacemos.

Los resultados de la lingüística computacional son programas de *software*. La diferencia entre las tareas y los métodos de la lingüística humanística y de la lingüística computacional se puede comparar con la diferencia existente entre el trabajo de un ornitólogo y un constructor de aviones: mientras el primero estudia el color de las plumas de diferentes pájaros y sus distintas áreas de vida, la tarea del segundo es construir —con los métodos matemáticos y de ingeniería— un pájaro de metal que vuele y ayude a volar al hombre.

Falta mucha investigación todavía para lograr construir una máquina que hable como las personas. Para esta tarea, las reglas que describen el lenguaje son muy precisas y numerosas, previendo y describiendo minúsculamente para la máquina los fenómenos que parecen "obvios" para un humano. Inventando y desarrollando los formalismos en que esta descripción se pueda hacer explícita. Desarrollando los algoritmos y las estrategias del manejo, dentro de la computadora, de esta cantidad enorme de información sobre el lenguaje.

Pero para ser útil, una máquina no tiene que entender todo lo que lee. Puede entender algo. Si sólo entiende sobre qué tema habla un texto (aunque no entienda qué quiere decir), nos facilita la búsqueda de los documentos en Internet sobre los temas que nos interesan. Por ejemplo: ¿Cuáles artículos discuten los problemas de democracia? O bien, si la máquina entiende algunos comandos en voz alta, le podemos dar estos comandos: "abre el archivo informe.doc y envíalo a mi jefe". Incluso podemos dar estos comandos por teléfono, y escuchar la respuesta de la máquina. O bien, si la máquina entiende algunos hechos que se mencionan en el documento, puede —leyendo millones de archivos automáticamente— recopilarlos en una base de datos. Finalmente, podría traducir un archivo de un lenguaje a otro.

En estos últimos 50 años —la época de las computadoras— la ciencia de la lingüística computacional ha visto un gran avance. Los países más desarrollados del mundo invierten millones y millones de dólares en el proceso de las herramientas y recursos para el procesamiento automático de sus lenguajes, en los primeros lugares

están el inglés, el japonés y el alemán, entre otros. Desgraciadamente, en comparación, muy poco trabajo se dedica al español.

El primer paso para el estudio profundo del texto es su análisis sintáctico, la determinación de la estructura de cada oración. Es muy difícil realizar esta tarea con una alta calidad, y al respecto hay poco avance en el mundo. El problema más difícil que se enfrenta en el análisis sintáctico es la ambigüedad: la computadora encuentra más de una interpretación de cada oración y tiene que elegir una, la correcta. Muchos científicos consideran que la resolución de la ambigüedad es la tarea más importante en el análisis de lenguaje.

En este volumen presentamos las investigaciones que para elegir las mejores hipótesis, es decir, para resolver la ambigüedad en el análisis sintáctico mediante computadora, se han explorado.

1.2 Procesamiento automático de textos

Actualmente, el avance tecnológico en los medios de comunicación impresos y electrónicos nos permite obtener grandes volúmenes de información en forma escrita. La mayoría de esta información se presenta en forma de textos en lenguajes naturales. Toda esa información contenida en los textos es muy importante ya que permite analizar, comparar y entender el entorno en el que vive el ser humano.

Sin embargo, se presentan dificultades por la imposibilidad humana de manejar esa enorme cantidad de textos. Entre las herramientas que ayudan en las tareas diarias, la computadora es, hoy en día, una herramienta indispensable para el procesamiento de grandes volúmenes de datos. Pero todavía no se logra que al capturar una colección de textos, una máquina los comprenda suficientemente bien, por ejemplo para que pueda aconsejar qué hacer en determinado momento basándose en toda la información proporcionada, o para que pueda responder a preguntas acerca de los temas contenidos en esa información pero no explícitamente descritos, o para que pueda elaborar un resumen de la información.

Para lograr esta enorme tarea de procesamiento de lenguaje natural por computadora, analizando oración por oración para obtener el sentido de los textos, es necesario conocer las reglas y los principios bajo los cuales funciona el lenguaje, a fin de reproducirlos y adecuarlos a la computadora, incluyendo posteriormente el procesamiento de lenguaje natural en el proceso general del conocimiento y el razonamiento (Sidorov, 2001, 2005).

El estudio del lenguaje, está relacionado con diversas disciplinas. Entre ellas, la lingüística general es el estudio teórico que se ocupa de los métodos de investigación y de las cuestiones comunes a las diversas lenguas. Esta disciplina, a su vez, comprende una multitud de aspectos: temporales, metodológicos, sociales, culturales, de aprendizaje, etc. Los aspectos metodológicos y de aplicación brindan los principios y las reglas necesarios en el procesamiento de textos.

Los principios y las reglas de la lingüística general, aunados a los métodos de la computación, forman la Lingüística Computacional. Dentro de esta área se han desarrollado y discutido muchos formalismos adecuados para la computadora, a fin de reproducir el funcionamiento del lenguaje con el objetivo de extraer sentido a partir de textos y viceversa, transformando los conceptos de sentidos específicos a los textos correctos correspondientes.

El proceso que se realiza con las herramientas proporcionadas por la Lingüística Computacional para realizar las tareas necesarias para pasar del texto a la estructura conceptual y de ésta a los textos, lo denominamos: procesamiento de textos basado en conocimiento lingüístico.

1.3 Procesamiento de textos basado en conocimiento lingüístico

El proceso basado en conocimiento lingüístico considera análisis y síntesis de textos, es decir, comprensión y generación de oraciones en lenguaje natural. Tanto en la generación como en la comprensión se realizan diferentes transformaciones o cambios de una estructura

a otra para llegar al objetivo correspondiente, obtener los conceptos del texto o crear textos, respectivamente.

La generación de texto dentro de este ámbito empieza con la conceptuación del mensaje que se transmitirá y con la definición del nivel de generalización o de detalle en que se realizará. A continuación se sigue con la planeación de las estructuras. Los problemas específicos para construir estas estructuras están relacionados con las elecciones para representar un sentido específico, y con las elecciones de las estructuras particulares que se enlazan a las palabras. Existen otros criterios que intervienen en la construcción de la estructura, que no se consideran en el nivel de oración sino en el nivel del discurso completo, como la coherencia, expuesta mediante enlaces entre oraciones.

La comprensión en el proceso basado en conocimiento lingüístico, más compleja que la generación, parte de la representación de la información textual, es decir, de la cadena de palabras, y la traduce a diversas estructuras lingüísticas en varias etapas.

Las transformaciones que se requieren en el análisis y la síntesis son tan complejas que se dividen, tanto en la teoría como en la aplicación, en etapas generales. Para que la computadora realice estas etapas se requieren métodos adecuados para la descripción y construcción de las estructuras correspondientes, es decir, se requieren formalismos lingüísticos de representación y computacionales.

En la lingüística general se considera que tres niveles generales componen el proceso lingüístico: la morfología, la sintaxis y la semántica. En el procesamiento lingüístico de textos, entre estos niveles se elaboran descripciones y transformaciones computacionales de estructuras al menos en dos etapas, en la primera a una estructura sintáctica y en la segunda a la estructura conceptual. Estos niveles no están totalmente delimitados, diversos investigadores difieren un poco en los puntos de vista para esta delimitación, pero las diferencias no son cruciales.

Cada uno de los niveles, tanto en la generación como en la comprensión, tiene sus propias reglas y requiere colecciones de

datos (diccionarios) apropiadas, aunque ciertas tareas pueden compartir recursos en el análisis y en la síntesis de textos. De hecho, en la construcción de recursos para el procesamiento lingüístico de textos un concepto importante es compartir recursos, dados los grandes esfuerzos que normalmente se requieren para su compilación.

Nuestra investigación se centra en el análisis y en el nivel sintáctico. Por lo que los niveles morfológico y semántico se consideran como los niveles adyacentes, cada uno apoyado en sus propias características. La sintaxis tiene estrechas relaciones con ambos niveles. En el nivel morfológico, las características que están relacionadas con el nivel sintáctico son las categorías gramaticales (las partes del habla y sus subclases), y algunas otras características morfológicas.

Las partes del habla (*part of speech* en inglés: POS) son: sustantivo, verbo, artículo, etc. En el análisis se realiza un marcaje de POS cuando se asignan estas categorías gramaticales a cada palabra dada, es decir, cuando se indica la función de cada palabra en el contexto específico de la oración. Este marcaje se hace considerando características morfológicas y sintácticas del lenguaje.

Las características morfológicas relacionadas con la sintaxis son las combinaciones que pueden caracterizar a los paradigmas. Los paradigmas aquí se refieren a los grupos de palabras relacionadas por su semejanza de significantes (la mínima forma significativa en la palabra) o por alguna relación entre sus significados (idea contenida en el significante). Entre las características morfológicas que caracterizan paradigmas están las formas de conjugación de los verbos (*amo, amas, ama, aman*, etc.), las variantes que expresan género y número de sustantivos, etc. Por ejemplo, la palabra *comen*, donde la inflexión *en* describe tiempo presente, modo indicativo, tercera persona del plural. Estas características se utilizan para relacionar palabras, frases u oraciones entre sí, es decir, para la coordinación; por ejemplo, del verbo con el sujeto (*ellos comen*), del sustantivo con el adjetivo (*casa roja*), etc.

Otra característica morfológica con repercusiones sintácticas y semánticas es la relacionada a las formas homónimas. Existen

diferentes palabras morfológicas, como *banco, bancos*, que son variantes de un mismo lexema (la parte constante de una palabra variable que expresa la idea principal contenida) y existen formas homónimas de un lexema, con diferente sentido, que conforman un vocablo común. Estas formas homónimas se numeran para describir sus sentidos. De esta forma, por ejemplo, se tiene $banco_1$ y $banco_2$, mientras el primero se refiere al sentido relacionado a guardar algo (*banco de ojos, banco comercial*), el segundo se refiere al sentido de asiento para una sola persona.

Formas homónimas como: $querer_1$: tener el deseo de obtener algo, y $querer_2$: amar o estimar a alguien, se distinguen por sus construcciones sintácticas, como se verá más adelante.

1.3.1 SINTAXIS

La tarea principal en este nivel es describir cómo las palabras de la oración se relacionan y cuál es la función que cada palabra realiza en esa oración, es decir, construir la estructura de la oración de un lenguaje.

Las normas o reglas para construir las oraciones se definen para los seres humanos en una forma prescriptiva, indicando las formas de las frases correctas y condenando las formas desviadas, es decir, indicando cuáles se prefieren en el lenguaje. En contraste, en el procesamiento lingüístico de textos, las reglas deben ser descriptivas, estableciendo métodos que definan las frases posibles e imposibles del lenguaje específico de que se trate.

Las frases posibles son secuencias gramaticales, es decir, que obedecen leyes gramaticales, sin conocimiento del mundo, y las no gramaticales deben postergarse a niveles que consideren la noción de contexto, en un sentido amplio, y el razonamiento. Establecer métodos que determinen únicamente las secuencias gramaticales en el procesamiento lingüístico de textos ha sido el objetivo de los formalismos gramaticales en la Lingüística Computacional. En ella se han considerado dos enfoques para describir formalmente la gramaticalidad de las oraciones: las dependencias y los constituyentes.

1.3.1.1 ENFOQUE DE CONSTITUYENTES

Los constituyentes y la suposición de la estructura de frase, sugerida por Leonard Bloomfield en 1933, es el enfoque enel que las oraciones se analizan mediante un proceso de segmentación y clasificación. Se segmenta la oración en sus partes constituyentes, se clasifican estas partes como categorías gramaticales, después se repite el proceso para cada parte dividiéndola en subconstituyentes, y así sucesivamente hasta que las partes sean las partes de la palabra indivisibles dentro de la gramática (morfemas).

La suposición de frase y la noción de constituyente, se aplican de la siguiente forma. La frase *los niños pequeños estudian pocas horas* se divide en el grupo nominal *los niños pequeños* más el grupo verbal *estudian pocas horas,* este último a su vez, se divide en el verbo *estudian* más el grupo nominal *pocas horas* y así sucesivamente.

En la perspectiva de constituyentes, la línea más importante de trabajo es la desarrollada por el eminente matemático y lingüista Noam Chomsky, desde los años cincuenta del siglo XX. Chomsky (1957) dice que lo que nosotros sabemos, cuando conocemos un lenguaje, es un conjunto de palabras y reglas con las cuáles generamos cadenas de esas palabras.

Bajo este enfoque, aunque existe un número finito de palabras en el lenguaje, es posible generar un número infinito de oraciones mediante esas reglas, que también se emplean para la comprensión del lenguaje. Como una subclase, muy importante, de las gramáticas formales, estas reglas definen gramáticas independientes del contexto (*Context Free Grammars* en inglés, CFG). Sin embargo, existen al menos dos cuestiones principales cuando se trata de la cobertura amplia de un lenguaje natural: el número de reglas y la definición concreta de ellas.

El número requerido de reglas para analizar las oraciones de un lenguaje natural no tiene límite predeterminado, ya que debe haber tantas reglas como sean necesarias para expresar todas las variantes posibles de las secuencias de palabras que los hablantes nativos pueden realizar. En cuanto a la definición, se generan mucho más secuencias de palabras de las que realmente quieren producirse. Por

ejemplo, una regla para definir grupos nominales en el español es: un artículo indefinido, seguido de un sustantivo y a continuación un grupo preposicional. Sin embargo, esta regla define tanto *la plática sobre la libre empresa* como **la solidaridad sobre la libre empresa*[2], siendo ésta última una secuencia no gramatical.

En este enfoque, una información importante para el análisis sintáctico es la definida como subcategorización, referida a los complementos que una palabra rectora puede tener y la categoría gramatical de ellos. Los complementos, en la lingüística general, se definen como palabras, o grupos de elementos lingüísticos que funcionan como una unidad que completa el significado de uno o de varios componentes de la oración, e incluso de la oración entera. Esta información se ha agrupado en patrones que describen la composición de los complementos posibles para diferentes verbos, conocida como marcos de subcategorización.

Principalmente se considera que los verbos son las palabras del lenguaje que requieren estos marcos de subcategorización, los cuales pueden ser de diferentes tipos, simples como grupos nominales, o más complejos, como por ejemplo el verbo *dar*, que subcategoriza un grupo nominal y un grupo preposicional, en ese orden, *Da un libro a María.* También se considera que la descripción de los complementos puede realizarse en términos sintácticos o en términos semánticos.

En términos sintácticos, se describen por su estructura y partes del habla. Por ejemplo, la frase: *en diez pesos*, es un grupo preposicional compuesto de preposición, adjetivo numeral y sustantivo, y la frase: *en una tienda*, también es un grupo preposicional pero compuesto de una preposición, un artículo y un sustantivo. En este caso, tanto adjetivo numeral seguido de sustantivo como artículo seguido de sustantivo forman un grupo nominal, y el mismo marco: preposición seguida de grupo nominal, describe ambos complementos.

La descripción en términos semánticos, por no considerarse de alguna forma ligada a la descripción sintáctica en este enfoque, se

[2] El asterisco marca aquí y en adelante que la frase no es gramatical.

ha complementado con los papeles temáticos. Estos papeles temáticos tienen su antecedente en los *casos*, que son relaciones semánticas abstractas entre los verbos y sus argumentos, establecida en la *Gramática de Casos* (Fillmore, 1977). Los papeles temáticos intentan explicar las diferencias para un verbo en las distintas estructuras, por ejemplo: *Juan rompió la ventana con el martillo*, *El martillo rompió la ventana*, *La ventana se rompió*. Con los papeles temáticos se establece que *Juan, el martillo y la ventana*, hacen el papel de *agente,* y el *martillo* en la primera frase es una herramienta.

Las combinaciones de los distintos complementos en la oración presentan otra complejidad. Por ejemplo, en la frase *Compró el niño un libro en diez pesos en la tienda XX a un lado del metro Juárez a un vendedor alto de mal humor,* existen seis grupos preposicionales (*en la tienda, del metro Juárez*, etc.) introducidos con solo tres preposiciones, *a, en, de*, y aparecen dos grupos nominales (*el niño, un libro*). Las posibles combinaciones no son aleatorias pero estos complementos o grupos lingüísticos pueden ir enlazados en diferentes combinaciones, unidos al verbo o a algunos sustantivos de los diferentes grupos de la oración, por ejemplo: *Compró el niño, Compró un libro, Compró en diez pesos, Compró en la tienda XX, Compró a un vendedor alto, la tienda XX a un lado del metro Juárez*.

Mientras para un hablante nativo es obvio cómo se relacionan los complementos, para una computadora son posibles todas las variantes: *Compró a un lado, Compró del metro Juárez, Compró de mal humor, el niño en la tienda XX*, etc.

1.3.1.2 ENFOQUE DE DEPENDENCIAS

El primer intento real para construir una teoría que describiera las gramáticas de dependencias fue el trabajo de Lucien Tesnière en 1959. Las dependencias se establecen entre pares de palabras, donde una es principal o rectora y la otra está subordinada a (o dependiente de) la primera. Si cada palabra de la oración tiene una palabra propia rectora, la oración entera se ve como una estructura

jerárquica de diferentes niveles, como un árbol de dependencias. La única palabra que no está subordinada a otra es la raíz del árbol.

Es importante notar que la motivación de muchas dependencias sintácticas es el sentido de las palabras. Por ejemplo en la frase *Los niños pequeños estudian pocas horas*, las palabras *pequeños* y *pocas* son modificadores de atributo de las palabras *niños* y *horas* respectivamente, y *niños* es el sujeto de *estudiar*. Un rasgo muy importante de las dependencias es que no son iguales: una sirve para modificar el significado de la otra, así la secuencia *los niños pequeños* denota ciertos niños, y *estudian pocas horas* denota una forma de estudiar.

En el enfoque de dependencias, la línea de trabajo más importante es la desarrollada por el investigador Igor Mel'čuk desde los años sesenta del siglo pasado, la *Meaning* ⇔ *Text Theory* (MTT). Para Mel'čuk (1979), en la sintaxis se describen los medios lingüísticos por los cuales se expresan todos los participantes que están implicados en el sentido mismo de los lexemas.

Bajo esta perspectiva, la descripción de conocimiento lingüístico es primordial. La descripción de los medios lingüísticos con los que se expresan los "objetos" del lexema se insertan junto con él en un diccionario, de esta forma se conoce de antemano cómo se relaciona el lexema con los distintos grupos de palabras en la oración. Por ejemplo, para el lexema *plática* aparecerá que utiliza la preposición *sobre* para introducir el tema, que *solidaridad* utiliza la preposición *con*, y que el verbo *dar* emplea un sustantivo para expresar el objeto donado y para introducir el receptor se emplea la preposición *a*. Estas descripciones se denominan patrones de rección.

Una cuestión principal cuando se trata de la cobertura amplia de un lenguaje natural, empleando los patrones de rección, se refiere al establecimiento de todo este conocimiento lingüístico que no se basa en lógica y que, por lo tanto, conlleva el enorme trabajo manual de la descripción de la colección completa de todos los posibles objetos de las palabras específicas (verbos, sustantivos o adjetivos). Por ejemplo, establecer la manera en que el lexema *comprar* expresa los participantes en la acción de hacer que alguna

cosa pase de ser propiedad de una persona o entidad a ser propiedad de otra persona o entidad a cambio de una cantidad de dinero.

Con la sola descripción sintáctica de los complementos no hay una manera de establecer para la computadora reglas que definan las preposiciones específicas de cada verbo, por ejemplo la preposición *en* para el verbo *comprar* y no un grupo preposicional introducido por la preposición *sobre.* Y aún cuando se especificara particularmente para el verbo *comprar* que un complemento se introduce con la preposición *en*, se tiene que diferenciar entre grupos preposicionales como *en diez pesos* que expresa la cantidad de dinero, y otros grupos preposicionales que expresan otros sentidos como *en una tienda*. Esta diferencia que implica un descriptor semántico está contemplada en la MTT.

En la MTT se relacionan los participantes semánticos con los complementos del verbo, es decir, la valencia semántica con la valencia sintáctica. Por ejemplo, la realización sintáctica *en diez pesos* se refiere a la cantidad de dinero por la cuál se compró algo si está relacionado con *comprar* o se trata de la cantidad en la cuál disminuye un precio si se trata de *reducir*, etc. En la MTT, la idea es establecer las valencias, es decir, los participantes referidos a la acción del verbo en cuestión, establecer quién realiza la acción, a quién está dirigida, qué se hace, etc. Por ejemplo, en la acción de *beber*, los participantes son quién bebe y qué bebe; en la acción *comprar* los participantes son: quién compra, qué compra, en cuanto lo compra, a quién se lo compra.

En este enfoque, también se considera necesario establecer la diferencia entre los complementos seleccionados semánticamente, y los que expresan las circunstancias en las que se da la acción, que se denominan circunstanciales. Los complementos circunstanciales están relacionados al contexto local de la oración pero no expresan participantes en la acción del verbo, añaden información no relacionada directamente al sentido del lexema. Por ejemplo, en la frase, *compró contra su voluntad un traje nuevo*, el grupo preposicional *contra su voluntad* expresa un modificador a la acción *comprar*, pero no es un participante de la acción del verbo.

1.4 Peculiaridades sintácticas del español

Existen características que dependen de cada lenguaje y que simplifican o vuelven más compleja la relación entre los grupos de palabras. Reconocer las combinaciones posibles de los verbos y sus complementos es menos complejo cuando en el lenguaje existen posiciones fijas de ocurrencia de ellos. Sin embargo esto varía, la estructura de la oración en diferentes lenguajes tiene diversos órdenes básicos y diferentes grados de libertad en el orden de palabras. Por ejemplo, el inglés y el español tienen un orden básico sujeto-verbo-complemento (SVC).

Esto no quiere decir que siempre se cumpla ese orden. Algunos lenguajes, como el inglés, tienen un orden más estricto, otros, como el español, tienen un grado de libertad mayor. Por ejemplo, la oración en español *Juan vino* a *mi casa* (SVC) se acepta sintácticamente en las siguientes variantes: *A mi casa vino Juan* (CVS)*, Vino Juan a mi casa* (VSC)*, A mi casa Juan vino* (CSV)*, Juan a mi casa vino* (SCV)*, Vino a mi casa Juan* (VCS), por lo que los participantes de las acciones pueden ocurrir en distintas posiciones respecto al verbo.

En español, al igual que en algunos otros lenguajes, el uso de las preposiciones es muy amplio. Este empleo origina una gran cantidad de combinaciones de grupos preposicionales, pero también sirve para diferenciar, en muchos casos, la introducción de los participantes de una acción. Por ejemplo, en la frase *Compró el niño un libro en diez pesos*, los hablantes nativos reconocen que se utiliza la preposición *en* para introducir la expresión del precio del artículo comprado.

En español, el uso de preposiciones permite introducir sustantivos animados en el papel sintáctico de objeto directo, distinguir entre significados de verbos, distinguir participantes. Realmente, la preposición *a*, entre otros usos, sirve para diferenciar el significado del complemento directo de algunos verbos, por ejemplo, *querer algo* (tener el deseo de obtener algo) y *querer a alguien* (amar o estimar a alguien). Si este conocimiento se omite en el nivel sintáctico entonces el análisis en el nivel semántico se vuelve más

complejo. Esta información también es útil en la generación de lenguaje natural porque una vez establecido el sentido que se quiere transmitir existe la posibilidad de seleccionar la estructura precisa para él.

Otra peculiaridad del español es la repetición restringida de valencias. Por ejemplo en la frase: *Arturo le dio la manzana a Víctor*, dónde *le* se emplea para establecer a quién le dieron la manzana y el grupo preposicional *a Víctor* también representa al mismo participante. Otro ejemplo es: *El disfraz de Arturo lo diseñó Víctor*, donde tanto *lo* como *el disfraz de Arturo* corresponden al objeto directo de *diseñar*. Esta repetición se da en forma de pronombres y sustantivos. Las implicaciones léxicas y sintácticas en cuanto a que algunos verbos presentan estas estructuras, a que se deben relacionar las dos expresiones de valencias sintácticas con la misma valencia semántica, y a posibles diferencias semánticas, competen al análisis sintáctico.

1.5 Ambigüedades en el análisis sintáctico

La ambigüedad en el proceso lingüístico se presenta cuando pueden admitirse distintas interpretaciones a partir de la representación o cuando existe confusión al tener diversas estructuras y no tener los elementos necesarios para eliminar las incorrectas. Para desambiguar, es decir, para seleccionar los significados o las estructuras más adecuados de un conjunto conocido de posibilidades, se requieren diversas estrategias de solución en cada caso.

En relación con la sintaxis, existe ambigüedad en el marcaje de partes del habla, esta ambigüedad se refiere a que una palabra puede tener varias categorías sintácticas, por ejemplo *ante* puede ser una preposición o un sustantivo, etc. Conocer la marca correcta para cada palabra de una oración ayudaría en la desambiguación sintáctica, sin embargo la desambiguación de este marcaje requiere a su vez cierta clase de análisis sintáctico.

En el análisis sintáctico es necesario tratar con diversas formas de ambigüedad. La ambigüedad principal ocurre cuando la información sintáctica no es suficiente para tomar una decisión de asignación de estructura. La ambigüedad existe aún para los hablantes nativos, es decir, hay diferentes lecturas para una misma frase. Por ejemplo, en la oración *Javier habló con el profesor del CIC*, puede pensarse en *el profesor del CIC* como un complemento de *hablar* o también puede leerse que *Javier habló con el profesor* sobre un tema, habló con él *del CIC*.

También existe ambigüedad en los complementos circunstanciales. Por ejemplo, en la frase *Me gusta beber licores con mis amigos*, el grupo *con mis amigos* es un complemento de *beber* y *no* de *licores*. Mientras un hablante nativo no considerará la posibilidad del complemento *licores con mis amigos,* para la computadora ambas posibilidades son reales.

Como mencionamos, la información léxica puede ayudar a resolver muchas ambigüedades, en otros casos la proximidad semántica puede ayudar en la desambiguación. Por ejemplo: *Me gusta beber licores con menta* y *Me gusta beber licores con mis amigos;* en ambas frases la clase semántica del sustantivo final ayuda a resolver la ambigüedad, es decir con qué parte de la frase están enlazadas las frases preposicionales, *con menta* y *con mis amigos*. Ni *menta* ni *amigos* son palabras ambiguas pero *amigos* está más cercana semánticamente a *beber* que a *licores* y *menta* está más cercana a *licor* que a *beber*.

La ambigüedad es el problema más importante en el procesamiento de textos en lenguaje natural, por lo que la resolución de ambigüedades es la tarea más importante a llevar a cabo y el punto central de las investigaciones consideradas en este volumen. Debido a que existe ambigüedad aún para los humanos, no es una tarea de la resolución de ambigüedades lograr una única asignación de estructuras en el análisis sintáctico de textos, sino eliminar la gran cantidad de variantes que normalmente se producen.

1.6 Estructura del libro

El problema del análisis sintáctico y la desambiguación de las estructuras sintácticas generadas es un elemento importante en el análisis lingüístico de textos por computadora. Los analizadores sintácticos que se han construido con una base puramente gramatical generan tal cantidad de variantes que su empleo resulta casi inútil. Para eliminar esa gran cantidad de variantes incorrectas se han desarrollado distintos métodos, entre ellos las restricciones en los formalismos gramaticales, una noción muy importante de la gramática universal. Con el mismo fin, se han incluido otros métodos en los analizadores, principalmente métodos estadísticos para obtener las probabilidades de concurrencias de palabras o categorías gramaticales. Sin embargo, para resolver la desambiguación de estructura sintáctica se requiere proveer a la máquina con el conocimiento lingüístico que los hablantes nativos poseen, absorbido en los años iniciales del aprendizaje del primer lenguaje. Este conocimiento lingüístico está asociado con fuentes de conocimiento léxico, sintáctico y semántico.

En las investigaciones aquí presentadas describimos un nuevo modelo de análisis sintáctico y desambiguación para el español. El analizador sintáctico incluye un esquema de diferentes fuentes de conocimiento, cada una como un grado de libertad en un dominio específico. La desambiguación estructural se basa en la contribución mayoritaria de las evaluaciones cuantitativas de cada una de las variantes, todas en un formato compatible.

El enfoque para resolver la ambigüedad estructural considera los siguientes aspectos: introducir fuentes de conocimiento léxico, sintáctico y semántico, representar este conocimiento en diccionarios cuya compilación sea automática en su mayor parte, desarrollar algoritmos muy simples y eficientes para todas las tareas necesarias, y el uso recursivo de las herramientas desarrolladas.

La desambiguación sintáctica aquí propuesta restringe la gran cantidad de variantes que normalmente se generan, así que la base del análisis sintáctico pasa de la tarea infinita de definir una

gramática de cobertura total para el lenguaje, a la tarea principal de buscar los objetos de cada palabra.

El capítulo uno es una introducción al análisis sintáctico automático. En el capítulo dos presentamos los antecedentes del desarrollo de las investigaciones en análisis sintáctico automático, los formalismos gramaticales y su evolución histórica dentro de la Lingüística Computacional y las herramientas requeridas. Presentamos dos enfoques principales: las gramáticas generativas y las gramáticas de dependencias. Por una parte, la evolución de las teorías derivadas de los constituyentes para superar los problemas generados por las transformaciones y cómo se paliaron estos problemas mediante las restricciones. Por otra parte, las teorías derivadas de las dependencias y los formalismos desarrollados. Después presentamos la descripción de las estructuras sintácticas de los objetos de las palabras, según cada uno de los formalismos representativos para comparar la información que cada uno propone y el nivel en el que sitúa su descripción. Por último, la tendencia lexicista como la convergencia de ambas descripciones.

En el capítulo tres presentamos el desarrollo de la aplicación del modelo de dependencias al español. Presentamos la descripción detallada de las valencias, las complejidades que se presentan, las peculiaridades semánticas y sintácticas del español que se describen en los patrones de rección y ejemplos de estos patrones para verbos, sustantivos y adjetivos. Enseguida, analizamos algunas características del español, principalmente las que difieren de los lenguajes cuyo orden de palabras es más estricto, para describirlas bajo un enfoque generalizado de descripción de valencias, con mayor énfasis en el formalismo de la MTT.

En el capítulo cuatro presentamos el desarrollo de un analizador básico basado en las gramáticas generativas. Describimos la gramática generativa experimental que llevamos a cabo, su creación, características y verificación. Presentamos el algoritmo seleccionado para realizar el análisis sintáctico con la gramática generativa y describimos el algoritmo desarrollado para la transformación a una forma compatible de dependencias.

Describimos la información que proponemos para los nuevos patrones de rección y la descripción de su notación formal. Presentamos también las diferencias entre la descripción de valencias en los enfoques considerados. Basándonos en este análisis proponemos una forma nueva de descripción de los Patrones de rección, a la que denominamos Patrones de rección avanzados (PRA), con información cualitativa para el análisis sintáctico. Debido al conocimiento lingüístico que se requiere en dichos patrones, consideramos un método semiautomático de adquisición de esa información a partir de un corpus de textos. Por último, presentamos un algoritmo para reducir el número de variantes posibles de análisis, es decir, de desambiguación sintáctica.

En el capítulo cinco presentamos el algoritmo de adquisición de los patrones de rección para la compilación del diccionario, donde empleamos el analizador básico construido. Empezamos explicando la deducción del modelo. A continuación mostramos ejemplos de los patrones compilados, las estadísticas obtenidas y la comparación entre métodos de compilación en forma tradicional y en forma automatizada. Por último, presentamos los resultados de los ensayos realizados sobre un conjunto de prueba.

En el capítulo seis presentamos un algoritmo de análisis y desambiguación, describimos el modelo general, es decir, el modelo completo y cada uno de sus subsistemas. Luego mostramos el empleo de la red semántica para la desambiguación sintáctica y enseguida la formulación de la evaluación cuantitativa de las variantes sintácticas, el algoritmo de votación y su expansión a un multimodelo. Finalmente presentamos otras fuentes de conocimiento necesarias para la desambiguación sintáctica.

Capítulo 2 Formalismos gramaticales

Este capítulo introduce al lector en la descripción de la sintaxis de lenguaje y presenta un panorama de términos y teorías que nos permiten hablar de las estructuras sintácticas de oraciones y describirlas con precisión. Distintos autores enfatizan diferentes aspectos de la estructura que forman las palabras en una oración. En este capítulo pretendemos mostrar una perspectiva balanceada de varias teorías sintácticas.

2.1 La sintaxis

Se tiende a creer que las palabras componen una oración como una progresión en una sola dimensión. Sin embargo, la propiedad del lenguaje natural que es de importancia central en la sintaxis es que tiene dos dimensiones. La primera es explícita, el orden lineal de palabras, y la segunda es implícita, la estructura jerárquica de palabras. El orden lineal es lo mismo que la secuencia de las palabras en la oración. El papel de la estructura jerárquica se presenta a menudo como una dependencia, podemos ejemplificarla con las siguientes frases:

una persona sola en la construcción
una persona interesada en la construcción

En la primera frase, el grupo de palabras *en la construcción* se une al grupo *una persona* indicando el lugar donde se encuentra la persona, mientras que en la segunda frase el mismo grupo se une a *interesada* indicando cuál es su interés. Lo que hace la diferencia en las interpretaciones, no es evidentemente un orden lineal puesto que

el grupo *en la construcción* se encuentra en el final de ambas frases, y tampoco se trata de la distancia lineal en las dos frases.

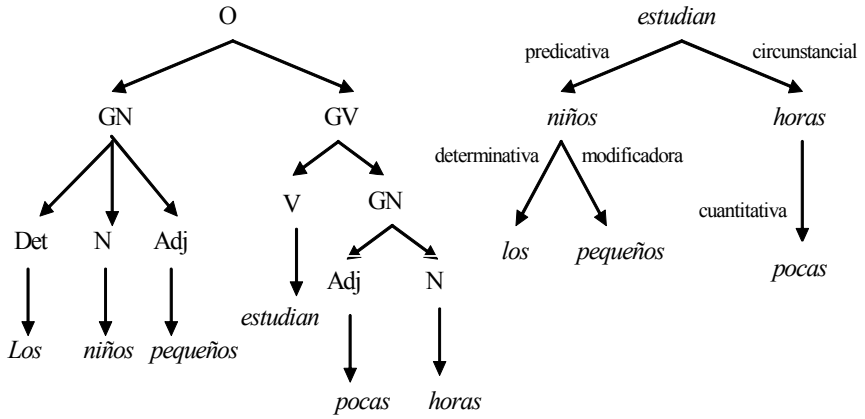
Tanto el orden lineal como la estructura jerárquica, aunque principalmente esta última, son el tema principal en los formalismos para el análisis sintáctico. Los enfoques que presentamos consideran esa jerarquía como relaciones entre combinaciones de las palabras o entre palabras mismas.

En este capítulo, con una breve retrospectiva histórica y el estado actual, presentamos los formalismos gramaticales en la lingüística computacional, desde el punto de vista de los principales enfoques y ejemplos representativos de cada una. Consideramos los dos enfoques que por mucho tiempo se han considerado opuestos y que en años recientes tienen más coincidencias: la gramática generativa —cuyo principal representante es la teoría desarrollada por Chomsky en sus diversas variantes—, y la tradición estructuralista europea que proviene de Tesniére —con el ejemplo más representativo, la teoría Sentido ⇔ Texto de I. A. Mel'čuk. El sistema formal de esta última es comparable en alcance y contenido con la escuela generativa.

Siguiendo el paradigma de Chomsky se han desarrollado muchos formalismos para la descripción y el análisis sintácticos. El concepto básico de la gramática generativa es simplemente un sistema de reglas que define de una manera formal y precisa un conjunto de secuencias (cadenas a partir de un vocabulario de palabras) que representan las oraciones bien formadas de un lenguaje específico. Las gramáticas bien conocidas en otras ramas de la ciencia de la computación, las expresiones regulares y las gramáticas independientes del contexto, son gramáticas generativas también.

Chomsky y sus seguidores desarrollaron y formalizaron una teoría gramatical basada en la noción de generación (Chomsky, 1965). El trabajo que se realiza en la gramática generativa descansa en la suposición acerca de que la estructura de la oración está organizada jerárquicamente en frases (y por consiguiente en estructura de frase). Un ejemplo de la segmentación y clasificación que se realiza en este enfoque se presenta en la figura 1A, en el árbol de

constituyentes para la frase *los niños pequeños estudian pocas horas*, donde O significa oración.



A) Árbol de constituyentes B) Árbol de dependencias

Figura 1. Estructuras sintácticas

Un árbol de estructura de frase revela la estructura de una expresión en términos de agrupamientos (bloques) de palabras, que consisten en bloques más pequeños, los cuales, a su vez, consisten de bloques aún más pequeños, etc. En un árbol de estructura de frase, la mayoría de los nodos representan agrupamientos sintácticos o frases y no corresponden a las formas de las palabras reales de la oración bajo análisis. Símbolos como GN (grupo nominal), GV (grupo verbal), N (sustantivo), GP (grupo preposicional), etc., aparecen en los árboles de estructura de frase como etiquetas en los nodos, y se supone que estas etiquetas únicas determinan completamente las funciones sintácticas de los nodos correspondientes.

En el enfoque de estructura de frase, la categorización (la membresía de clase sintáctica) de las unidades sintácticas se especifica como una parte integral de la representación sintáctica, pero no se declaran explícitamente las relaciones entre unidades.

Las Gramáticas de Dependencias se basan en las nociones de que la sintaxis es casi totalmente una materia de capacidades de combinación, y en el cumplimiento de los requerimientos de las palabras solas. En el trabajo más influyente en este enfoque, el de Tesnière (1959), el modelo para describir estos fenómenos es semejante a la formación de moléculas, a partir de átomos, en la química. Como átomos, las palabras tienen valencias; están aptas para combinar con un cierto número y clase de palabras distintas formando piezas más grandes de material lingüístico.

Las valencias de una palabra se rellenan con otras palabras, las cuales realizan dos tipos de función: principales (denominadas actuantes) y auxiliares (denominados circunstanciales o modificadores). Las descripciones de valencias de palabras son el dispositivo principal para describir estructuras sintácticas en las gramáticas de dependencias.

La gramática de dependencias supone que hay comúnmente una asimetría entre las palabras de una frase: una palabra es la rectora, algunas otras son sus dependientes. Cada palabra tiene su rectora, excepto la raíz, pero no todas tienen dependientes. Por ejemplo, una palabra es *niños*, la modificadora es *pequeños*. La palabra rectora raíz da origen a la construcción total y la determina. Las dependientes se ajustan a las demandas sobre la construcción impuestas por la rectora. La diferencia entre rectoras y dependientes se refleja en la jerarquía de nodos en el árbol de dependencias.

Las gramáticas de dependencia, como las gramáticas de estructura de frase, emplean árboles a fin de describir la estructura de una frase u oración completa. Mientras la gramática de estructura de frase asocia los nodos en el árbol con constituyentes mayores o menores y usa los arcos para representar la relación entre una parte y la totalidad, todos los nodos en un árbol de dependencias representan palabras elementales y los arcos denotan las relaciones directas sintagmáticas entre esos elementos (figura 1B).

Las teorías de estructura de frase y las gramáticas de dependencias se han desarrollado en paralelo. Ambas han marcado la forma en la que se concibe la sintaxis en el procesamiento lingüístico de textos. A lo largo de casi cuarenta años muchos

formalismos se han desarrollado dentro de ambos enfoques de una manera muy diferente. Mientras los constituyentes han sido aplicados a la mayoría de los lenguajes naturales con la intención de una cobertura amplia, las dependencias han sido aplicadas en pocos lenguajes con una cobertura restringida. Primero presentamos un panorama del desarrollo de la estructura de frase y a continuación el desarrollo de las gramáticas con dependencias.

2.2 Gramáticas generativas

2.2.1 PRIMERA ETAPA

Chomsky, en su libro *Estructuras Sintácticas* (1957), presentó una versión inicial de la Gramática Generativa Transformacional (GGT), gramática en la cuál la sintaxis se conoce como sintaxis generativa. Una de las características del análisis presentado ahí, y en subsecuentes trabajos transformacionales, es la inclusión de postulados explícitos formales en las reglas de producción, cuyo único propósito era generar todas las oraciones gramaticales del lenguaje bajo estudio, es decir, del inglés.

La gramática transformacional inicial influyó a las teorías posteriores en el énfasis para la formulación precisa de las hipótesis, característica primordial en el enfoque de constituyentes. Ejemplos de las reglas de producción que se emplean para esa formulación precisa son las siguientes, con las cuales se construyó el árbol de la figura 1A:

O → GN GV	Adj → *pequeños* | *pocos*
GV → V GN	Sust → *niños* | *horas*
GN → Art Sust Adj	V → *estudian*
GN → Adj Sust	Art → *los*

La flecha significa que se *reescribe como*, es decir, el elemento de la izquierda se puede sustituir con el agrupamiento completo de la derecha. Por ejemplo, una oración (O) se puede reescribir como un grupo nominal (GN) seguido de un grupo verbal (GV). Un GN puede reescribirse como un artículo (Art) seguido de un sustantivo

(Sust) y un adjetivo (Adj). Un grupo verbal puede sustituirse con un verbo (V) seguido de un grupo nominal. Todos los elementos que no han sido sustituidos por palabras específicas se denominan *no-terminales* (GV, O, etc.), los elementos del lenguaje específico se denominan *terminales* (*estudian*, *los*, etc.).

Este tipo de reglas corresponde a una gramática independiente del contexto. Esto se debe a que los elementos de la izquierda en las reglas solamente contienen un elemento no terminal y por lo tanto no se establece el contexto en el que deben aparecer. Este tipo de gramáticas es el segundo tipo de gramáticas menos restrictivas en la clasificación de Chomsky, que pueden analizarse con un autómata de pila, y para las cuales existen algoritmos de análisis eficientes (Aho *et al*., 1986).

Chomsky (1957) dio varios argumentos para mostrar que se requería algo más que las solas reglas de estructura de frase para dar una descripción razonable del inglés, y por extensión de cualquier lenguaje natural, por lo que se requerían las transformaciones, es decir, reglas con caracteríticas más eficaces. Las relaciones como sujeto y objeto[3], fueron un ejemplo de la necesidad del desarrollo de la gramática transformacional, ya que su representación no era posible con las reglas independientes del contexto.

2.2.1.1 Modelo Transformacional

La GGT define oraciones gramaticales de una manera indirecta. Las estructuras aquí denominadas *subyacentes* o base se generan mediante un sistema de reglas de estructura de frase y después se

[3] La gramática tradicional proporcionó los términos transitividad y objeto (tema de la siguiente sección). Por el momento consideramos solamente la definición que da el Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española: los transitivos son los verbos cuya acción recae en la persona o cosa que es término o complemento de la acción. Por lo que se asume al complemento directo (objeto directo) como el complemento en el cuál recae directamente la acción del verbo, y al complemento indirecto (objeto indirecto) como la persona, animal o cosa en quien recae indirectamente la acción del verbo.

aplican sucesivamente las reglas transformacionales para mapear esas estructuras de frase a otras estructuras de frase. Esta sucesión se llama *derivación transformacional* e involucra una secuencia de estructuras de frase, de una estructura base a una estructura de frase denominada *estructura superficial*, cuya cadena de palabras corresponde a una oración del lenguaje. Desde este punto de vista, las oraciones del lenguaje son aquellas que pueden derivarse de esta manera.

Una propuesta clave de las gramáticas transformacionales, en todas sus versiones, es que una gramática empíricamente adecuada requiere que las oraciones estén asociadas no con una sola estructura de árbol sino con una secuencia de árboles, cada una relacionada a la siguiente por una transformación. Las transformaciones se aplican de acuerdo a reglas particulares en forma ordenada; en algunos casos las transformaciones son obligatorias. Ejemplos de transformaciones son el cambio de forma afirmativa a forma interrogativa, y de forma activa a pasiva.

La hipótesis de la gramática transformacional es que, por ejemplo, la frase (b) se deriva, mediante reglas y el diccionario, de (a), con una transformación, alterando la estructura de tal forma que la frase con *-qué* es inicial dentro de O.

(a) *Todos se preguntan* [*el profesor qué cosa ha dicho*]
(b) *Todos se preguntan* [*qué cosa ha dicho el profesor*]

Este tipo de transformación opera únicamente sobre oraciones que puedan analizarse con una estructura como

$$\left[{}_{O} \; \mathrm{X} - \textit{qué} - \mathrm{GN} - \mathrm{Y}_{v} \right],$$

donde *O* indica una oración, X una secuencia de palabras y Y_v el grupo verbal. GN es el grupo nominal.

En el ejemplo anterior *el profesor* correspondería a X y *ha dicho* correspondería a Y_v. La frase anterior entonces puede modificarse mediante la transformación que incluye el "movimiento" del constituyente X a la posición final, denotada como:

$$\left[O \ \textit{qué} - \text{GN} - \text{Y}_v - \text{X} \right],$$

que corresponde a (b). Sin embargo, al estudiar más detenidamente el problema, encontramos que se requieren ciertas condiciones adicionales para la descripción general, por ejemplo, en el caso en que X es animado requiere la preposición *a*. Otra transformación es la que se realiza a partir de la estructura subyacente *el hombre está corriendo* para obtener la correspondiente forma interrogativa ¿*Está corriendo el hombre*?

Entre las transformaciones más importantes se encuentra la relacionada a las oraciones pasivas. Por ejemplo: *Un león fue atrapado por la policía*, que se deriva de las mismas estructuras subyacentes de sus contrapartes activas, *la policía atrapó un león,* por medio de una transformación a pasiva que permuta el orden de los dos grupos nominales e inserta las palabras *fue* y *por* en los lugares adecuados, directamente. En español, el cambio del objeto directo en la misma frase a una persona requiere además la inclusión de la preposición *a*, por ejemplo: *un ladrón fue atrapado por la policía* y *la policía atrapó a un ladrón.*

Otro punto muy importante de la GGT fue el tratamiento del sistema de verbos auxiliares del inglés, el análisis más importante en esta teoría. Chomsky propuso que el tiempo, en las formas verbales, estuviera en la estructura sintáctica subyacente, como un formante separado del verbo del cual formaba parte. Propuso dos transformaciones, una de movimiento para considerar la inversión del auxiliar en las preguntas y una de inserción que situaba la palabra correspondiente a "no" (*not*) en el lugar apropiado para las oraciones de negación.

La GGT dominó el campo de la teoría sintáctica de los años sesenta a los ochenta. La GGT cambió significativamente desde su aparición, pero a pesar de su evolución la noción de derivación transformacional ha estado presente de una u otra manera en prácticamente cada una de sus formulaciones.

2.2.1.2 TEORÍA ESTÁNDAR

La GGT inicial se transformó con base en los cambios propuestos en los trabajos de Katz y Postal (1964) y de Chomsky (1965). La teoría resultante fue la Teoría Estándar (*Standard Theory*, en inglés, ST). Entre esos cambios, la ST introdujo el uso de reglas recursivas de estructura de frase para eliminar las transformaciones que combinaban múltiples árboles en uno solo, y la inclusión de características sintácticas para considerar la subcategorización (tema de la sección 2.4). Otra aportación fue la adición de una componente semántica interpretativa a la teoría de la gramática transformacional.

Las reglas de estructura de frase permiten la recursividad, por ejemplo, en verbos como *decir*, que además de tener un complemento tipo grupo nominal (*dijo una mentira*) aceptan complementos tipo oración (*dijo que María decía mentiras*). Un ejemplo de reglas recursivas es:

O $\rightarrow$ GN GV
GV $\rightarrow$ V O

En la primera regla, O puede reescribirse con GN GV, y a su vez GV tiene sustitución de O, y así sucesivamente (*Juan dijo que María dijo que Pedro dijo* ...).

En la ST se presenta el concepto de *estructura profunda*, es decir, el árbol inicial en cada derivación de la oración. Esta estructura profunda representaba de una forma transparente toda la información necesaria para la interpretación semántica. Se sostenía que había un mapeo simple entre los roles semánticos desempeñados por los argumentos del verbo y las relaciones gramaticales[4] de la estructura profunda (sujeto, objeto, etc.). En el árbol final de la derivación, las palabras y las frases estaban ordenadas en la forma en que la oración sería realmente pronunciada, es decir, en su *estructura superficial*.

[4] Aunque en la literatura de constituyentes se conocen como funciones o relaciones gramaticales, nosotros los denominamos de aquí en adelante como objetos sintácticos. El término *argumentos* se refiere a los complementos.

En esta teoría, las transformaciones se propusieron para constituirse como enlace primario entre voz y sentido en el lenguaje. Los experimentos iniciales que mostraban una correlación entre la complejidad de una oración y el número de transformaciones propuestas en su derivación dieron credibilidad a esta idea, pero investigaciones posteriores mostraron que no se podía sustentar. Ninguna teoría generativa actual mantiene esta idea central de las transformaciones.

Uno de los problemas fundamentales planteados por la ST es que el sentido está determinado a partir de la estructura profunda, antes de la aplicación de las transformaciones, pero entonces la influencia de las transformaciones sobre los sentidos no es nada clara.

La mayoría de las teorías gramaticales contemporáneas han mantenido las innovaciones más importantes de la ST, es decir, las características sintácticas, la estructura de frase recursiva y alguna clase de componente semántica.

2.2.1.3 Teoría estándar ampliada

Chomsky y algunos otros abandonaron poco después de la ST la idea de que las oraciones con estructuras profundas idénticas debían ser sinónimas. En particular, demostraron que las transformaciones que reordenan grupos nominales cuantificados pueden cambiar el alcance de los cuantificadores. Un ejemplo muy conocido es *mucha gente lee pocos libros* que tiene interpretaciones diferentes de *pocos libros son leídos por mucha gente*. En consecuencia, propusieron que estructuras diferentes, de las estructuras profundas, debían desempeñar un papel en la interpretación semántica.

El marco teórico que Chomsky denominó Teoría Estándar Ampliada (*The Extended Standard Theory* en inglés, EST), presentó una teoría muy reducida en transformaciones, y en su lugar se mejoraron otros componentes de la teoría para mantener la capacidad descriptiva. Además de nuevos tipos de reglas semánticas, introdujeron la esquematización de reglas de estructura de frase, y una concepción mejorada del diccionario, incluyendo reglas léxicas. Estas modificaciones se han trasladado a muchos trabajos contemporáneos.

La EST consideró la introducción de *categorías vacías*, que son elementos que ocupan posiciones en un árbol pero que no tienen una realización fonética. Incluyen un tipo de pronombre nulo usado en construcciones de control[5], y *huellas*[6] de elementos que han sido trasladados. Por ejemplo[7] —ver la figura 2—, un sujeto nulo (anáfora pronominal *pro*) en la frase española *Estudian pocas horas;* una huella de grupo nominal en la frase *Juan parece ser feliz* (la huella GN corresponde a *Juan*, el sujeto semántico de *ser*).

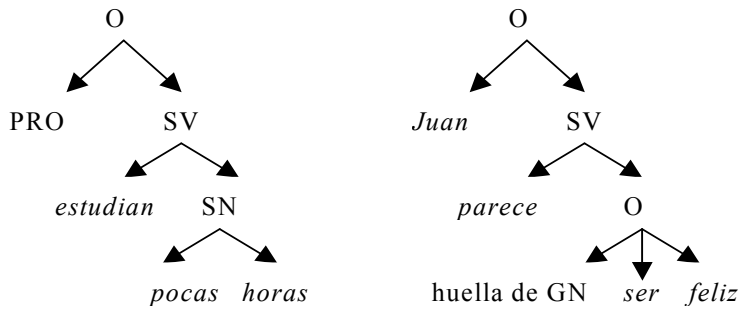


Figura 2. Categorías vacías

Uno de los intereses centrales de la EST, y del trabajo posterior, ha sido restringir la potencia de la teoría, es decir, restringir la clase de gramáticas que la teoría hace disponibles. La explicación principal para buscar esas restricciones ha sido considerar la posibilidad de la adquisición del lenguaje, la cuál fue reconocida por Chomsky como la cuestión central de sus estudios lingüísticos.

Las teorías que surgieron a partir de la EST buscaron sobre todo resolver las cuestiones metodológicas debidas a la sobrecapacidad del modelo. Salomaa (1971) y Peters y Ritchie (1973) demostraron

---

[5] Construcciones para definir características de verbos como en el caso del inglés *try*. Por ejemplo, en la frase *John tries to run (Juan intenta correr)*, se considera que John es el sujeto de los verbos *try* y *run*.

[6] En inglés *traces*.

[7] En la figura 2 presentamos un árbol simplificado, omitiendo nodos intermedios de constituyentes.

que el modelo transformacional era equivalente a una gramática sin restricciones, es decir, del tipo 0 en la jerarquía de Chomsky.

De hecho, después de varios años de trabajo, estaba claro que las reglas transformacionales eran muy poderosas y se permitían para toda clase de operaciones que realmente nunca habían sido necesarias en las gramáticas de lenguajes naturales. Por lo que el objetivo de restringir las transformaciones se volvió un tema de investigación muy importante.

Bresnan (1978) presentó la Gramática Transformacional Realista que por primera vez proporcionaba un tratamiento convincente de numerosos fenómenos, como la posibilidad de tener forma pasiva en términos léxicos y no en términos transformacionales. El camino de Bresnan fue seguido por otros investigadores que intentaron de eliminar totalmente las transformaciones en la teoría sintáctica.

Otra circunstancia en favor de la eliminación de las transformaciones fue la introducción de la Gramática de Montague (1970, 1974), ya que al proveer de nuevas técnicas para la caracterización de los sentidos, directamente en términos de la estructura superficial, eliminaba la motivación semántica para las transformaciones sintácticas.

En muchas versiones de la gramática transformacional, las oraciones pasivas y activas se derivaban de una estructura común subyacente, acarreando la sugerencia controversial de que las derivaciones transformacionales preservaban muchos aspectos del sentido. Con el empleo de métodos de análisis semántico como el de Montague, se podían asignar formalmente distintas estructuras superficiales a distintas, pero equivalentes, interpretaciones semánticas; de esta manera, se consideraba la semántica sin necesidad de las transformaciones.

Es así como a fines de la década de los setenta y principios de los ochenta surgen los formalismos generativos, donde las transformaciones, si existen, tienen un papel menor. Los más notables entre éstos son: *Government and Binding* (GB), *Generalized Phrase Structure Grammar* (GPSG), *Lexical-Functional Grammar* (LFG) y *Head-Driven Phrase Structure*

Grammar (HPSG), que indican los caminos que han llevado al estado actual en el enfoque de constituyentes.

2.2.1.4 TEORÍA DE LA RECCIÓN Y LIGAMENTO (GB)

La teoría de la Rección y Ligamento conocida como GB apareció por primera vez en el libro *Lectures on Government and Binding* de 1981 (Chomsky, 1982). El objetivo primordial de la GB, como gran parte del trabajo de Chomsky, fue el desarrollo de una teoría de la gramática universal. La GB afirma que muchos de los principios que integran esta teoría están parametrizados, en el sentido de que los valores varían dentro de un rango limitado. La GB afirma que todos los lenguajes son esencialmente semejantes, y que el conocimiento experimental de un lenguaje particular o de otro es una especie de sintonización fina dentro de un rango determinado, es decir, con unos pocos parámetros restringidos de posible variación.

La noción que adquiere un papel preponderante en el enfoque de constituyentes es una noción muy importante de la Gramatical *Universal*: la restricción. La suposición en que se basa esta teoría, y que comparten por muchas otras, es que cualquier cosa es posible y que los datos faltantes en la oración reflejan la operación de alguna restricción. El área más activa de investigación sintáctica desde los inicios de los ochenta ha sido precisamente la resolución de los detalles de este ambicioso programa.

En la GB se sigue el desarrollo del estilo modular de la EST, dividiendo la teoría de la gramática en un conjunto de subteorías, cada una con su propio conjunto universal de principios. Aunque la GB aún utiliza las derivaciones transformacionales para analizar oraciones, reduce la componente transformacional a una sola regla (*Move* α), que puede mover cualquier elemento a cualquier lugar. La idea es que los principios generales filtren la mayoría de las derivaciones, previniendo la generación excesiva o masiva que pudiera ocurrir.

La organización general de la GB, con todos sus componentes[8], presentada por Sells (1985), se muestra en la figura 3.

---

[8] Las subteorías y principios (proposiciones básicas o primarias) se

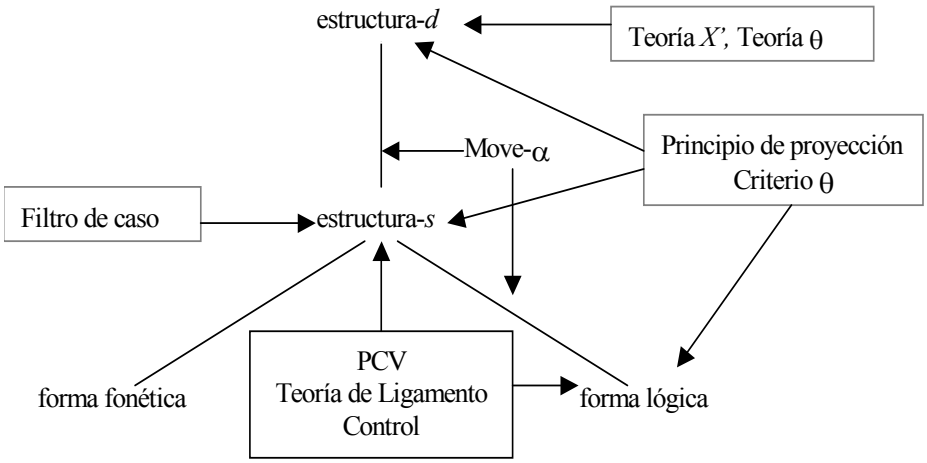


Figura 3. Organización de la GB

Las estructuras -*d* y -*s* desempeñan una función similar, pero no idéntica, que las nociones de estructura profunda y superficial, respectivamente, de la ST. Estos niveles están relacionados por la operación *Move*-α, donde α se debe entender como una variable sobre las categorías sintácticas. Puede considerarse que muchas de las transformaciones de las teorías precedentes se factorizaron en operaciones elementales donde ya no existen reglas específicas (transformaciones), como la de la pasiva, sino que existe el movimiento de cualquier elemento a cualquier posición, y los principios y las restricciones regulan las operaciones de *Move*-α.

La Teoría θ (o de relaciones temáticas) provee información semántica. Los θ-roles se refieren a los participantes en la acción del verbo. En la GB se presupone que hay un número relativamente pequeño, y por supuesto finito, de estos roles, y se emplea el criterio θ para establecer exactamente el número de argumentos que léxicamente especifica cada núcleo-*h*[9].

---

marcan en rectángulos.

[9] De aquí en adelante "núcleo-*h*" representa el término en inglés *head*. En la gramática tradicional se utiliza el término núcleo para las palabras o grupos de palabras más importantes. En la literatura de constituyentes

El filtro de caso se emplea para la buena formación de la estructura y la distribución de grupos nominales. Se basa en la noción tradicional de caso gramatical (nominativo, acusativo, dativo), que varía con el tipo de lenguaje.

La Teoría del Ligamento (*Binding Theory*, en inglés, BT) —que ha sido el mayor tópico de investigación dentro de la GB— caracteriza las relaciones interpretativas entre grupos nominales. La BT reúne principios como el Principio de la Categoría Vacía (PCV). El análisis en la GB propone diferentes tipos que podrían clasificarse, de acuerdo a las características anafórica y pronominal, en abiertos o vacíos. Los de tipo abierto son explícitos y reflexivos; los vacíos son: desplazamiento *wh* [10] en formas interrogativas, pronombres tácitos del español (*pro*), pronombres para infinitivos (*PRO*), huellas de GN en verbos de control.

El movimiento va dejando huellas (una clase de categoría vacía), las cuales están limitadas por el elemento que se ha movido. La BT relaciona así las restricciones en el movimiento con posibles relaciones de pronombres con antecedentes. La GB considera que, intuitivamente, las anáforas son aquellas que *deben* tener un antecedente (como los pronombres reflexivos) y los pronominales (como los pronombres personales) *pueden* tener un antecedente; todo esto se considera dentro de la misma cláusula. Puesto que el movimiento se usa para tratar con un rango amplio de fenómenos —entre ellos la relación activa - pasiva, la extraposición [11], y la inversión de auxiliares—, se produce un sistema abundantemente interconectado al ligar todos éstos a los principios de la BT.

---

head es el constituyente más importante gramaticalmente. Por ejemplo, en un grupo nominal el sustantivo es el *head* o núcleo. Sin embargo en la asignación de *head* a la frase completa difieren distintos formalismos, por lo que optamos por esta convención.

[10] En el desplazamiento *wh*, se mueve un término inglés que comienza con *wh* (*where, who,* etc.) al inicio de la oración para formar una interrogación.

[11] En la extraposición se mueven ciertos complementos tipo GN a la posición final de la oración, por ejemplo, la frase *Un niño brincando la cuerda fue visto* cambia a *Un niño fue visto brincando la cuerda*.

En la GB hay un cambio importante en la descripción estructural. Las estructuras de frase están altamente articuladas, es decir, combinadas y relacionadas según ciertas normas de distribución, orden y dependencias. Distinciones y relaciones, lingüísticamente significantes, están codificadas dentro de las configuraciones del árbol tipo GB. Por ejemplo, la categoría abstracta INFL, que contiene información de tiempo y concordancia.

La literatura dentro de este formalismo es vasta, y representa un rango mucho más amplio de análisis que en cualquiera de las otras teorías consideradas. Estudios lingüísticos del español se han basado en este formalismo para sus descripciones (Lamiroy, 1994; Wilkins, 1997).

El descendiente más actual de la GB es el Programa Minimalista (PM) (Chomsky, 1995). Como su nombre lo implica, PM es más un programa de investigación que una teoría de sintaxis ya realizada. El PM explora la idea de que en lugar de generar oraciones directamente, lo que las gramáticas deberían hacer es seleccionar las mejores expresiones a partir de un conjunto de candidatas. El trabajo de elaborar los detalles del PM está aún en etapas iniciales.

2.2.1.5 Gramática de estructura de frase generalizada (GPSG)

La Gramática de Estructura de Frase Generalizada (*Generalized Phrase Structure Grammar*, en inglés, GPSG) fue iniciada por Gerald Gazdar en 1981, y desarrollada por él y un grupo de investigadores, e integrando ideas de otros formalismos; la teoría se expone detalladamente en Gazdar *et al.* (1985).

La idea central de la GPSG es que las gramáticas usuales de estructura de frase independientes del contexto pueden mejorarse en formas que no enriquecen su capacidad generativa, pero que las hacen adecuadas para la descripción de la sintaxis de lenguajes naturales. Al situar la estructura de frase, otra vez, en un lugar principal, consideraban que los argumentos que se habían aducido contra las CFG, como una teoría de sintaxis, eran argumentos relacionados con la eficiencia o la elegancia de la notación y no realmente con la cobertura del lenguaje.

La GPSG propone sólo un nivel sintáctico de representación, que corresponde a la estructura superficial, y reglas que no son de estructura de frase, en el sentido en que no están en una correspondencia directa con partes del árbol. Entre otras ideas importantes originadas en esta teoría está la separación de las reglas en reglas de dominancia inmediata (reglas ID, *Immediate dominance* en inglés) que especifican solamente las frases que pueden aparecer como nodos en un árbol sintáctico, y las reglas de precedencia lineal (reglas LP, *Linear precedence* en inglés) que especifican restricciones generales que determinan el orden de los nodos en cualquier árbol.

Una consideración importante en las reglas es que puede describirse información gramatical. Esta información gramatical codificada se toma como restricción en la admisibilidad en los nodos. Por ejemplo:

O $\rightarrow$ GN GV
GV $\rightarrow$ *duerme* / *Juan_*
GN $\rightarrow$ *Juan* / *_duerme*

Las dos últimas reglas son reglas sensitivas al contexto, no generan nada porque la primera establece la reescritura de O por GN GV, pero ellas dos, interpretadas como la posibilidad de admisión, se refieren a que se admite *Juan duerme* como una oración a la que se le generaron árboles, enseguida se le revisaron los nodos y se verificó la cadena.

Así que, aunque la GPSG excluye las transformaciones, la gramática se vuelve gramatical-léxica, realmente dice poco o nada acerca del diccionario. Especialmente la información de subcategorías del verbo se encuentra en las reglas ID léxicas y no como entradas léxicas en el diccionario.

Esta teoría incluye la consideración del núcleo-*h* en las reglas, y de categorías. Las categorías son un conjunto de pares característica - valor. Las características tienen dos propiedades: tipos de valores y regularidades distribucionales (compartidos con otras características). La GPSG es de hecho una teoría de cómo la información sintáctica fluye dentro de la estructura. Esta

información está codificada mediante características sintácticas. Todas la teorías sintácticas emplean características en diferentes grados, pero en la GPSG se emplean principios para el uso de características. Los principios determinan cómo se distribuyen las características en el árbol, o restringen la clase de categorías posibles.

Otra idea importante en la GPSG es el tratamiento de las construcciones de dependencia a largas distancias, incluyendo las construcciones de *llenado de faltantes* (*filling gap* en inglés) como: topicalización [12], preguntas con Wh y cláusulas relativas. Este fenómeno estaba considerado como totalmente fuera del alcance de las gramáticas sin transformaciones. En las dependencias a larga distancia, sin límite, existe una relación entre dos posiciones en la estructura sintáctica, relación que puede alargarse. Por ejemplo, en la frase:

Which woman did Max say _ has declared herself President?
(¿Qué mujer dijo Max que se había declarado Presidenta?)

El guión bajo indica la posición de la frase desplazada *which woman*, que puede alejarse a una posición potencialmente sin límite en el árbol sintáctico. Mientras en la GB se dejaba una huella, en la GPSG el trato de este fenómeno involucra una codificación local de la ausencia del constituyente dado mediante una especificación de características.

Por ejemplo, a partir de la regla:

GV $\rightarrow$ H[40], O[FIN]

que introduce una oración finita como un nodo, se puede obtener, mediante una metaregla, la siguiente regla:

GV / GN $\rightarrow$ H[40], GV[FIN]

[12] En la topicalización se mueve un constituyente al inicio de la oración para hacer énfasis. Por ejemplo: *Tortas como ésta, mi mamá nunca comería*, donde *tortas como ésta* va al final usualmente: *mi mamá nunca comería tortas como ésta*.

con un GV finito en lugar de la oración, y con la indicación del GN faltante mediante la diagonal. La GPSG incluye la introducción de *head* en las reglas, que se marca con H en los ejemplos anteriores. La última regla permite el árbol sintáctico de la figura 4, para un fragmento de la cláusula relativa *la niña que vi que corrió*, que correspondería al desplazamiento al inicio, de la cadena *la niña* en la frase *vi la niña que corrió*.

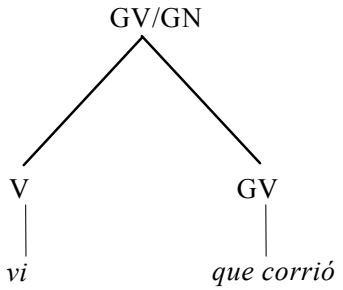


Figura 4. Fragmento de cláusula relativa

El resultado más importante del análisis en la GPSG es que pudo manejar construcciones que se pensaba sólo podían describirse con la ayuda de las transformaciones. En este formalismo las transformaciones no figuran en ningún sentido en la teoría; es más, sin transformaciones de las dependencias de llenado de faltantes tuvo éxito en estos fenómenos, donde la teoría transformacional había fallado.

2.2.1.6 GRAMÁTICA LÉXICA FUNCIONAL (LFG)

La teoría de la Gramática Léxica Funcional (*Lexical Functional Grammar* en inglés, LFG) desarrollada por Bresnan (1982) y Dalrymple *et al*. (1995) comparte con otros formalismos la idea de que los conceptos relacionales, como sujeto y objeto, son de importancia central y no pueden definirse en términos de estructuras de árboles. La LFG considera que hay más en la sintaxis de lo que se puede expresar con árboles de estructura de frase, pero también

considera la estructura de frase como una parte esencial de la descripción gramatical.

La LFG se ha centrado en el desarrollo de una teoría universal acerca de cómo las estructuras de constituyentes se asocian con los objetos sintácticos. La LFG toma esos objetos sintácticos como primitivas de la teoría, en términos de las cuales se establecen una gran cantidad de reglas y condiciones.

En la LFG, hay dos niveles paralelos de representación sintáctica: la estructura de constituyentes (estructura-c) y la estructura funcional (estructura-f). La primera tiene la forma de árboles de estructura de frase independientes del contexto. La segunda es un conjunto de pares de atributos y valores donde los atributos pueden ser características como tiempo y género, u objetos sintácticos como sujeto y objeto. En la LFG se considera que la estructura-f despliega los objetos sintácticos. Por ejemplo:

$$\begin{array}{lcccl} O & \longrightarrow & GN & GV & \} \text{estructura-c} \\ & & (\uparrow SUJ) = \downarrow & \uparrow = \downarrow & \} \text{estructura-f} \end{array}$$

Las flechas ($\uparrow$ y $\downarrow$) se refieren a la estructura-f correspondiente al nodo de la estructura-c construida por la regla. La flecha hacia arriba se refiere a la estructura-f del nodo madre y la flecha hacia abajo se refiere a la estructura-f del nodo mismo. Estas anotaciones indican que toda la información funcional que lleva el GN (es decir, la estructura-f de GN) va a la parte SUJ (sujeto) de la estructura-f del nodo madre (es decir, la estructura-f de O), y que toda la información funcional que lleva el GV (es decir, la estructura-f de GV) también es información de la estructura-f del nodo madre. De esta manera se establecen las relaciones entre estructuras, la estructura-f para la frase *Paco come tacos*, sería la siguiente:

$$\begin{bmatrix} \text{SUJ} & [\text{PRED} \quad \textit{Paco}] \\ \text{OBJ} & [\text{PRED} \quad \textit{tacos}] \\ \text{TIEMPO} & \textit{PRES} \\ \text{PRED} & \textit{comer} < (\uparrow \text{SUJ})(\uparrow \text{OBJ}) > \end{bmatrix}$$

El valor de PRED (de predicado), indica el contenido semántico del elemento correspondiente. Por ejemplo el contenido semántico del sujeto en esa frase es *Paco*. En la entrada del verbo *comer* la parte léxica <(↑SUJ)(↑OBJ)> indica que el verbo subcategoriza un sujeto y un objeto; mediante las flechas se especifica que la estructura-f del nodo madre tiene un sujeto y un objeto. La inflexión del verbo añade la información del atributo tiempo verbal con el valor *PRES* (presente).

El nombre de la teoría enfatiza una diferencia importante entre la LFG y la tradición Chomskyana en la cuál se desarrolló: muchos fenómenos se analizan de una forma más natural en términos de objetos sintácticos (como se representan en el diccionario o en la estructura-f) que en el nivel de la estructura de frase. La parte léxica enfatiza la expresión para caracterizar procesos que alteran la relación de los predicados en el diccionario. Por ejemplo, la relación entre construcciones pasivas y activas.

En la LFG cada frase se asocia con estructuras múltiples de distintos tipos, donde cada estructura expresa una clase diferente de información acerca de la frase. Siendo las dos representaciones principales las mencionadas estructura funcional y estructura de constituyentes (similar a la estructura superficial de la ST). Los principios generales y las restricciones de construcción específica definen las posibles parejas de estructuras funcionales y de constituyentes. La LFG reconoce un número más amplio de niveles de representación. Tal vez los más notables entre éstos son las *estructuras*-σ, que representan aspectos lingüísticamente relevantes del sentido, y la *estructura*-a que sirve para enlazar argumentos sintácticos con aspectos de sus sentidos (Bresnan, 1995) y que codifica información léxica acerca del número de argumentos, su tipo sintáctico y su organización jerárquica, necesarios para realizar el mapeo a la estructura sintáctica.

Todos los elementos léxicos se insertan en *estructuras*-c en forma totalmente flexionada. Debido a que en la LFG no hay transformaciones, mucho del trabajo descriptivo que se hacía con ellas se maneja mediante un diccionario enriquecido, una idea importante de la LFG. Por ejemplo, la relación activa-pasiva se

determina solamente por un proceso léxico que relaciona formas pasivas del verbo a formas activas, así, en lugar de tratarse como una transformación, se maneja en el diccionario como una relación léxica entre dos formas de verbos.

La regla de pasiva es una regla léxica que esencialmente añade el morfema de pasiva al verbo, y cambia sus complementos de tal manera que el argumento asociado con el objeto de la forma activa se convierte en sujeto, y el sujeto se asigna a una función nula o a un Agente Oblicuo.

$(\text{SUJ}) \rightarrow \phi \,/\, (\text{OBL}_{\text{AG}})$

$(\text{OBJ}) \rightarrow (\text{SUJ})$

Por ejemplo, en la frase *tacos comidos por Paco*:

$$(\uparrow\text{PRED}) = \text{‘comer}< (\uparrow\text{SUJ})\ (\uparrow\text{OBJ}) >\text{’}$$

$$\begin{array}{cc} | & | \\ \text{Agente} & \text{Tema} \\ | & | \end{array}$$

$$(\uparrow\text{PRED}) = \text{‘comer}< (\uparrow\text{OBL}_{\text{AG}})\ (\uparrow\text{SUJ}) >\text{’}$$

En las LFG iniciales, la relación activa-pasiva fue codificada en términos de reglas léxicas. El trabajo posterior ha buscado desarrollar una concepción más abstracta de las relaciones léxicas en términos de una teoría de mapeo léxico (TML). La TML provee restricciones en la relación entre estructuras-f y estructuras-a, es decir, restricciones asociadas con argumentos particulares que parcialmente determinan su función gramatical. Contiene también mecanismos con los cuales los argumentos pueden suprimirse en el curso de la derivación léxica. En la LFG la información de las entradas léxicas y las marcas de la frase se unifican para producir las estructuras funcionales de expresiones complejas.

2.2.1.7 GRAMÁTICA DE ESTRUCTURA DE FRASE DIRIGIDA POR EL NÚCLEO-H (HSPG)

La Gramática de Estructura de Frase dirigida por el núcleo-*h* (*Head-driven Phrase Structure Grammar* en inglés, HPSG) iniciada por Pollard y Sag (1987) y revisada por ellos mismos (1994) evolucionó directamente de la GPSG con la intención de modificarla incorporando otras ideas y formalismos de los años ochenta. El nombre se modificó para reflejar el hecho de la importancia de la información codificada en los núcleos-*h* léxicos de las frases sintácticas, es decir, de la preponderancia del empleo de la marca *head* en el subconstituyente *hija* principal.

En la HPSG se consideró que no había nada de especial en los sujetos salvo que eran el menos oblicuo de los complementos que el núcleo-*h* selecciona. Para la GB el sujeto difiere de los complementos en la posición que tiene en el árbol de proyecciones. Esta consideración empezó a cambiar cuando se revisó la teoría en 1994, ya que se pensó en el sujeto en forma separada.

En la revisión de 1994, la HPSG amplía el rango de los tipos lingüísticos considerados, los *signos* consisten no solamente de la forma fonética sino de otros atributos o características, con la finalidad de tratar una mayor cantidad de problemas empíricos. En esta teoría los atributos de la estructura lingüística están relacionados mediante una estructura compartida.

El principal tipo de objeto en la HPSG es el signo (correspondiente a la estructura de características clase *sign*), y se divide en dos subtipos disjuntos: los signos de frase (tipo *frase*) y los signos léxicos (tipo *palabra*). Las palabras poseen como mínimo dos atributos: uno fonético PHON (representación del contenido de sonido del signo) y otro SYNSEM (compuesto de información lingüística tanto sintáctica como semántica).

Con los atributos y valores de estos objetos se crea una estructura de características como la de la

figura 5[13] para la palabra *ella*, y enseguida, mediante diagramas de matrices atributo-valor (MAV), en la figura 6. En la

[13] Ejemplo e imagen tomados de Pollard y Sag (1994).

figura 5 las etiquetas de los nodos marcan los valores y las etiquetas de los arcos los atributos. En la figura 6 los valores intermedios aparecen en la parte baja. Los cuadros marca 1 establecen ligas de valores.

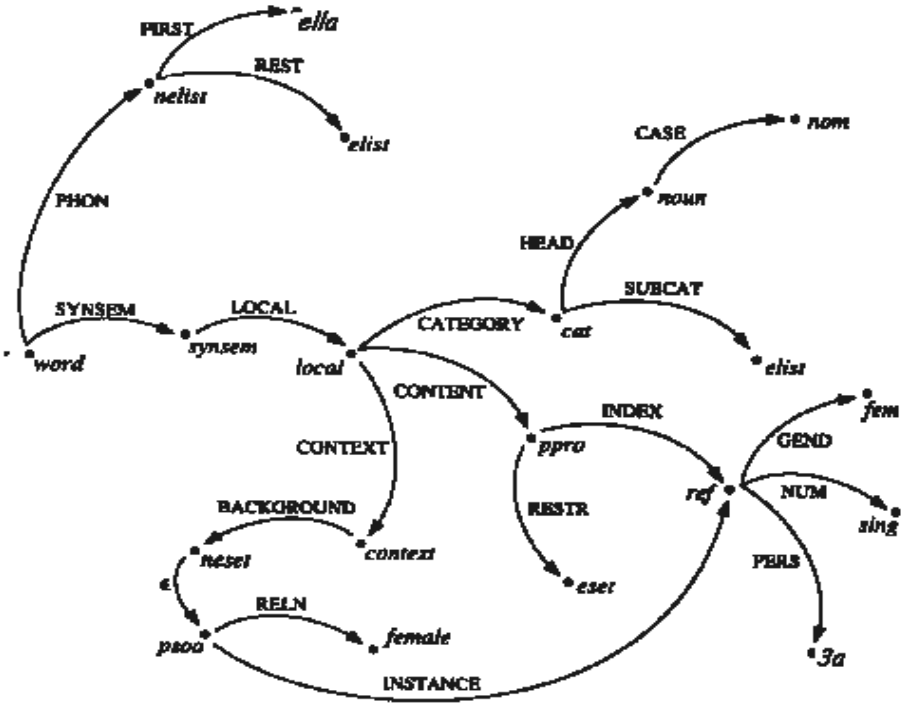


Figura 5. Estructura para el pronombre *ella*

De acuerdo a principios especiales introducidos en la teoría, las características principales de los núcleos-*h* y algunas de las características de los nodos hijas se heredan a través del constituyente abarcador.

Las frases tienen un atributo *DAUGHTERS* (DTRS), además de PHON y SYNSEM, cuyo valor es una estructura de características de tipo *estructura de constituyentes* (*con-struc*) que representa la estructura de constituyentes inmediatos de la frase. El tipo *con-struc* tiene varios subtipos caracterizados por las clases de hijas que

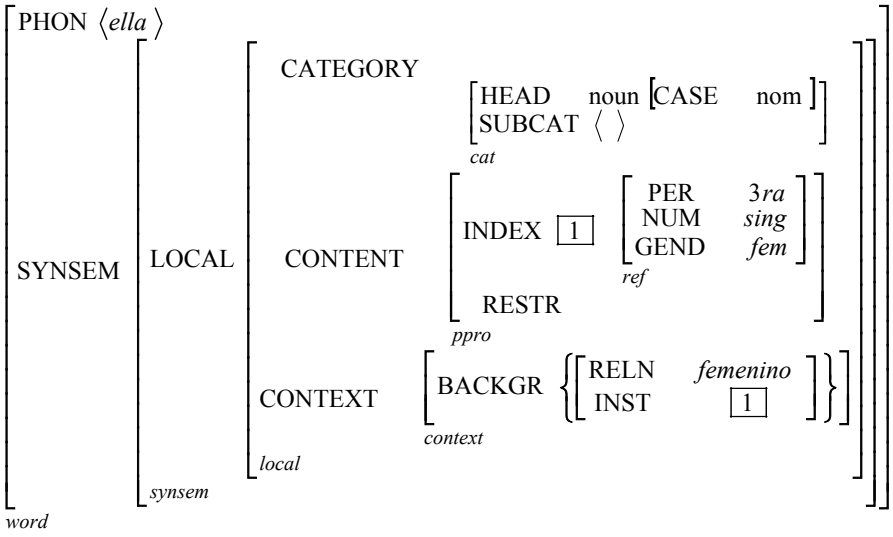


Figura 6. Estructura de características mediante MAV

aparecen en las frases. El tipo más simple y más empleado es el *head-struc* que incluye *HEAD-DAUGHTERS* (HEAD-DTR) y *COMPLEMENT-DAUGHTERS* (COMP-DTRS), que a su vez tienen atributos PHON y SYNSEM. Por ejemplo, para la frase *Eugenia corre* se tiene la estructura en la figura 7.

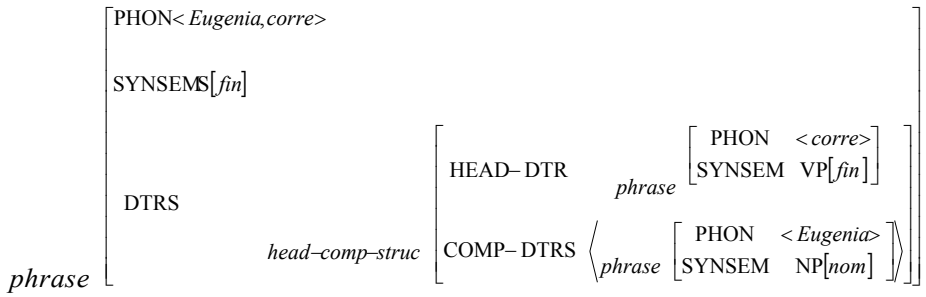


Figura 7. Estructura de características mediante MAV

Un punto importante en la HPSG es que tiene varios principios: de constituencia inmediata de las frases (proyección de los núcleos-*h*), de subcategorización, de semántica, etc., que realmente son

restricciones disyuntivas. En la HPSG se considera que hay dos tipos de restricciones: de la gramática universal y de la gramática particular. Así que las expresiones gramaticales de un lenguaje particular dependen de las interacciones entre un sistema complejo de restricciones universales y particulares.

Para tratar los diversos fenómenos que en la GPSG se consideraron como dependencias sin límite, la HPSG emplea dos principios de la gramática universal (el de realización de argumentos y el principio de faltantes) y una restricción del lenguaje particular (la condición sujeto).

En la HPSG, el diccionario, un sistema de entradas léxicas, corresponde a restricciones de la gramática particular. Cada palabra en el diccionario tiene información semántica que permite combinar el sentido de palabras diferentes en una estructura coherente unida.

Algunas de las ideas clave en la HPSG son entonces:

- Arquitectura basada en signos lingüísticos.
- Organización de la información lingüística mediante tipos, jerarquías de tipos y herencia de restricciones.
- La proyección de frases mediante principios generales a partir de información con abundancia léxica.
- Organización de esa información léxica mediante un sistema de tipos léxicos.
- Factorización de propiedades de frases en construcciones específicas y restricciones más generales.

2.2.2 RESTRICCIONES

En contraste con la tradición de las gramáticas generativas hay otra aproximación a la teoría generativa —igualmente sometida a la meta original de desarrollo de gramáticas formuladas de manera precisa—: las gramáticas basadas en la noción de satisfacción de restricciones en lugar de derivaciones transformacionales. En las gramáticas de restricciones las entradas léxicas incorporan información acerca de las propiedades de combinación de las

palabras, con la finalidad de que solamente se requieran operaciones generales esquemáticas en la sintaxis.

2.2.2.1 GRAMÁTICA CATEGORIAL (CG)

La Gramática Categorial (*Categorial Grammar*, en inglés, CG), introducida por Ajdukiewicz, en 1935, adquirió importancia para los lingüistas cuando Montague (1970) la usó como marco sintáctico de su aproximación para analizar la semántica del lenguaje natural. La idea central de la CG es que una concepción enriquecida de categorías gramaticales puede eliminar la necesidad de muchas de las construcciones que se encuentran en otras teorías gramaticales (por ejemplo, de las transformaciones). Uno de los conceptos básicos de la CG, a partir de los setenta, es que la categoría asignada a una expresión debe enunciar su funcionalidad semántica directamente, idea tomada de Montague (1970).

Una gramática categorial consiste, simplemente, en un diccionario y unas cuantas reglas que describen cómo pueden combinarse las categorías. Las categorías gramaticales se definen en términos de sus miembros potenciales para combinarse con otros constituyentes, por lo que algunos autores ven a la CG como una variación de la Gramática de Dependencias (tema de una sección posterior). Por ejemplo, las frases verbales y los verbos intransitivos pueden caracterizarse como aquellos elementos que cuando combinan con una frase nominal a su izquierda forman oraciones, una notación de esto es GN\O. Un verbo transitivo como *obtener* pertenece a la categoría de elementos que toman un GN en su lado derecho para formar una oración; esto puede escribirse (GN\O) /GN.

La suposición básica de la CG es que hay un conjunto fijo de categorías básicas, de las cuales se construyen otras categorías. Estas categorías básicas son: sustantivo, grupo nominal y oración; cada una de las categorías básica tiene características morfosintácticas determinadas por el lenguaje específico. Para el inglés, el grupo nominal tiene características de persona, número y caso, el sustantivo sólo tiene número y la oración tiene forma verbal.

La CG no hace una distinción formal entre categorías léxicas y no léxicas, por lo que, por ejemplo, un verbo intransitivo como *dormir* se trata como perteneciente a la misma categoría que una frase que consiste en un verbo transitivo más un objeto directo, como *obtiene un descanso*.

La operación fundamental (Carpenter, 1995) es concatenar una expresión asignada a una categoría funcional, con una expresión de su categoría de argumento, para formar una expresión de su categoría resultante. El orden de la concatenación está especificado como una categoría funcional. Por ejemplo, un determinante será especificado como una categoría funcional que toma un complemento nominal a su derecha para formar un grupo nominal resultante; la concordancia se maneja mediante la identidad de características simples.

La CG es esencialmente un formalismo de estructura de frase donde hay asignaciones léxicas a expresiones básicas y un conjunto de reglas de estructura de frase que combinan expresiones para producir frases totalmente basadas en categorización sintáctica. La CG difiere de otros formalismos porque postula un conjunto infinito de categorías y de reglas de estructura de frase en lugar de conjuntos finitos como en las CFG.

Los atractivos principales de la CG fueron su simplicidad conceptual y su adecuación a la formulación de análisis sintácticos y semánticos estrechamente ligados. Esto último debido a que se considera que restringe las asignaciones léxicas a expresiones básicas y a construcciones sintácticas potenciales, de tal forma que solamente se permiten las combinaciones de categorías sintácticas semánticamente significantes. Se asume en esta teoría que la estructura sintáctica determina una semántica funcional manejada por los tipos de composiciones.

Se considera que por el empleo de las restricciones sintácticas y semánticas, todas las generalizaciones específicas del lenguaje se determinan léxicamente. Una vez definido el diccionario para un lenguaje, las reglas universales de combinación sintáctica y semántica se emplean para determinar el conjunto de expresiones gramaticales y sus sentidos. De lo anterior se observa la

responsabilidad que se deja al diccionario, y que implica que deben proveerse mecanismos léxicos que consideren generalizaciones del lenguaje específico dentro del mismo.

Una de las motivaciones para emplear este formalismo es la facilidad con que puede extenderse para proveer análisis semánticos adecuados de dependencias sin límite y construcciones de coordinación. La CG (Carpenter, 1997) está muy influenciada por la LFG, la GPSG, la HPSG y otros análisis gramaticales categoriales y de unificación.

2.2.2.2 GRAMÁTICA DE RESTRICCIONES (GR)

En la Gramática de Restricciones (GR) —en inglés *Constraint Grammar* (Karlsson *et al.,* 1995)—, toda la estructura relevante se asigna directamente de la morfología (considerada en el diccionario), y de mapeos simples de la morfología a la sintaxis (información de categorías morfológicas y orden de palabras, a etiquetas sintácticas). Las restricciones sirven para eliminar muchas alternativas posibles. Los autores indican que su meta principal es el análisis sintáctico orientado a la superficie y basado en morfología de textos sin restricciones. Se considera sintaxis superficial, y no sintaxis profunda, porque no se asigna ninguna estructura sintáctica que no esté en correspondencia directa con los componentes léxicos de las formas de palabra que están en la oración.

Ejemplos de esas restricciones para el inglés son:

- Una marca de verbo en presente, pasado, imperativo o subjuntivo no debe ocurrir después de un artículo.
- La función sintáctica de un sustantivo en inglés es sujeto si va seguido de un verbo en forma activa y no intervienen sustantivos (de tipo sintáctico).

En la GR, la base de los postulados gramaticales son restricciones similares a reglas, pero si el postulado gramatical falla se dispone de características probabilísticas opcionales. Para la GR son requeridos tanto las restricciones (reglas gramaticales) como los postulados probabilísticos, no se trata de dos aproximaciones contrarias o de

selección, aunque la relativa importancia probabilística es menor que en otras aproximaciones, ya que aquí se enfatiza que el núcleo de la GR está destinado más a una naturaleza lingüística que a una probabilística.

Una idea relevante de la GR es poner en primer plano la descripción de ambigüedades, por lo que básicamente es un formalismo para escribir reglas de desambiguación. Divide el problema de análisis sintáctico en tres módulos: desambiguación morfológica, asignación de límites de cláusulas dentro de las oraciones y asignación de etiquetas sintácticas superficiales. Las etiquetas indican la función sintáctica superficial de cada palabra y las relaciones de dependencia básica dentro de la cláusula y la oración.

La noción de restricción se basa en hechos cercanos a la morfología superficial de la palabra, a la dependencia sintáctica entre palabras y al orden de palabras, en lugar de basarse en principios abstractos de estructuración. La mayor desventaja consiste en el trabajo necesario para establecer las restricciones; Voutilainen (1995) postula 35 restricciones para desambiguar la palabra *that* y Anttila (1995) emplea 30 restricciones sintácticas para la desambiguación del sujeto gramatical en inglés. Los mismos autores postularon alrededor de 2000 restricciones para el inglés. La GR comparte con la LFG el uso de sujeto, objeto, etc., aunque como etiquetas que se toman del repertorio clásico de núcleo y modificadores, por lo que sus autores la consideran *funcional*.

2.2.2.3 Gramática de Adjunción de árboles (TAG)

La Gramática de Adjunción de Árboles (*Tree Adjoining Grammar*, en inglés, TAG, Joshi, 1985) es una gramática definida por los elementos I, A donde I y A son conjuntos finitos de árboles elementales. Los árboles elementales están asociados con un elemento léxico, es decir, con una palabra, son una unidad sintáctica y semántica, y tienen operaciones de combinación. Estas operaciones presentan restricciones lingüísticas.

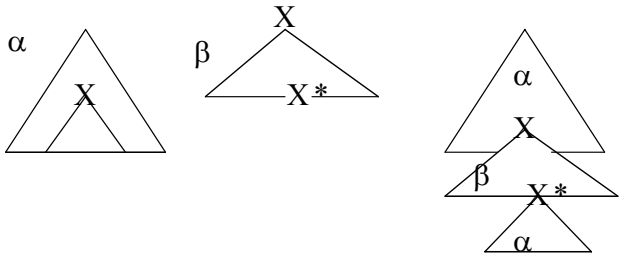
La TAG puede generar lenguajes más generales que las CFG, pero no puede generar todos los lenguajes sensitivos al contexto, así

que la fuerza de la TAG es ligeramente mayor que la de las CFG, en cuanto a las gramáticas que genera.

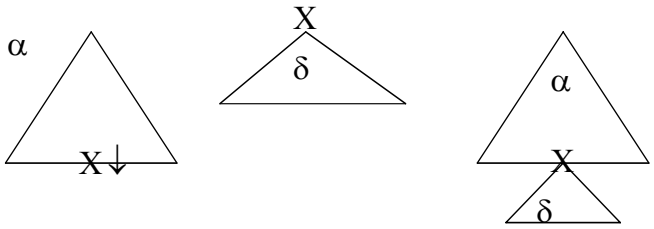
Los árboles iniciales tienen sólo terminales en sus hojas, y los árboles auxiliares se distinguen por tener un elemento X* en la base del árbol, cuya proyección es el nodo raíz X. La idea es que I y A sean mínimos en cierto sentido, que el inicial no tenga recursión en ningún no-terminal, y que en los auxiliares X corresponda a una estructura mínima recursiva que pueda llevar a la derivación si hay recursión en X.

Las operaciones son: adjunción y sustitución. La adjunción es una operación que separa un nodo interior del árbol inicial para adjuntar un árbol auxiliar. Al separar el nodo interior, el subárbol bajo éste se transfiere a partir del elemento X*. La operación de sustitución simplemente suple un nodo hoja del árbol inicial por el árbol del auxiliar que se sustituye.

Operación de adjunción:



Operación de sustitución:



En la TAG, cada elemento léxico se llama ancla de la estructura correspondiente a la cuál especifica restricciones lingüísticas. Así que las restricciones son locales a la estructura anclada. Cada nodo

interno de un árbol elemental se asocia con dos estructuras de rasgos: tope y bajo. La estructura-bajo contiene información relacionada al subárbol con raíz en el nodo (es decir, relación con sus descendientes), y la estructura-tope contiene información relacionada con al superárbol en ese nodo. Los nodos de sustitución tienen solamente una estructura-tope, mientras que los otros nodos tienen ambas estructuras: tope y bajo. En las dos operaciones definidas se unifican las estructuras de rasgos.

2.3 Gramáticas de dependencias

Mel'čuk (1979) explicó que un lenguaje de estructura de frase describe muy bien cómo los elementos de una expresión en lenguaje natural *combinan* con otros elementos para formar unidades más amplias de un orden mayor, y así sucesivamente. Un lenguaje de dependencias, por el contrario, describe cómo los elementos se relacionan con otros elementos, y se concentra en las relaciones entre unidades sintácticas últimas, es decir, entre palabras.

La estructura de un lenguaje también se puede describir mediante árboles de dependenciasque presentan las siguientes características:

- Muestran cuáles elementos se relacionan con cuáles otros y en que forma.
- Revelan la estructura de una expresión en términos de ligas jerárquicas entre sus elementos reales, es decir, entre palabras.
- Se indican explícitamente los roles sintácticos, mediante etiquetas especiales.
- Contienen solamente nodos terminales, no se requiere una representación abstracta de agrupamientos[14].

Con las dependencias se especifican fácilmente los tipos de relaciones sintácticas, pero la membresía de clase sintáctica

[14] Esto no quiere decir que haya relaciones uno a uno del árbol de dependencias a las formas de palabras de la oración.

(categorización) de unidades de orden más alto (GN, GP, etc.) no se establece directamente dentro de la representación sintáctica misma, así que no hay símbolos no-terminales en representaciones de dependencias.

Una gramática cercana a este enfoque de dependencias es la Gramática Relacional (*Relational Grammar* en inglés, RG, Perlmutter, 1983) que adopta primitivas que son conceptualmente muy cercanas a las nociones relacionales tradicionales de sujeto, objeto directo, y objeto indirecto. Las reglas gramaticales de la RG se formularon en términos relacionales, reemplazando las formulaciones iniciales, basadas en configuraciones de árboles. Por ejemplo, la regla pasiva se establece más en términos de promover el objeto directo al sujeto, que como un reacomodo estructural de grupos nominales.

A continuación describimos los formalismos más representativos: *Dependency Unification Grammar* (DUG), *Word Grammar* (WG) y *Meaning ⇔ Text Theory* (MTT).

2.3.1 GRAMÁTICA DE DEPENDENCIAS Y UNIFICACIÓN

La historia de la Gramática de Dependencias y Unificación (*Dependency Unification Grammar* en inglés, Hellwig, 1986) se origina al principio de los años setenta, con el desarrollo del sistema llamado PLAIN (Hellwig, 1980), aplicando diferentes métodos para la sintaxis y la semántica, y combinando una descripción sintáctica basada en dependencias llamada Gramática de Valencias con Transformaciones para simular relaciones lógico-semánticas. Desde sus inicios empleó categorías complejas con atributos y valores, y un mecanismo de subsumisión para establecer la concordancia. En los años ochenta enfatizó su filiación a las gramáticas de unificación, resultando en la DUG. Desde entonces tanto PLAIN como DUG se han aplicado en diversos proyectos (Hellwig, 1995) y se han ido modificando.

La noción de unificación corresponde a la idea de unión de conjuntos, para la mayoría de los propósitos. La unificación es una operación para combinar o mezclar dos elementos en uno solo que

concuerde con ambos. Esta operación tiene gran importancia en estructuras de rasgos (género, etc.). La unificación difiere en que falla si algún atributo está especificado con valores en conflicto, por ejemplo: al unificar dos atributos de número dónde uno es plural y otro es singular (ver Briscoe y Carroll, 1993).

La DUG ha sido implementada en el Instituto de Lingüística Computacional de la Universidad de Heidelberg como un marco de trabajo para análisis sintáctico de lenguajes naturales (Hellwig, 1983). Las DUG para el alemán, el francés y el inglés han sido elaboradas para los proyectos ESPRIT y LRE *Translator's Work Bench* (TWB) y *Selecting Information from Text* (SIFT).

Tres conceptos son los más importantes en esta teoría como gramática de dependencias: el lexicalismo, los complementos y las funciones. Por lexicalismo considera la suposición de que la mayoría de los fenómenos en un lenguaje dependen de los elementos léxicos individuales, suposición que es válida para la sintaxis (igualando los elementos léxicos con las palabras). Los complementos son importantes para establecer todas las clases de propiedades y relaciones entre objetos en el mundo verdadero. La importancia de las funciones, entre otras categorías sintácticas, está relacionada con el hecho de que cada complemento tiene una función específica en la relación semántica establecida por el núcleo-*h*. La función concreta de cada complemento establece su identidad y se hace explícita por una explicación léxica, por ejemplo: el verbo *persuadir* requiere un complemento que denote al persuasor, otro complemento que denote la persona persuadida y aún otro que denote el contenido de la persuasión.

En la DUG, una construcción sintáctica estándar consiste en un elemento núcleo-*h* y un número de constituyentes que completan a ese elemento núcleo-*h*. Para este propósito se necesitan palabras que denoten la propiedad o relación, y expresiones que denoten las entidades cualificadas o relacionadas. La morfología y el orden de palabras marcan los roles de los constituyentes respectivos en una oración. En ausencia de complementos, el rector, es decir el verbo, está insaturado. Sin embargo, es posible predecir el número y la

clase de construcciones sintácticas que son adecuadas para complementar cada palabra rectora particular.

Como la DUG se ha aplicado principalmente al alemán, considera el orden de palabras en el árbol de dependencias. Este árbol difiere de los árboles usuales de gramáticas de dependencias en que los nodos tienen etiquetas múltiples. El orden de palabras es entonces otro atributo. Se examina el orden lineal de los segmentos que se asocian a los nodos del árbol de dependencias. DUG considera características de posición con valores concretos que se calculan y se sujetan a la unificación.

2.3.2 TEORÍA SIGNIFICADO ⇔ TEXTO

Consideramos el conjunto de objetos sintácticos de los verbos como la variedad de marcos de subcategorización que pueden estar relacionados unos a otros a través de alternaciones de valencias. Pocos formalismos consideran todas las posibilidades de estas alternaciones como punto focal de su descripción sintáctica, entre ellos la Teoría Sentido ⇔ Texto (*Meaning ⇔ Text Theory* en inglés, MTT).

La Teoría Sentido ⇔ Texto, desde el ensayo de Mel'čuk y Zholkovsky (1970), ha sido elaborada y refinada en diversos artículos y libros. La concepción de cómo los significados léxicos interactúan con las reglas sintácticas es de las mejor desarrolladas y con más principio en la literatura.

La meta de la teoría es modelar la comprensión del lenguaje como un mecanismo que convierta los significados en los textos correspondientes y los textos en los significados correspondientes. Aunque no hay una correspondencia de uno a uno, ya que el mismo significado puede expresarse mediante diferentes textos, y un mismo texto puede tener diferentes significados.

La MTT emplea un mayor número de niveles de representación, tanto la sintaxis como la morfología y la fonología se dividen en dos niveles: profundo (D) y superficial (S). Bajo estos términos, la morfología profunda (DMorR) es más superficial que la sintaxis superficial (SSintR). Las nociones de profundo y más superficial

significan que conforme progresa la representación de la semántica a la fonología superficial (SFonR), ésta se vuelve más y más detallada y específica del lenguaje.

La MTT es un sistema estratificado. Cada oración se caracteriza simultáneamente por siete diferentes representaciones, cada una especifica la oración desde la perspectiva del nivel correspondiente. Cada nivel de representación se mapea al adyacente mediante una de las seis componentes de la MTT. En la figura 8 se muestran estos siete niveles como en Mel'čuk, 1988.

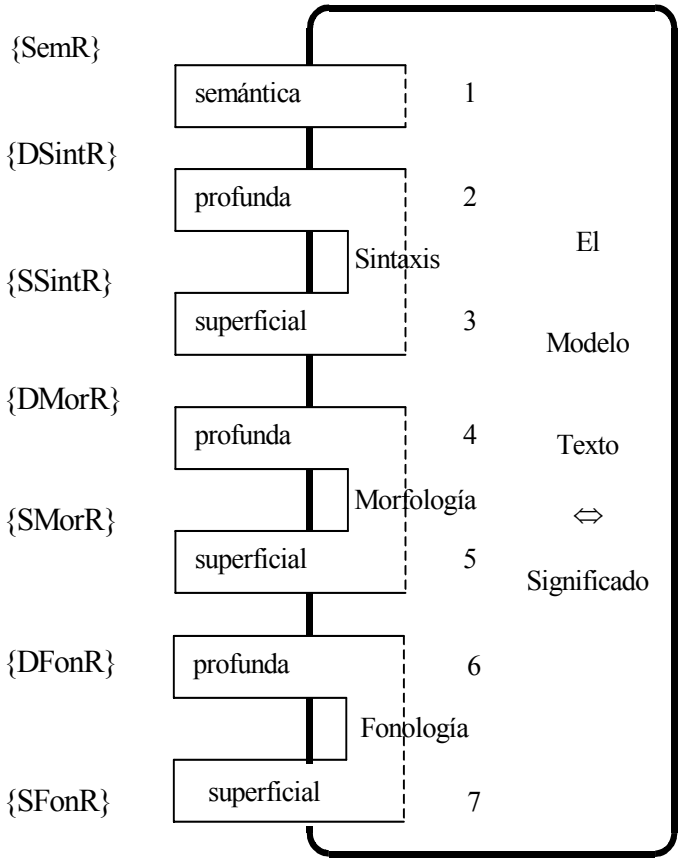


Figura 8. Niveles de Representación en la MTT

En la figura 9, se presenta un ejemplo del árbol de dependencias de acuerdo a la MTT —de Mel'čuk, 1988— para la frase *Siqueiros acusó a Rivera de pintar para turistas y esto agravó sus diferencias*, donde se hace una comparación con un árbol de constituyentes. Este árbol de dependencias presenta dos ventajas: requiere exactamente trece nodos (el número de palabras), y el orden lineal de los nodos es absolutamente irrelevante, ya que la información se preserva a través de las dependencias etiquetadas.

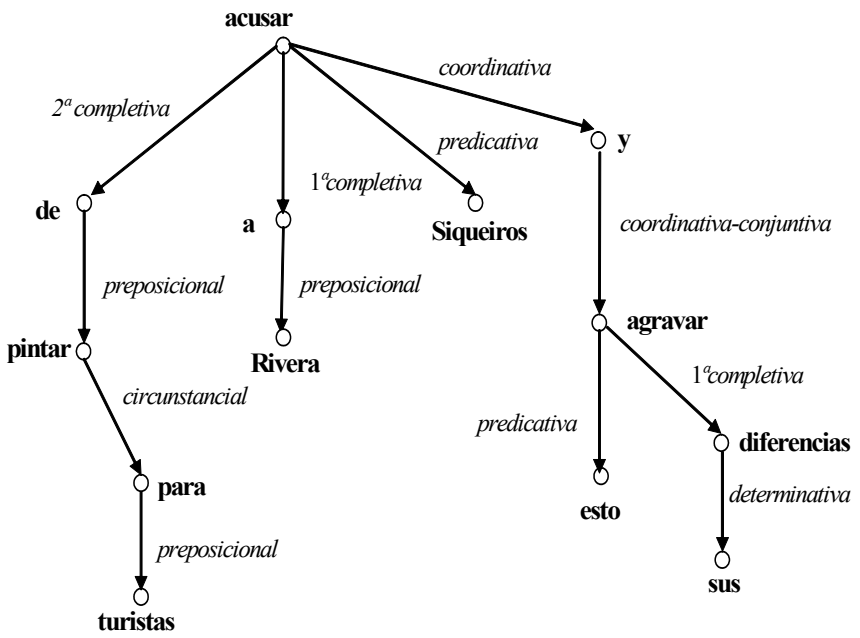


Figura 9. Ejemplo de estructura de dependencias en la MTT

Cada nivel de representación se considera como un lenguaje separado en el sentido de que tiene su propio vocabulario diferente y reglas distintas de combinación. La transición de un nivel a otro es un proceso de tipo traducción, que involucra el cambio tanto de los elementos como de las relaciones entre ellos, pero que no cambia el contenido informativo de la representación.

Tres conjuntos de conceptos y términos son esenciales para la MTT en su aproximación a la sintaxis:

- Una situación y sus participantes (actuantes).
- Una palabra y sus actuantes semánticos, que forman la valencia semántica de la palabra.
- Una palabra y sus actuantes sintácticos, que forman la valencia sintáctica de la palabra.

La *situación*, en esta teoría, significa un bloque de la realidad reflejada por el léxico de un lenguaje dado. Los actuantes semánticos de una situación deben y pueden determinarse sin ningún recurso de la sintaxis, y corresponden a esas entidades cuya existencia está implicada por su significado léxico. Por ejemplo, para Mel'čuk (1988) la diátesis es la correspondencia entre los actuantes: semánticos, de la sintaxis profunda, y de la sintaxis superficial.

Los actuantes semánticos y los roles temáticos son similares, aunque los roles temáticos, siguiendo la tradición de los constituyentes, tratan de generalizar los participantes, y la MTT los particulariza, describiéndolos para cada verbo específico.

La MTT usa la noción de valencia sintáctica, es decir, la totalidad de los actuantes sintácticos de la palabra. Esta noción es similar a la característica de subcategorización de la vieja gramática transformacional y a los argumentos de la teoría X-barra. La diferencia es que la valencia sintáctica se define independientemente de, y en yuxtaposición a, la valencia semántica. Esto hace posible usar claramente consideraciones semánticamente especificadas en la definición de la valencia sintáctica y marcar una diferencia entre ellas y las consideraciones sintácticas.

2.4 Descripción sintáctica

Las entradas léxicas en diccionarios manuales llevan una gran cantidad de información diferente acerca de los lexemas. Una pieza muy importante de información que algunos de los lexemas llevan es la información que ciertos lingüistas llaman subcategorización. La información de subcategorización especifica la categoría del

lexema, su número de argumentos, la categoría de cada argumento y, usualmente, la posición respecto al lexema. Adicionalmente, a veces se incluye también la información de las características, como género, número, etc.

El ejemplo más simple de subcategorización es la diferencia entre un verbo transitivo y uno intransitivo; un verbo transitivo debe tener un objeto a fin de ser gramatical, por ejemplo:

María ablanda la carne.
**María ablanda.*

Y un verbo intransitivo no puede tener un objeto, por ejemplo:

María cojea.
**María cojea una pierna.*

En el ejemplo previo, *ablandar* es un verbo y debe aparecer inmediatamente precediendo un grupo nominal GN (*la carne*). Se dice que ese verbo *subcategoriza* un GN. A partir de esta clasificación simple, transitivos e intransitivos, se amplía la información para considerar todos los casos posibles, por ejemplo la doble transitividad (Cano, 1987) considera que el verbo subcategoriza dos complementos.

En el procesamiento lingüístico de textos por computadora, básicamente la subcategorización se refiere al número de argumentos y a la categoría de cada argumento, pero la forma de definir cuáles son y cómo se representan los argumentos subcategorizados por un lexema dado es distinta en los diferentes formalismos, en los dos enfoques considerados en el análisis sintáctico.

En el enfoque de dependencias, donde se emplean muchos de los términos de la gramática tradicional, para nombrar esta información se emplea el término valencia sintáctica, que nosotros seguimos en el título y en algunos subtítulos de esta sección.

En el enfoque de constituyentes, la subcategorización se representa en términos sintácticos, es decir, por su estructura y parte del habla. Los verbos pueden subcategorizar diferentes tipos, no solamente los GN, por ejemplo, el verbo *dar* subcategoriza un grupo

nominal (GN) y un grupo preposicional (GP), en ese orden: *Juan da un libro a María.*

Aunque, desde el punto de vista de este enfoque, la subcategorización se describe de una manera más fija, contrasta con las colocaciones. Las colocaciones describen los contextos locales, que son importantes de una manera preferencial o estadística en la frase. Por ejemplo, en el proyecto DECIDE para construcción de recursos, diccionarios y corpus principalmente (DECIDE, 1996), se considera la información de subcategorización (*subcat*) como una lista con frecuencias de aparición de diferentes palabras unidas a la palabra seleccionada en un corpus. En este diccionario, incluso aparecen las combinaciones con una sola ocurrencia, que solamente tiene un significado estadístico y que no representan la realización de un complemento.

En el enfoque de constituyentes o gramáticas de frase, la selección semántica no es una condición ni suficiente ni necesaria para la subcategorización. Así que la mayoría de estas teorías lingüísticas incluyen en el marco de subcategorización predicados[15] o frases cuya ocurrencia es obligatoria en el contexto local de la frase del predicado, aunque no sean seleccionados semánticamente por él.

Dentro del enfoque de constituyentes presentamos, en esta sección, la descripción de las valencias sintácticas para los formalismos GB, GPSG, LFG, CG y HPSG.

Las teorías lingüísticas basadas en dependencias incluyen, en la información de las valencias sintácticas, las frases cuya ocurrencia es obligatoria en el contexto semántico del verbo. Adicionalmente, algunos formalismos consideran los complementos circunstanciales, con una clara distinción entre ellos y los especificados semánticamente. Este razonamiento se basa en separar las alternaciones de valencias, específicas de cada lexema, y los complementos circunstanciales, comunes a distintos lexemas.

---

[15] Los predicados manifiestan lo que se dice del sujeto en la oración, por lo que la mayoría de los formalismos del enfoque de constituyentes no consideran el sujeto dentro de la valencia sintáctica.

En la MTT, las valencias sintácticas describen únicamente las frases cuya ocurrencia es obligatoria en el contexto semántico del verbo. En cambio, la DUG y la Gramática Funcional de Dependencias (FDG, *Functional Dependency Grammar*, en inglés, Tapanainen *et al.,* 1997) adicionalmente describen los predicados circunstanciales. Dentro del enfoque de dependencias, presentamos la descripción de las valencias sintácticas para los formalismos DUG y MTT.

Así que, en general, la valencia sintáctica o subcategorización concierne a la especificación de frases que son preponderantes al contexto del verbo porque son seleccionadas por el lexema, sintácticamente, semánticamente o ambas. Aunque todas las teorías lingüísticas tienen medios para expresar los aspectos sintácticos, y morfosintácticos, de subcategorización, la referencia directa a la selección semántica puede expresarse únicamente en aquellos formalismos que incluyen un nivel de representación semántica.

Desde el punto de vista del procesamiento lingüístico de textos, la especificación de la estructura de las valencias sintácticas es necesaria para codificar la información concerniente al contexto y al orden de palabras, a fin de limitar el análisis y la generación del lenguaje natural (este argumento se explicará más adelante). La complejidad resulta por el aspecto multidimensional de la estructura de las valencias sintácticas, porque la subcategorización involucra referencia a diversos niveles de descripción gramatical, aspectos morfológicos, sintácticos y semánticos de la especificación de las palabras, y también por la interfase entre estos niveles de descripción gramatical.

Se ha puesto una gran atención a esta información en los diccionarios computacionales como COMLEX (Grishman *et al.,* 1994), no solamente para verbos, sino para adjetivos y sustantivos que llevan complementos. En el procesamiento lingüístico de textos esta información ayuda a establecer las combinaciones posibles de los complementos en la oración. Pero también tiene importancia relevante para la traducción automática, por ejemplo, Fabre (1996) estudió las relaciones predicativas de sustantivos para interpretar compuestos nominales en francés e inglés.

Las teorías lingüísticas difieren en la cantidad de información que proveen en la valencia sintáctica de un verbo. Esto se debe, mayormente, a las diferentes tendencias al usar principios y reglas sintácticas para expresar generalizaciones lingüísticas, con el consecuente cambio de énfasis, más lejano o más próximo, respecto a la especificación léxica. En esta sección presentamos una revisión de diversos enfoques adoptados en las teorías lingüísticas y a continuación un análisis de ellos.

2.4.1 SUBCATEGORIZACIÓN EN GRAMÁTICAS GENERATIVAS

2.4.1.1 GRAMÁTICA DE RECCIÓN Y LIGAMENTO

Mientras desarrollaban la GB se percataron de la gran redundancia de información en las reglas de estructura de frase y en los marcos de subcategorización. Por ejemplo, la información de que un verbo transitivo va seguido de un objeto tipo GN estaba codificada tanto en la regla que expande el GV, como en el marco de subcategorización del verbo. La GB movió esta información a los marcos de subcategorización de los núcleos-*h*. La razón para hacer esto es que cada verbo selecciona-*c* (*c* por categoría), un cierto subconjunto del rango de proyecciones máximas.

La teoría de la X-barra presenta la idea de que se encuentran patrones similares dentro de cada una de las estructuras internas de diferentes frases en un lenguaje. Por ejemplo, tanto el verbo como las preposiciones preceden a su objeto. El núcleo-*h* de una unidad lingüística es esa parte de la unidad que da su carácter esencial. Así, el núcleo-*h* de un GN es el sustantivo; de manera similar, un verbo es el núcleo-*h* de un GV, y así sucesivamente.

En este formalismo, la frase es una proyección del núcleo. Se consideran dos niveles de proyección. Por ejemplo, en el nivel más bajo el núcleo léxico y los argumentos (constituyentes a los cuales subcategoriza el núcleo) se denotan con una barra o un apóstrofo ($\overline{\text{N}}$, N′), y, en el siguiente nivel, esa misma estructura con modificadores y especificadores se denota con dos barras o dos apóstrofos ($\overline{\overline{N}}$, N″). Esta última es la máxima proyección, donde N″ es igual que GN, V″ igual a GV, etc.

Un ejemplo de modificadores y especificadores son los adjetivos y artículos para N'. No hay duda de que cualquier proyección máxima (es decir, GA, GN, GP, O′, o GV) puede ser, en principio, el argumento de un núcleo-*h*, aunque típicamente núcleos-*h* diferentes seleccionan elementos diferentes del conjunto de proyecciones máximas como sus argumentos. El verbo *ablandar* selecciona GN, *decir* selecciona O′ (como en *dijo que la carne estaba lista*), etc.

A partir de estas nociones se ve como la información de subcategorización limita el análisis y la generación de lenguaje natural. La subcategorización se usa como un filtro en el análisis y en la generación de estructuras de frase en el siguiente sentido: si tratamos, por ejemplo, de hacer la inserción léxica de *ablandar* en una estructura donde es hermana izquierda de una O′, esa estructura con ese núcleo-*h* se descartará, porque su subcategorización requiere un GN.

En la GB, la relación indirecta entre el verbo y su sujeto es un aspecto crucial de la teoría total y está presente en todos los análisis. El sujeto, en inglés, no aparece como hermano del núcleo-*h* del GV, y por lo tanto no puede ser subcategorizado por ese núcleo-*h*. El dominio de subcategorización está limitado al dominio de la proyección máxima que contiene el núcleo-*h*, y es realmente esta noción de dominio dentro de la proyección máxima —en lugar de la noción de ser hermana— la que es importante en esta teoría. El sujeto no está dentro del dominio del verbo ya que la proyección máxima del verbo es GV. Esto resulta en diferencias tanto del comportamiento sintáctico del sujeto y de los complementos (que no son sujetos), como en el hecho de que el sujeto es externo al GV (ver la figura 10). Así, los complementos que no son sujetos son los únicos que pueden subcategorizarse en este formalismo.

El sujeto es el GN inmediatamente dominado por O, y el objeto es el GN inmediatamente dominado por el GV. En la GB, esto se representa comúnmente por las notaciones [GN, S] y [GN, GV] respectivamente. El uso de los términos sujeto y objeto en este formalismo son las abreviaturas de esas definiciones estructurales.

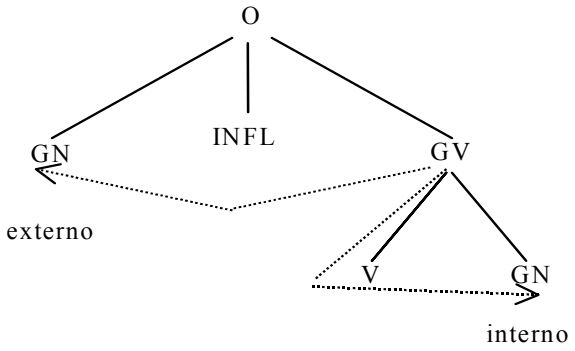


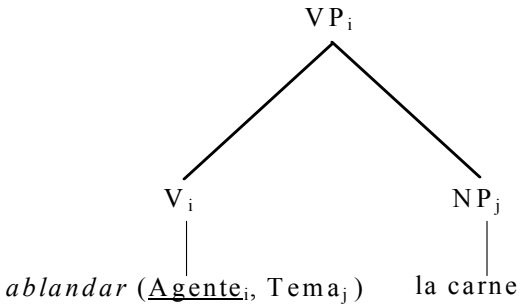
Figura 10. Relación indirecta entre sujeto y objeto

Desde este punto de vista, el objeto de la estructura-*d* puede volverse en el sujeto de la estructura-*s* en la construcción pasiva.

La subcategorización en la GB se describe en un nivel de descripción sintáctica donde los argumentos de un predicado se reunen en un conjunto donde cada elemento corresponde a un papel temático indexado. Dentro de la estructura de argumentos de un predicado puede haber una posición distinguida que funciona como el *papel temático del núcleo-h* de la estructura de argumentos y como una totalidad. Este papel temático se denota como el *argumento externo*, ya que puede ser asignado solamente fuera de la proyección máxima de su predicado.

En versiones posteriores de la GB (Chomsky, 1986), a diferencia de la mayoría de las otras teorías gramaticales, las frases se asumen como las proyecciones máximas de la frase con inflexión, la que introduce la morfología verbal (por ejemplo, tiempo y aspecto). En la figura 10, INFL es la inflexión.

La descripción en la figura 11, corresponde a Sells (1985), la subcategorización (selección categorial) en paréntesis angulares y la estructura de argumentos (selección semántica) en paréntesis, donde el argumento externo está subrayado. La información de los papeles temáticos restantes, es decir, de los *argumentos internos*, está disponible únicamente dentro de la primera proyección del predicado.



ablandar, V, <GN> (Agente, Tema)
dar, V, <GN, GP> (Agente, Tema, Meta)

Figura 11. Papeles temáticos y subcategorización

La realización sintáctica de los papeles temáticos en la estructura del argumento se limita y asegura por el Principio de Proyección y por el Criterio-Theta, que se presentan a continuación:

– *Principio de Proyección.* Las representaciones en cada nivel sintáctico (es decir la forma lógica y las estructuras -*d* y -*s*) se proyectan desde el diccionario, siguiendo las propiedades de subcategorización de los elementos léxicos.

– *Criterio*-θ. Cada argumento sostiene uno y sólo un papel-θ, y cada papel-θ está asignado solamente a un argumento.

El criterio-θ dice, en forma simple, que el significado de un predicado determina qué argumentos gramaticales tendrá. El principio de proyección garantiza que la estructura determinada por el significado léxico del núcleo-*h* no sea alterada en forma esencial.

También hay un principio que relaciona la subcategorización y la asignación de papeles-**T** o papeles temáticos (comúnmente llamado *marcado-**T***). La subcategorización se relaciona a posiciones en un arreglo y el *marcado-**T*** al contenido léxico dominado por esa posición. Si α subcategoriza la posición ocupada por β, entonces α marca-**T** a β.

Como la subcategorización está relacionada a posiciones, debe codificarse algún tipo de posición de argumento temático para el sujeto, en la entrada léxica del verbo. Chomsky (1986) asume que la selección categorial (selección-*c*) puede derivarse como la Realización Estructural Canónica (CSR) de su categoría semántica. Por ejemplo, la CSR (rol paciente) es un grupo nominal. Consecuentemente, solo la selección semántica (selección-*s*) necesita expresarse en el diccionario.

En el enfoque de constituyentes, la GB dentro de ella, también se consideran los predicados no seleccionados semánticamente, como los casos de complementos de verbos cuyo sujeto es pleonástico (*extraposition*, en inglés), verbos que se denominan "de ascensión"[16] (*raising verbs* en inglés), por ejemplo *seem,* y verbos que contrastan con estos últimos, los denominados verbos de control (*control verbs*[17] o *equi*[18] *verbs*, en inglés). Por ejemplo:

- Sujeto pleonástico: *It annoys people that dogs bark*. (Molesta a la gente que los perros ladren). El pronombre neutro *it* representa *dogs bark* (los perros ladran), el sujeto del verbo *annoy* (molestar). Sintácticamente existen dos argumentos correspondientes al mismo argumento semántico. El nombre "extraposición" viene del análisis transformacional, teniendo la frase *that dogs bark annoys people* se proponía cambiar de posición la cláusula *that dogs bark* al final de la frase e insertando el pronombre vacío *it*. En español no se requiere esa inserción, por ejemplo: Q*ue no se le atienda a tiempo molesta a la gente* y *Molesta a la gente que no se le atienda a tiempo.*
- Verbos de ascensión: *Mary seems to be happy* (*María parece ser feliz*) y *I expected Mary to be happy* (*Yo esperaba que*

[16] Donde solamente la posición controlada es temática

[17] El controlador y el controlado son ambos temáticos, la predisposición de control se especifica léxicamente.

[18] Verbos de control son lo mismo que *equi-NP deletion*, que se abrevia *equi*.

María fuera feliz). Se considera que cada verbo tiene un sujeto, incluso el infinitivo. En la primera frase, el sujeto del primer verbo (sujeto de ascensión, *subject raising*, en inglés) es transparente en cuanto a que también es sujeto del segundo verbo (*María parece*, *María es feliz*). En la segunda frase el objeto del primer verbo (objeto de ascensión, *object raising*, en inglés) es el sujeto del segundo verbo (*esperaba que María*, *María fuera*). En español existen muchos verbos que introducen otros verbos, ya sea directamente como *querer*, *poder*, o mediante una preposición como *ponerse a bailar*, *deben de cantar*, etc. Un estudio de verbos españoles, con este punto de vista, se presenta en Lamiroy (1994).

La teoría de control en la GB maneja sintácticamente los verbos *equi*. En estos verbos, el sujeto de verbos no finitos, es decir, de grupos verbales en infinitivo, se representa estructuralmente como la categoría vacía PRO, cuya relación con su controlador está regulada por la Teoría del Ligamento en términos del comando-*c*, que expresa algo así como la noción de esa subparte de un árbol para la cual una categoría determinada α no es inferior jerárquicamente.

$$María_i \ intenta \ [PRO_i \ dormir]$$

Esto implica que la subcategorización verbal, de cláusula, se expresa siempre en términos de oraciones en lugar de hacerlo en términos de grupos verbales.

Las dependencias verbales que emergen en las construcciones expletivas [19] y de sujeto de ascensión se manejan también sintácticamente. Por ejemplo, un verbo de ascensión como *seem* (*parecer*) subcategoriza una frase pero no tiene argumento externo. Existen dos casos en los que se subcategoriza una cláusula:

– Si la cláusula subcategorizada no es finita, el sujeto se mueve a una posición de sujeto en el arreglo para satisfacer el Filtro

[19] En las construcciones expletivas el argumento pleonástico se encuentra en la posición de sujeto o de objeto.

de Caso[20], puesto que solamente un GV con marca de tiempo puede asignar caso nominativo a su sujeto. Por ejemplo: *Juani parece [ti dormir]* donde *ti* es la huella del sujeto *i*.

– Si la cláusula subcategorizada es finita, por ejemplo en *It seems that John sleeps* (*Parece que Juan duerme*), el elemento pleonástico *it* se inserta en la posición sujeto del arreglo para satisfacer el Principio de Proyección Extendida, que además del Principio de Proyección anterior requiere que todas las cláusulas tengan sujeto.

Por último, las construcciones con objeto de ascensión también se consideran como si involucraran subcategorización de oraciones. Un verbo como *believe* subcategoriza una frase de infinitivo a cuyo sujeto se le asigna caso por el verbo en el arreglo, a través de límites de oraciones, como en *Mary believes* [$_S$ *John to be intelligent*] que es una ocurrencia descrita como *marcado de caso excepcional*, en Chomsky (1986).

2.4.1.2 GPSG

La GPSG hace uso de características sintácticas. De entre ellas, dos ejemplos son las siguientes: una para mostrar el POS y otra para mostrar el nivel (palabras, grupo de palabras, frase). Además, desarrolla una teoría apropiada de características, expresándolas mediante pares de atributos y valores. No solamente se consideran como atributos las categorías como número, caso y persona, sino también el nivel, esto como influencia de la teoría X-barra, y también con la misma interpretación.

En la GPSG se emplea un atributo para la subcategorización, llamado SUBCAT, y se asigna un valor único a cada posible marco en el cual pueda ocurrir una categoría de nivel cero. SUBCAT es una característica del núcleo-*h*, es decir, de HEAD. Por ejemplo, si la entrada léxica *comer* sólo dice que es un verbo transitivo, es decir, [SUBCAT TRANS], entonces el hecho de que los verbos

[20] El *Filtro de Caso* especifica que a cada GN léxico debe asignársele caso.

transitivos, y sólo ellos, ocurran con un nodo hermano GN puede establecerse mediante una regla ID como:

V1 → V0 [SUBCAT TRANS], NP

donde V0 es el verbo, V1 es el grupo verbal y V2 es la máxima proyección. La GPSG comparte, con la GB, el análisis de que la máxima proyección del verbo es la oración. Una categoría puede dominar un elemento léxico si y sólo si la categoría es consistente con la entrada léxica de ese elemento. Así que sólo un verbo que sea TRANS, como *comer*, podrá ocurrir bajo V0 [TRANS], mientras uno intransitivo, como *cojear*, no podrá.

Realmente los verbos no tienen un marco de subcategorización, sino que tienen una indicación que apunta al tipo de estructura en la que aparecen. Para considerar todos los posibles tipos, GPSG utiliza números enteros como valores de SUBCAT, y los incluye en las entradas léxicas y en las reglas ID, correspondiendo a las estructuras posibles. A continuación se presentan unos ejemplos:

V1 → V0[1]
V1 → V0[6], NP, NP
cojear: V0[1]
dar: V0[6]

La GPSG considera posible que un verbo tenga múltiples subcategorizaciones. Cada estructura de subcategorización corresponderá a una entrada léxica separada, pero relacionada al lexema. En la GPSG existen postulados de sentido que imponen relaciones sistemáticas entre los sentidos de verbos homónimos. Estos postulados de sentido son precisamente postulados semánticos, y es en términos semánticos que la GPSG captura el hecho de múltiples subcategorizaciones.

Un problema evidente de esta teoría es que implica un gran número de reglas ID. Algo de la redundancia que se da en ellas se elimina mediante el uso de postulados LP separados (por ejemplo, para dictar el orden de los nodos hermanos en un subárbol), y otra parte se elimina por los principios de características. Pero la esencia de la objeción permanece.

Los objetos sintácticos, como sujeto y objeto, no se consideran nociones primitivas en la GPSG, sino que se definen en términos de otras primitivas de la teoría. En la GPSG, siguiendo a Dowty (1982) esas relaciones se definen en términos de la estructura semántica, es decir, en la estructura función-argumento de la semántica. Por ejemplo, un verbo transitivo como *buscar* requiere dos argumentos. El sujeto se define, sólo semánticamente, como el último argumento, el objeto es el siguiente del último, etc.

La diferencia entre verbos de ascensión y *equi* se define en la subcategorización de los verbos, es decir, en las reglas-ID que producen los nodos que los dominan inmediatamente en las estructuras sintácticas. Por ejemplo:

VP → H[15], VP[INF, +NORM]	*try*
VP → H[16], VP[INF]	*seem*

donde +NORM es la abreviatura de AGR NP[NFORM NORM], que establece la concordancia del grupo nominal. Mientras para el verbo *seem* se permite cualquier sujeto, para el verbo *try* es necesario que el sujeto mediante concordancia (NORM) no pueda ser ni *it* ni *there*. Al establecer los valores de omisión para *seem* se presenta una complejidad. VFORM es una característica de HEAD que distingue partes del paradigma verbal: FIN (finito), INF (infinitivo), BSE (forma base), PAS (pasiva), etc.

En la GPSG, el núcleo-*h* sólo puede subcategorizar sus hermanas, por lo que los sujetos no se subcategorizan. Realmente no hay subcategorización para el sujeto, aunque este hecho a veces es dudoso, porque la existencia de la característica AGR para manejar la concordancia entre sujeto y verbo tiene el efecto como de permitir la subcategorización para los sujetos.

2.4.1.3 SUBCATEGORIZACIÓN EN LFG

La subcategorización en la LFG, como en otras gramáticas de constituyentes, se basa en una representación sintáctica de la estructura de los argumentos del predicado. Pero en la LFG, la noción de función gramatical ocupa un papel central para determinar

cuáles argumentos, seleccionados semánticamente por un predicado, están realizados semánticamente y cómo.

En Bresnan (1982), las funciones gramaticales se definen como primitivas sintácticas universales de la gramática, y se clasifican de acuerdo a dos parámetros principales: la habilidad de subcategorizar y la restricción semántica. Las funciones subcategorizables que pueden asignarse a los argumentos de los lexemas son los sujetos, los objetos y los complementos de los grupos verbales de la oración. Las funciones que no son subcategorizables corresponden a frases adjuntas que no pueden asociarse con los argumentos de los lexemas.

Existen otras funciones como Tópico y Foco que se asignan a las frases desplazadas, como en la topicalización, las preguntas y las cláusulas relativas. Se considera que la habilidad de subcategorizar de estas dos funciones está sujeta a variación lingüística, ya que es posible que exista en algunos lenguajes y en otros no.

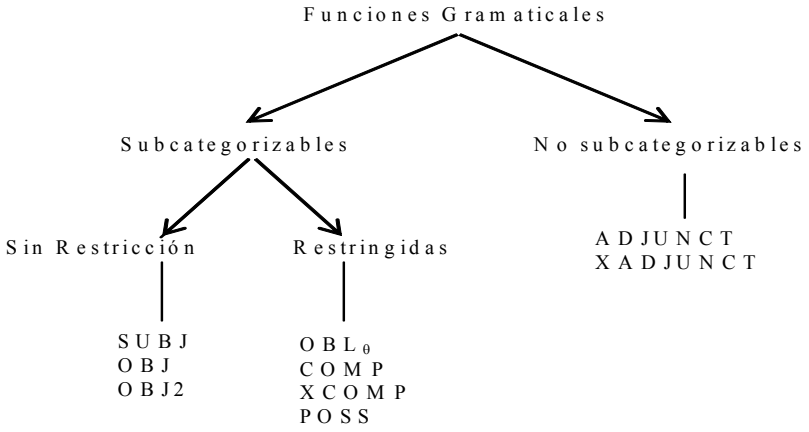
En la LFG las funciones que se pueden subcategorizar difieren con respecto al rango de tipos de argumentos con los cuales pueden asociarse, y se dividen en restringidas y sin restricción:

- Las funciones gramaticales *semánticamente no restringidas* no están ligadas de una manera inherente a las restricciones específicas de selección. Por ejemplo, la función sujeto, que puede realizar argumentos no temáticos como el sujeto *it* de *seem*; o aunque los sujetos son a menudo agentes, también pueden ser tema, como en la pasiva.

- Las funciones gramaticales *restringidas semánticamente* son las que están más íntimamente ligadas a la semántica, es decir, solamente pueden ponerse por pares con argumentos de tipos semánticos específicos. Por ejemplo, las funciones oblicuas (objeto directo, objeto indirecto), que siempre son temáticas, es decir, que nunca se asocian con elementos pleonásticos. En español sí se presenta la duplicación de objetos, como se verá en la sección 3.5.

En la siguiente figura se presenta la clasificación general de las funciones gramaticales y más adelante se describen

individualmente. OBL_{θ} significa oblicuo; POSS es el genitivo prenominal, como el caso en inglés de *professor's knowledge* (conocimiento del profesor).



También los complementos y los adjuntos se clasifican, en funciones cerradas o abiertas. Cerradas significa que están completas, tienen sus propios controladores, y abiertos lo opuesto, requieren antecedentes. En los ejemplos de complemento cerrado y de función adjunta cerrada (COMP, ADJ), los GN subrayados son los controladores.

– Complementos. Los complementos cerrados son los COMP y los abiertos XCOMP.

  Beto cree [*que* *María* *es honesta*]$_{\text{COMP}}$
  Beto intenta [*ser un buen médico*]$_{\text{XCOMP}}$

– Adjuntos. Los adjuntos cerrados son los ADJUNCT y los abiertos XADJUNCT.

  [*Beto* *empezaba a alegar*]$_{\text{ADJ}}$, *María salió despavorida*.
  [*Aún estando enojado*]$_{\text{XADJ}}$ *Beto comió tranquilamente*.

Los objetos sintácticos son asociaciones de funciones gramaticales con papeles temáticos o con valores que no son temáticos. Estas asociaciones se codifican en el diccionario, donde cada verbo se representa como un lexema que consiste en una estructura de

argumentos del predicado y una asignación de función gramatical. Por ejemplo:

Estructura de argumento de predicado	*romper* <agente, tema>
Asignación de función gramatical	((SUJ), (OBJ))

donde la estructura de argumentos del predicado de un lexema es una lista de los argumentos para los cuales existen restricciones de selección. La asignación de función gramatical de una forma léxica es una lista de sus funciones subcategorizadas sintácticamente.

La asignación de funciones gramaticales se sujeta a un número de condiciones universales. Por ejemplo, todos los predicados univalentes se asignan a SUJ, y todos los predicados bivalentes se asignan a un SUJ y a un OBJ. Una condición muy importante sobre la asignación de función gramatical es la Biunicidad de las Asignaciones Función-Argumento (Bresnan, 1982), que establece una relación uno a uno entre argumentos y funciones gramaticales dentro de la estructura predicado-argumento de un lexema.

Esas listas de asignación de función gramatical sirven como marcos de subcategorización. La subcategorización se revisa en la estructura funcional mediante dos condiciones (Kaplan y Bresnan, 1982): completitud (*completeness*) y coherencia (*coherence*):

- La completitud asegura que todos los argumentos subcategorizados estén presentes en la estructura funcional, es decir, que no haya menos argumentos. Por ejemplo, descarta frases como **Juan compra*, **seems*.
- La coherencia restringe la ocurrencia de funciones gramaticales subcategorizables a las listadas en la forma léxica del verbo, es decir, que no haya argumentos de más. Por ejemplo, descarta frases como **Juan cojea Memo*.

Finalmente, el *control funcional* maneja léxicamente los verbos de control y de ascensión con referencia a funciones gramaticales. Por ejemplo, el control del sujeto con ambos tipos, de ascensión y de control, se establece en el diccionario en las partes relevantes de las entradas léxicas, como en los siguientes:

V (↑PRED) = '*seem* < (↑XCOMP) > (↑SUJ)'
(↑XCOMP SUJ) = (↑SUJ)

V (↑PRED) = '*try* < (↑XCOMP) (↑SUJ)>'
(↑XCOMP SUJ) = (↑SUJ)

En la descripción del verbo *try* se especifica que el sujeto es temático. Ya que el control se trata léxicamente y las categorías no vacías se usan para unir el sujeto complemento, se obtiene que ambos verbos (de ascensión y control) subcategorizan grupos verbales en lugar de oraciones, como se considera en la GB.

En trabajos posteriores, Bresnan revisó la teoría de los objetos sintácticos. Los objetos sintácticos como SUJ, OBL, etc., pasaron de especificaciones atómicas a definiciones en términos de características funcionales más primitivas. La teoría resultante, la Teoría Léxica de Mapeo, está formada por cuatro componentes básicos:

- Jerarquía de papeles léxicos. La jerarquía incluye los siguientes papeles en orden descendente: agente, beneficiario y maleficiario, receptor y experimentador, instrumental, paciente y tema, locativo, motivo; con base en ellos se crea una jerarquía temática universal.
- Funciones sintácticas no compuestas. Las funciones sintácticas se descomponen de acuerdo a las características [± r], temáticamente restringidos o sin restricción, y [± o], objetivo o no, por ejemplo:

$$\begin{bmatrix} -r \\ -o \end{bmatrix} \text{ SUJ} \qquad \begin{bmatrix} -r \\ +o \end{bmatrix} \text{ OBJ}$$

  Individualmente, cada valor de las dos características define una función gramatical parcialmente especificada, por ejemplo:

$$[-r] \text{ SUJ/OBJ} \qquad [+o] \text{ OBJ/OBJ}_{\theta}$$

- Principios de mapeo léxico. Los papeles semánticos se asocian con funciones gramaticales especificadas

parcialmente de acuerdo a los Principios de Mapeo Léxico: clasificaciones de roles intrínsecos, clasificaciones de roles morfoléxicos y clasificaciones de roles por omisión.

– Condiciones de buena formación. Después de que los principios de mapeo se han aplicado, cualquier función gramatical restante que no resulte bien especificada está totalmente instanciada. Esta instanciación es libre tanto como se observen los principios de Biunicidad y de Condición de sujeto. El primero establece que dentro de la estructura de un predicado-argumento de una forma léxica hay una relación de uno a uno entre funciones gramaticales y argumentos. La condición sujeto establece que cada forma léxica debe tener un sujeto.

Como ejemplo de la aplicación de esta Teoría léxica de mapeo se presenta el tratamiento de la forma pasiva. Para el verbo *buscar*, antes de la conversión a pasiva, los papeles de agente y tema del verbo están intrínsecamente asociados con funciones gramaticales parcialmente especificadas, como se muestra a continuación:

$$\begin{array}{lccc} buscar & \langle & agente & tema \quad \rangle \\ & & | & | \\ & & [-o] & [-r] \end{array}$$

La regla pasiva introduce la especificación funcional [+r], es decir, restringida temáticamente, para el papel superior de una forma léxica. Cuando la pasiva se aplica a la estructura de argumentos de predicado para el verbo *buscar*, el papel del agente adquiere la especificación [+r], que en conjunto con [-o] define una función oblicua. El argumento agente de un verbo pasivo se realiza como un complemento oblicuo, mientras el tema puede ser sujeto u objeto. Las restricciones de buena formación inducidas por la condición de sujeto requieren que se elija la opción sujeto en este caso. A continuación se da el ejemplo del proceso descrito con una representación esquemática:

	buscar	⟨ *agente*	*tema*	⟩
		|	|	
intrínseco :		$[-o]$	$[-r]$	
pasiva :	*buscado*	$[+r]$		

	OBL $\hat{\theta}$	OBJ/SUJ	
condición buena formación :	OBL $\hat{\theta}$	SUJ	

2.4.1.4 SUBCATEGORIZACIÓN EN CG

En la aplicación de la Gramática Categorial al estudio de lenguajes naturales se ha supuesto una colección universal de esquemas de estructura de frase, también se ha supuesto que la estructura sintáctica determina la semántica funcional de tipo composicional. De lo anterior deriva que todas las generalizaciones de un lenguaje específico deben determinarse léxicamente, por lo que una vez establecido el diccionario para ese lenguaje pueden aplicarse las reglas universales de combinación sintáctica y semántica.

En el proyecto ACQUILEX (Sanfilippo, 1993) se aplicó la Gramática Categorial de Unificación y con base en la descripción del marco ahí empleado se presenta a continuación la subcategorización. Una descripción más amplia de las estructuras de grupos verbales para el inglés se encuentra en Carpenter (1995).

La información de subcategorización en esta aproximación se encuentra dentro de la estructura de signo. Los signos están formados por una conjunción de pares atributo—valor de información ortográfica (ORTH), sintáctica (CAT) y semántica (SEM). Las palabras y las frases se representan como estructuras de características, con tipos, mediante signos.

[ORTH: orth
CAT: cat
SEM: sem]

El atributo *categoría* de un signo puede ser básico o complejo:

– Las categorías básicas son las estructuras binarias de características que consisten en un tipo categoría y en una serie de pares atributo valor que codifican información morfosintáctica (cuando es necesaria). Los tipos *cat* básicos que se emplean son: sustantivo (n), grupo nominal (np) y oración (sent).

[CAT-TYPE: cat-type
M-FEATS: m-feats]

Por simplicidad, se abrevian como: cat-type [m-feats]

– Las categorías complejas se definen recursivamente, dejando que el tipo *cat* instancie una estructura de características con los siguientes atributos: resultado (RES), que puede tomar como valor una categoría básica o una compleja; activo (ACT), que es de tipo signo; y direccción (DIR), que codifica el orden de combinación, relativo a la parte activa del signo (por ejemplo: hacia adelante o hacia atrás).

[RES: cat DIR: dir ACT: sign]

En los verbos, la parte activa de la estructura de categorías codifica las propiedades de subcategorización. Por ejemplo, sujeto (nom) y objeto (acc) en verbos transitivos:

[ORTH: < ablandar>
CAT: [RES: [RES: sent
ACT: [np-signo
CAT: nom]]
ACT: [np-sign
CAT: np [acc]]]]

La información semántica de un signo es una fórmula. Esta fórmula consiste en:

– Un índice (IND), que es una entidad que provee información referida a un tipo ontológico. El índice “e” indica eventualidades, “o, x, y, z” objetos individuales

- Un predicado (PRED), el argumento de un predicado puede ser una entidad o una fórmula.
- Al menos un argumento (ARG1), que puede ser a su vez una entidad o una fórmula, subsumidas por *sem*.

[IND: entidad
PRED: pred
ARG1: sem]

Por ejemplo, la estructura de características:

[IND: [1] x
PRED: carne
ARG1: [1]]

donde [1] indica valores reentrantes. Por simplicidad las fórmulas se presentan en forma lineal, pueden abreviarse como <*x*1> *carne* (*x*1), donde x1 es una variable con nombre.

La clasificación de tipos de subcategorización involucra la definición de las *estructuras semánticas predicado*-argumento, de las estructuras de categorías, y de los signos de los verbos. Así que presentamos primero las descripciones de estos tres tipos de estructuras, con los ejemplos únicos necesarios, para mostrar, al final, la subcategorización completa de verbos de dos y tres argumentos.

Para describir las *estructuras semánticas predicado-argumento*, se siguió la clasificación de Dowty (1989). Así que el contenido semántico de las relaciones temáticas se expresa en términos de conceptos de grupos prototípicos: los roles proto-agente (*p-agt*) y los roles proto-paciente (*p-pat*), determinados para cada elección de predicado. Sanfilippo y Poznanski (1992) además de formalizar los proto-roles como superconjuntos de grupos específicos de componentes significantes, que son instrumentos en la identificación de clases semánticas de verbos, introdujeron adicionalmente dos conceptos:

- Un tercer proto-rol, *prep,* para argumentos preposicionales. Estos *prep* se consideran semánticamente restringidos, empleando los términos de la LFG.

– Los predicados sin contenido (no-θ) para caracterizar la relación entre un GN pleonástico y su verbo rector.

Los verbos se caracterizan como propiedades de eventualidades, y los roles temáticos son relaciones entre eventualidades e individuos, por ejemplo, p-agt(e1, x). Una clasificación semántica primaria de los tipos de verbos se obtiene en términos de la aridad del argumento, es decir, del número de argumentos. Las diferencias adicionales se hacen según el tipo de argumentos verbales que se codifican, por ejemplo: proto-agente, proto-paciente, preposicional oblicuo/indirecto, preposicional de objeto, no-temático, pleonástico, predicativo (como *xcomp*), oracional (como *comp*).

A continuación se presentan las principales estructuras semánticas de verbos con ejemplos:

STRICT-INTRANS-SEM Intransitivos estrictos.
Juan (proto-agente) *cojea*
<e1> and (<e1> pred (e1), <e1> p-agt (e1, x))

STRICT-TRANS-SEM Transitivos estrictos.
Juan (p-ag) *bebe una cerveza* (p-pat)
<e1>and(<e1>pred(e1),<e1>and(<e1>p-agt(e1,x),
<e1>p-pat(e1,y)))

OBL-TRANS/DITRANS-SEM Ditransitivos: *dar*
Transitivos con complemento oblicuo. *Juan da un libro a María.*
<e1> and (<e1> pred (e1), <e1> and (<e1>p-agt(e1,x),
<e1> and (<e1>p-pat(e1,y), <e1> prep (e1,y))))

P-AGT-SUJ-INTRANS-XCOMP/COMP-SEM Intransitivos con sujeto temático y complemento tipo cláusula (representada por *verb-sem*). *Juan intentó venir* y *Juan pensó que María vendría.*
<e1>and(<e1>pred(e1),<e1>and(<e1>p-agt(e1,x), verb-sem))

Las *estructuras de categoría* se distinguen a partir de los valores de las características RES y CAT. Por ejemplo, el CAT de intransitivos estrictos establece que el resultado es una categoría

básica de tipo *sent*, y la parte activa es un grupo nominal, es decir, solamente hay selección de sujeto. A partir de tipos básicos se van construyendo tipos más complejos de categoría. Los transitivos estrictos emplean la categoría de intransitivo estricto, dando adicionalmente la categoría acusativo al objeto.

```
STRICT-INTRANS-CAT          STRICT-TRANS-CAT
[RES: sent                  [RES: strict-intrans-cat
 ACT: np-sign]               ACT: [np-sign
                                   CAT: np[acc]]]
```

Las restricciones morfosintácticas se codifican en signos seleccionados (activos). Por ejemplo, en la definición de la categoría ditransitiva el argumento extremo tiene caso acusativo (como en: *Juan da un* libro), y en la definición de categoría para transitivos que toman un complemento de frase preposicional tiene caso preposicional *p-case* (por ejemplo: *Juan se lo dio a María*).

```
DITRANS-CAT                 OBL-TRANS-CAT
[RES: strict-trans-cat            [RES: strict-trans-cat
 ACT: [np-sign                     ACT: [np-sign
       CAT: np[acc]]]                    CAT: np[p-case]]]
```

Los restantes tipos de categorías están organizados en *comp-cat* para verbos que toman un complemento oracional, y en *xcomp-cat* para verbos que toman un complemento predicativo, los *xcomp-cat*, además, se dividen de acuerdo al hecho de estar involucrados o no con el control.

Los *signos de los verbos* se definen enlazando signos activos en la estructura de categorías a las ranuras de argumento en estructuras de argumentos de predicados, es decir, los enlaces se hacen a través de las estructuras semánticas y de categorías. Estos enlaces se realizan mediante enlaces reentrantes, por ejemplo, con la marca [1] en la estructura que se muestra para verbos intransitivos estrictos.

```
[strict-intrans-sign
CAT: ACT: [np-sign SEM: [1] <e1>p-agt(e1, x)]
SEM: [strict-intrans-sem <e1> and (<e1> pred (e1), [1])]]
```

Solo se consideran patrones para verbos que tienen un máximo de 3 argumentos, por lo que únicamente necesitan dos patrones adicionales de enlace general.

```
[dos-argumentos-verbo-signo
 CAT: [RES: [RES: sent
             ACT: [sign
                   SEM: [1]]]
        ACT: [sign
              SEM: [2]]]
 SEM: <e1> and (and
                (pred(e1),[1]),[2])]
```

```
[tres-argumentos-verbo-signo
 CAT: [RES: [RES: [RES: sent
                   ACT: [sign
                         SEM: [0]]]
              ACT: [sign
                    SEM: [1]]]
        ACT: [sign
              SEM: [2]]]
 SEM: <e1> and (and (and (pred
                          (e1),[0]),[1]),[2])]
```

Finalmente, a continuación, se presentan las estructuras completas de dos-argumentos-verbo-signo y de tres-argumentos-verbo-signo. En los primeros se consideran el tipo transitivo estricto y para sujetos de verbos *equi* que toman un complemento de verbo en infinitivo. En los segundos se consideran los ditransitivos y los transitivos que toman un objeto oblicuo.

DOS-ARGUMENTOS-VERBO-SIGNO

```
STRICT-TRANS-SIGNO
[CAT: strict-trans-cat
 SEM: strict-trans-sem]
```

```
SUJ-EQUI-INTRANS-GVINF-SIGNO
[CAT: intrans-vpinf-control-cat
 SEM:p-agt-subj-intrans-xcomp/comp-sem]
```

TRES-ARGUMENTOS-VERBO-SIGNO

```
DITRANS-SIGNO
[CAT: ditrans-cat
 SEM: obl-trans/ditrans-sem ]
```

```
OBL-TRANS-SIGN
[CAT: [RES: strict-intrans-cat
       ACT: [np-sign
             CAT: np[p-case]]]
      SEM: intrans-obl-sem]
```

Los argumentos subcategorizados se posicionan en la estructura de categorías de predicados de acuerdo a la jerarquía oblicua. Por ejemplo, el argumento del sentido "meta" de ditransitivos y de transitivos que subcategorizan un grupo preposicional (DITRANS-SIGNO y OBL-TRANS-SIGN), es el signo extremo en la estructura de categorías, aunque solamente en los ditransitivos le precede el

objeto "tema". La diferencia en el orden de palabras se maneja sintácticamente (Sanfilippo, 1993).

Este formalismo emplea categorías de control para describir la estructura sintáctica de los verbos *equi* y de ascensión. Crea un modelo donde la marca de reentrancia dice que el signo activo del complemento (por ejemplo, un complemento sujeto) se controla por el signo activo inmediatamente precedente. Todas las categorías de control heredan este modelo. El control se expresa mediante entidades que se igualan y que parcialmente describen la semántica de los signos activos. El argumento controlador puede ser el sujeto o el objeto, según si el verbo es transitivo o intransitivo. La transitividad está determinada por la presencia de un signo-np acusativo activo. Las categorías reales de control se construyen agregando más especializaciones a las descripciones de control básicas.

En cuanto al trato del sujeto de verbos de extraposición, la CG emplea adicionalmente una entidad sin contenido, *dummy*, para la caracterización semántica de grupos nominales pleonásticos.

2.4.1.5 SUBCATEGORIZACIÓN EN HPSG

En la HPSG existe una característica especial para la información de la subcategorización de los signos, la característica sintáctica local SUBCAT. En la característica SUBCAT se codifican las diversas dependencias entre un núcleo-*h* y sus complementos. Es de notar que, a diferencia de otros formalismos, en la HPSG se incluyen los sujetos como especificadores.

SUBCAT tiene como valor una lista de synsems (parcialmente especificados). Como se mencionó en la sección HPSG, los synsems tienen como valor *local* a CATEGORY y a CONTENT. El atributo CATEGORY de un signo contiene información de su POS, requerimientos de subcategorización y marcadores posibles. El atributo CONTENT provee información de su estructura de argumentos. Así que los signos léxicos pueden ejercer restricciones en la selección y manejo de la categoría tanto como en la asignación de papel y caso.

El Principio de Subcategorización en la HPSG, que es un principio de la gramática universal, maneja el flujo (ascendente en la estructura sintáctica) de la información de subcategorización de las trayectorias de proyección. Este principio se expresa en términos de un valor en forma de lista:

> DAUGHTERS | HEAD-DAUGHTER | SYNSEM | LOCAL | CATEGORY | SUBCAT,

esta lista se obtiene, a su vez, de la concatenación de los valores lista de SYNSEM y de DAUGHTERS (ver sección -HPSG).

El Principio de subcategorización establece, de forma general, que el valor SUBCAT de una frase es el valor SUBCAT del núcleo-*h* del lexema, menos las especificaciones ya satisfechas por algún constituyente en la frase. La versión más reciente de HPSG (Sag y Wasow, 1999) separa en dos características, SUJ y COMPLS, la característica inicial SUBCAT (Pollard y Sag, 1987, 1994) para separar el sujeto de los complementos restantes.

En la HPSG la subcategorización se basa en la definición de la estructura de argumentos y en cómo se relacionan los roles con los objetos sintácticos (sujeto, objeto, etc.), en la jerarquía de esos objetos sintácticos, en la diferente selección de las categorías de los argumentos, y en las características morfosintácticas de esas categorías. En la HPSG, la asignación de roles es la conexión entre los constituyentes de una expresión y los constituyentes que están presentes en la situación descrita. Por ejemplo, la entrada léxica para un verbo ditransitivo, como *dar*, asigna papeles semánticos a sus dependientes subcategorizados.

$$\begin{bmatrix} \text{phon} & \textit{dar} & & \\ \text{synsem} \mid \text{loc} \mid \text{cat} & \begin{bmatrix} \text{subcat} & \langle \text{GN}\,\boxed{1}, \text{GN}\,\boxed{2}, \text{"}a\text{"}\ \text{GN}\,\boxed{3} \rangle \\ \text{content} & \begin{bmatrix} \text{reln} & \text{dar} \\ \text{donador} & \boxed{1} \\ \text{dado} & \boxed{2} \\ \text{receptor} & \boxed{3} \end{bmatrix} \end{bmatrix} \end{bmatrix}$$

En la lista SUBCAT se numeran las variables asociadas con los objetos sintácticos, éstos unifican con las variables correspondientes

de los roles en la descripción CONTENT. La jerarquía de objetos sintácticos se muestra en la lista SUBCAT, donde el sujeto es el primer elemento, el primer objeto es el segundo elemento, y el tercer elemento es el segundo objeto, como en la frase *Juan da un libro a María*. Cada uno unifica con su correspondiente papel: el sujeto unifica con el donador, el primer objeto unifica con el objeto dado, y el segundo objeto unifica con el receptor. Nótese en este ejemplo que la posición de los constituyentes en SUBCAT es primordial para identificar a cada uno con su rol semántico.

Como se observa del ejemplo anterior, la concepción jerárquica de los objetos sintácticos es esencial. A excepción del sujeto, que tiene su propia lista de características, los otros objetos sintácticos se definen en términos del orden de la jerarquía, que corresponde a la noción gramatical tradicional de sesgadura de objetos sintácticos, con elementos más oblicuos que ocurren más a la izquierda. Los razonamientos para la teoría jerárquica de objetos sintácticos se basan en cuatro clases diferentes de generalizaciones lingüísticas:

- En el orden de constituyentes. En muchos, pero no en todos los lenguajes, el orden superficial de constituyentes y sus objetos sintácticos parecen estar sujetos a restricciones mutuas. Como en el inglés, nótese que en el ejemplo anterior el sujeto y los dos complementos se describen igual en SUBCAT, con grupos nominales, y solamente el orden estricto permite identificar cada uno de ellos.
- Que involucran la teoría de control. Los complementos controlados encuentran su controlador en un argumento simultáneo menos oblicuo.
- Sobre el ligamento de pronombres y reflexivos. Las relaciones comando-o (de oblicuo, para establecer la teoría de ligamento en la HPSG) se expresan en términos de jerarquía oblicua.
- Sobre el funcionamiento de reglas léxicas. Por ejemplo, la conversión a pasiva puede promover un último o un penúltimo grupo nominal a una posición de sujeto.

En la HPSG se consideró el hecho de que las dependencias léxicas inciden de manera crucial en la selección de categoría. Existen restricciones de subcategorización que no pueden reducirse a distinciones semánticas o funcionales. En los ejemplos siguientes se muestran verbos cuyos sentidos están muy cercanos, pero imponen restricciones específicas diferentes sobre la categoría sintáctica de sus argumentos:

*Rosalba confía en Rodolfo / *Rosalba se confía de Rodolfo*
*Rosalba se fía de Rodolfo / *Rosalba se fía en Rodolfo*

Los verbos de *tener confianza* como *confiar* y *fiarse*, tienen estructuras de argumentos similares pero muestran una selección diferente de preposición, como es el caso de los verbos ingleses *trust* y *rely*: el primero subcategoriza a un GN y el segundo a un GP. Puesto que la selección de categoría y de preposición introductora se realizan en la lista de especificaciones SUBCAT, la descripción SUBCAT será diferente en cada caso dentro de MAJ (núcleo-*h* MAJOR). Para el verbo *trust* se indica un grupo nominal:

trust: SUBCAT <... SYNSEM|LOC|CAT|MAJ GN>

En el caso del verbo *rely,* y de los verbos españoles *confiar* y *fiarse*, SUBCAT no solamente especifica la categoría de su complemento como preposicional, sino que también exige la preposición específica, que para *confiar* es *en*:

confiar: SUBCAT <... SYNSEM|LOC|CAT[MAJ P, PFORM *en*]>

La subcategorización se basa también en ciertas características morfosintácticas, como la forma verbal, el caso, etc. Por ejemplo, algunos verbos ingleses como *make* y *force* seleccionan diferentes formas verbales, finita e infinitiva.

*Pat made Kim throw up. / *Pat made Kim to throw up.*
*Pat forced Kim to throw up. / *Pat forced Kim throw up.*

Esta realización se define también en COMPLS, indicando la forma de inflexión requerida mediante la característica VFORM (ver la figura 12). La descripción del verbo *force* difiere de la anterior en que en lugar de tener VP[*base*], tiene VP[*inf*]. En

español las construcciones no son tan directas, se emplean otras palabras introductoras como preposiciones y conjunciones. Por ejemplo: *Rosalba obligó a Arturo a estudiar* y *Rosalba logró que Arturo estudiara*.

$$\begin{bmatrix} \text{phon} & \textit{made} & \\ \text{synsem}\,|\,\text{loc}\,|\,\text{cat} & \begin{bmatrix} \text{head} & \begin{bmatrix} \text{maj} & \textit{v} \\ \text{vform} & \textit{finito} \end{bmatrix} \\ \text{valence} & \begin{bmatrix} \text{subj}\langle\ \text{SN}\ \rangle \\ \text{compls}\langle\ \text{VP}[\textit{base}], \text{SN}\ \rangle \end{bmatrix} \end{bmatrix} \end{bmatrix}$$

Figura 12. Descripción del verbo *make*

Otra característica del núcleo-*h* como CASE se emplea para lograr una definición similar en lenguajes con inflexiones de caso, donde algunos verbos semánticamente próximos pueden requerir objetos en casos diferentes.

El Principio de Característica del núcleo-*h*, que filtra las características del núcleo-*h* de un nodo hija al nodo madre, establece que siempre que una forma léxica selecciona un complemento de frase especificado como SYN | LOC | HEAD | CASE *ACC* o como SYN | LOC | HEAD | CASE *NOM*, el núcleo-*h* léxico de ese complemento se especifica de la misma manera. Una situación análoga es el manejo de la preposición particular que rige una frase preposicional en lenguajes que carecen de inflexión de caso.

Otro punto importante considerado en la subcategorización es el manejo de preposiciones. HPSG enfatiza el hecho de que el empleo de preposiciones particulares no es predecible semánticamente. Por lo que diferentes verbos que requieren complementos realizados con frases preposicionales requieren valores diferentes para la característica del núcleo-*h* PFORM en ese complemento. Por ejemplo, los verbos *destinar*, *emplear* y *usar* asignan roles

correspondientes a complementos introducidos con diferentes preposiciones.

El director destinó un millón de pesos a la biblioteca.
El director empleó un millón de pesos en la biblioteca.
El director usó un millón de pesos para la biblioteca.

Por último, en la HPSG se realiza un trabajo importante para describir los verbos de *control* y de ascensión. Estos verbos tienen como complemento un grupo verbal y el sujeto de este grupo está identificado con un argumento del verbo. La diferencia entre estas construcciones se describe en las entradas léxicas.

– En los verbos *equi* todos los dependientes subcategorizados tienen asignado un rol semántico. Por ejemplo, un verbo *equi* como *try* subcategoriza un sujeto tipo grupo nominal y un complemento tipo grupo verbal.

– En los verbos de ascensión un dependiente subcategorizado no tiene asignado un rol semántico. La identificación de dependiente no se hace compartiendo la estructura de índices sino compartiendo la estructura del synsem completo del dependiente.

Por ejemplo, el verbo *intentar* asigna el rol de "quien intenta" al sujeto, mediante el índice referencial correspondiente, y el valor CONTENT de su complemento VP al argumento psoa (*parameterised state of affairs*). El índice del sujeto también está en la estructura compartida con el sujeto del complemento de tipo VP, en la lista SUBCAT.

$$\left[\begin{array}{ll} \text{phon} & \textit{intentar} \\ \text{synsem} \mid \text{loc} \mid \text{cat} & \left[\begin{array}{l} \text{subcat} \left\langle \text{GN } \boxed{1}, \text{VP}\left[\text{subcat} \left\langle \text{GN } \boxed{1} \right\rangle\right]\!: \boxed{2} \right\rangle \\ \text{content} \left[\begin{array}{l} \text{reln } \textit{intentar} \\ \text{intentante } \boxed{1} \\ \text{psoa} - \text{arg } \boxed{2} \end{array}\right] \end{array}\right] \end{array}\right]$$

Una frase como *Juan* intenta *correr* tendría la siguiente descripción, donde el rol del sujeto del verbo en infinitivo se indica en *psoa* del verbo *intentar*:

$$\left[\begin{array}{ll} \text{phon} & \textit{intentar} \\ \text{synsem} \mid \text{loc} \mid \text{cat} & \left[\begin{array}{ll} \text{subcat} & \left\langle \text{GN } \boxed{1}, \text{VP}\left[\text{subcat } \left\langle \text{GN } \boxed{1} \right\rangle\right]\text{: } \boxed{2} \right\rangle \\ \text{content} & \left[\begin{array}{l} \text{reln } \textit{intentar} \\ \text{intentante } \boxed{1} \\ \text{psoa} - \text{arg } \boxed{2} \left[\begin{array}{l} \text{reln } \textit{correr} \\ \text{corredor } \boxed{1} \end{array}\right] \end{array}\right] \end{array}\right] \end{array}\right]$$

En los verbos de ascensión, que aceptan todo tipo de sujeto, se omite la categoría y no se comparte la estructura del sujeto, por lo que no está asignado a un papel en la matriz *psoa*. Entonces, la lista SUBCAT especifica del synsem completo de su sujeto es la estructura compartida con el synsem de su complemento subcategorizado tipo grupo verbal.

2.4.2 VALENCIAS SINTÁCTICAS EN GRAMÁTICAS DE DEPENDENCIAS

2.4.2.1 VALENCIAS SINTÁCTICAS EN DUG

En los árboles de dependencias cada nodo representa un segmento elemental (una categoría terminal), por lo que los nodos están típicamente marcados por lexemas. En la DUG, donde no se consideran etiquetas en los enlaces, se prefiere una representación en línea en lugar del árbol, así que por ejemplo, la frase *El niño pequeño atrapó una lagartija*, puede representarse en la siguiente forma:

[*atrapar* [*niño* [*el*] [*pequeño*]] [*lagartija* [*una*]]]

Esta es una forma equivalente a una estructura jerárquica. En este tipo de representación, DUG, a diferencia de otras gramáticas de dependencias, incluye las categorías de POS a las marcas de los nodos, por ejemplo:

[V *atrapar* [N *niño* [Det *el*] [ADJ *pequeño*]] [N *lagartija* [Det *una*]]]

donde Det significa determinante y ADJ adjetivo. En la misma forma y combinando categorías funcionales y morfosintácticas DUG introduce ambas categorías en la representación, por ejemplo:

[PRED *atrapar* V
[SUJ *niño* N [DET *el* Det] [ATR *pequeño* Adj]]
[OBJD *lagartija* N [DET *una* Det]]]

donde PRED es predicado, ATR es atributo, DET es determinante y OBJD es objeto directo. El orden de palabras, que es importante para el inglés, se describe en DUG mediante un marcaje adicional. Usa el símbolo '<' para denotar *a la izquierda* del núcleo-*h*, y '>' para denotar *a la derecha* del núcleo-*h*, de esta forma se describe que el sujeto está a la izquierda del verbo y el objeto directo a la derecha:

[PRED *atrapar* V
[< SUJ *niño* N [DET *el* Det] [ATR *pequeño* Adj]]
[> OBJD *lagartija* N [DET *una* Det]]]

En la DUG se combina la noción de estructura de frase con la de dependencias, ya que considera las dependencias como una relación de palabra a complemento, en lugar de una relación de palabra a palabra, donde un complemento puede consistir de muchas palabras. Es por esta razón que incluye las categorías gramaticales. Por ejemplo, el constituyente *el niño pequeño* es el sujeto del verbo *atrapar* en los ejemplos anteriores.

La DUG considera que internamente cualquier frase se estructura de acuerdo a las relaciones de palabra a complemento, y que se representa como tal. Por lo que, aunque todos los nodos hoja en un árbol de dependencias corresponden a elementos terminales, en la DUG los nodos interiores pueden ser no-terminales. Sin embargo, una relación de dependencias solamente existe entre una palabra en el nodo dominador y las frases enteras representadas por el subárbol dependiente. Los nodos en el árbol de dependencias tienen las siguientes características:

- Hay un orden de secuencia entre los dependientes del mismo núcleo-*h*, igual que en la GPSG.
- Los nodos en el árbol representan unidades función-lexema-forma (función sintagmática, significado léxico, características morfosintácticas)
- Los nodos tienen etiquetas múltiples, por ejemplo, numero[singular], género[masculino], no pueden ser estructuras.
- Cada nodo hoja en el árbol corresponde a un terminal y cada subárbol corresponde a un no-terminal.

Un ejemplo se presenta con la frase *Arturo presenció la riña estudiantil* con la siguiente representación del analizador sintáctico, donde omitimos la posición de cada palabra de la frase:

(ILLOC: *postulado'*: sign
(< PROPOS: *presenciar pasado'*: verbo forma[finita] persona[él, 3, sing]
(<SUBJECT: *Arturo*: sustantivo persona[él,NP,sing] determinado[+, NP])
(>DIR_OBJ1: *riña*: sustantivo persona[3, sing] determinado[+,C]
(DETER: *definido'*: artículo determinado[+,D] (referencia[definido,sing])
(<ATTR_NOM: *estudiantil*: adjetivo determinado[-]))));

En la representación anterior, sin entrar en detalles, se muestra un árbol de dependencias con seis nodos, un nodo para cada palabra de la frase más el nodo raíz que corresponde a la oración. El punto origina el *postulado'* inicial, por lo que el nodo raíz corresponde a la oración, como en el enfoque de constituyentes. Cada nodo lleva tres tipos de información:

- Una función sintáctica, como sujeto SUBJECT, primer objeto DIR_OBJ1, determinante DETER, etc.
- Un lexema, como: presenciar pasado', Arturo, riña, definido', estudiantil
- Un conjunto de características morfosintácticas; la primera característica es la categoría gramatical, como artículo, adjetivo, etc.

El árbol de dependencias se construye a partir de la información contenida en tres diccionarios: un diccionario morfosintáctico, un conjunto de patrones de valencias y un diccionario de valencias.

El diccionario *morfosintáctico* relaciona cada forma de palabra a un lexema y a una categoría morfosintáctica compleja.

Los *patrones de valencia* contienen los fragmentos de un árbol de dependencia, generalmente correspondientes a un rector y un dependiente. Describen relaciones sintagmáticas específicas, entre el nodo del núcleo-*h* y su nodo dependiente (denominado ranura, *slot*, en inglés), por ejemplo, la relación entre un verbo y su sujeto. En estos patrones se describe la capacidad de combinación de las palabras, en las ranuras se acomodan los elementos en su contexto. Cada patrón caracteriza la forma morfosintáctica del núcleo-*h*, la función sintáctica del dependiente y la forma morfosintáctica del dependiente. También las selecciones léxicas pueden especificarse en una ranura cuando se requiere.

El *diccionario de valencias* consiste de referencias. Una referencia asigna un patrón o un conjunto de patrones al elemento léxico, de esta forma se implementa la subcategorización, que describe la capacidad de combinación del elemento. Existen tres tipos de referencias de acuerdo a las posibles funciones de los patrones: complementos, adjuntos y conjunciones.

Para el ejemplo anterior, se tienen los siguientes patrones:

```
(ILLOC: +postulado: signo
  (<PROPOS :=: verbo forma[finita] s_type[postulado]));
   (*:+subject: verbo forma[finita,indicativo] s_type[postulado,
                                                      relativo]
     (<SUBJECT:=: sustantivo persona[NP] determinado[+] ));
      (*:+dir_obj1:verbo obj_number[singular] modo[activo]
       (>DIR_OBJ1:=: sustantivo persona[1,2,3,sing,plural]
                     determinado[+] ));
        (*: %dete_count_any: sustantivo count[+]
          (<DETER: determinante determinado[D] ));
        (*: %attr_nominal: adjetivo
                (<ATTR_NOM: adjetivo determinado[-] ));
```

Las referencias que se emplearon para enlazar los elementos léxicos en la frase del ejemplo con los patrones anteriores son las siguientes:

(:COMPLEMENTS (*:*postulado'*: signo) (: +propos));
(:COMPLEMENTS(*:*presenciar*:verbo)(&(:+subject)(:+dir_obj1)));
(:ADJUNCT (*:definido: determinante) (: %dete_count_any));
(:ADJUNCT (*: *estudiantil*: adjetivo) (: %attr_nominal));

En la DUG se separan totalmente los complementos y los adjuntos. Los complementos son dependientes de un elemento léxico y son requeridos por la semántica combinatoria inherente a la palabra. Los adjuntos son circunstanciales, por ejemplo los adverbios. Mientras que un término está incompleto hasta que ha encontrado sus complementos, los adjuntos pueden agregarse al conjunto de dependientes de un término en una forma relativamente arbitraria. Mientras los complementos se especifican en el diccionario bajo el lema del término rector, es decir, en forma descendente, los patrones adjuntos se especifican en la entrada léxica de la palabra adjunta, definiendo el potencial de enlace del elemento léxico como un dependiente, es decir, en una forma ascendente.

Para describir las alternaciones sintácticas del verbo se acepta más de un patrón con el mismo nombre. Por ejemplo, entre los patrones de sujeto están los siguientes, que describen los sujetos en oraciones interrogativas:

(*:+subject: verbo inicial[+] forma[finita, indicativo]
s_type[pregunta]
(>SUBJECT:=: sustantivo persona[NP] determinado[+]));

(*:+subject:verbo forma[finita,indicativo]s_type[interrogativa,
relativa]
(<SUBJECT:=: pronombre pro_form[interrogativa],
relativa[C] persona[C] número[sing] caso[de
sujeto]));

El primer patrón del sujeto describe el sujeto de *¿Presenció Arturo la riña estudiantil?* y el segundo patrón considera la frase

¿Quién presenció la riña estudiantil? Ambos patrones están ya cubiertos por la referencia para *presenciar* en las referencias anteriores.

En la DUG, las estructuras de control y extraposición se manejan por asignación de patrones específicos a los verbos que dan origen a estas estructuras. DUG describe la estructura de argumento como un nivel de descripción sintáctica. No hay un orden de roles participantes, por lo que el sujeto se considera como un argumento más del verbo.

2.4.2.2 VALENCIAS SINTÁCTICAS EN LA MTT

En los árboles de dependencias de la MTT (Mel'čuk, 1979) los arcos entre los nodos están etiquetados con *relaciones sintácticas de superficie*. Estas relaciones son dependientes del lenguaje y describen construcciones sintácticas particulares de lenguajes específicos. Entre estas relaciones, existen unas cuantas en las que el dependiente se denomina actuante sintáctico de superficie.

Los actuantes sintácticos de superficie de un verbo representan lo que en otros formalismos se conoce como los objetos sintácticos, es decir, su sujeto, sus objetos y sus complementos, pero únicamente relacionados al sentido inherente del lexema. Los actuantes corresponderían a los "complementos" de la DUG ya que contrastan con los circunstanciales (o adjuntos en la DUG). La línea divisoria entre ellos se marca de acuerdo a diversos criterios que se expondrán en otras secciones.

La construcción de la estructura sintáctica de superficie se realiza mediante tres tipos de reglas: 1) las reglas que transforman una relación sintáctica profunda en una relación sintáctica de superficie y viceversa; 2) las reglas que transforman una relación sintáctica de superficie en un nodo de la sintaxis profunda y viceversa; 3) las reglas que transforman una relación sintáctica profunda en un nodo de la sintaxis de superficie y viceversa. En Mel'čuk (1988) se presentan estas reglas con ejemplos para el inglés y el ruso.

En el primer tipo se expresan las relaciones sintácticas profundas mediante una relación sintáctica de superficie, por ejemplo, las predicativas, posesivas, modificativas, cuantitativas, etc. En el

segundo tipo, un lexema profundo ficticio se expresa mediante una relación sintáctica de superficie, como la aproximativa-cuantitativa en el ruso. En el tercer tipo, una relación sintáctica profunda se expresa mediante una palabra función, por ejemplo, las preposicionales.

En la figura 13[21] presentamos el diagrama de la representación sintáctica de superficie para la frase *Según sus propias palabras, el científico mexicano tiene la idea de que el país no invierte en desarrollar su ciencia básica.*

En la MTT, las valencias sintácticas de los verbos —principalmente—, de los sustantivos, y de los adjetivos, se describen conforme a lo que se denomina Zona Sintáctica (Steele, 1990), con la ayuda de una tabla de Patrones de Rección sintáctica (PR). La descripción en esta zona corresponde al nivel de la representación sintáctica de superficie de la MTT, a la estructura sintáctica de superficie.

Existen otras tres estructuras en este nivel (la estructura comunicativa, la estructura anafórica y la estructura prosódica) que están más relacionadas con la representación sintáctica profunda. En la figura 13 se observan la estructura comunicativa, el tema y el rema. Con línea punteada se marcan las referencias concurrentes, correspondientes a la estructura anafórica; en este caso la prosodia se considera neutral. Las líneas completas marcan la estructura sintáctica de superficie.

En la tabla de PR de la zona sintáctica, que expresa la diátesis, se presenta la siguiente información:

- Correspondencia entre las valencias semánticas y sintácticas de la palabra encabezado.
- Todas las formas en que se realizan las valencias sintácticas.
- La indicación de obligatoriedad de la presencia de cada actuante, si es necesario.

[21] Imagen tomada de Mel'čuk (1988).

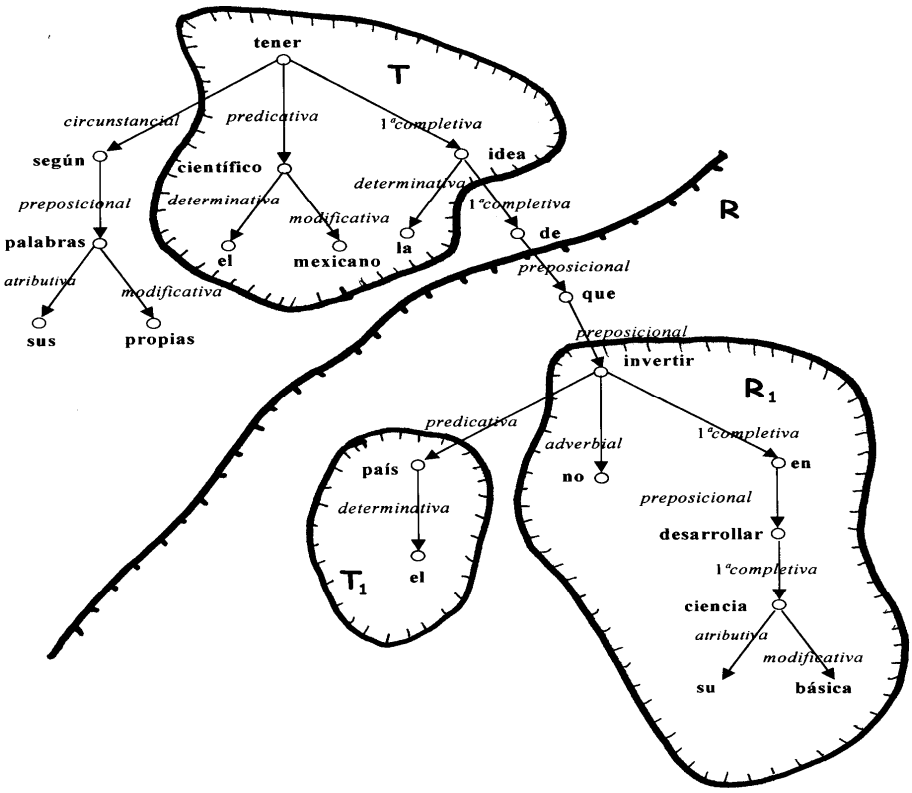


Figura 13. Ejemplo de una representación sintáctica superficial

Así que cada PR es una colección completa de descripciones de todos los posibles objetos de una palabra específica (verbo, sustantivo o adjetivo), sin considerar su orden en la oración.

Después de la tabla de PR, en la zona sintáctica, se presentan dos secciones: restricciones y ejemplos. Las restricciones consideradas en los PR son de varios tipos: semánticas, sintácticas o morfológicas; en estas restricciones también se considera la compatibilidad entre valencias sintácticas. La sección de ejemplos cubre todas las posibilidades: ejemplos para cada actuante, ejemplos de todas las posibles combinaciones de actuantes y, finalmente, los ejemplos de combinaciones imposibles o indeseables, es decir, los órdenes permitidos y prohibidos de las diferentes palabras que se manejan.

La parte principal de la tabla de PR es la lista de valencias sintácticas de la palabra encabezado. Se enlistan de una manera arbitraria, pero se prefiere el orden de incremento en la oblicuidad: sujeto, objeto directo, objeto indirecto, etc. Cada encabezado usualmente impone cierto orden, por ejemplo, una entidad activa (sujeto) toma el primer lugar, después el objeto principal de la acción, después otro complemento (si existe), etc. También la forma de expresión del significado de la palabra encabezado influye en el orden. Esta expresión precede cada PR.

Otra información obligatoria en cada valencia sintáctica es la lista de todas las posibles formas de expresión de la valencia en los textos. El orden de opciones para una valencia dada es arbitrario, pero las opciones más frecuentes aparecen normalmente primero. Las opciones se expresan con símbolos de categorías gramaticales o palabras específicas.

A continuación presentamos dos descripciones para el vocablo *enseñar*, como una entrada del diccionario explicativo combinatorial, ejemplos para el inglés se presentan en Steele (1990) y para el francés en Mel'čuk *et al.* (1984, 1988). Para el vocablo *teach*, Steele (1990) presenta ocho descripciones.

- X, teniendo conocimiento y habilidades en Y, causa que Z de forma intencional y metódica aprenda Y1 [*El profesor enseña historia a sus estudiantes*]
- X contiene un postulado Y1, el cuál es parte de una teoría Y2, expuesta en X para la información de Z [*El Capital nos enseña que podemos organizarnos socialmente*]

Cada una de estas descripciones presenta un sentido atribuido al lexema. Cada sentido tiene una forma de realizar sintácticamente sus valencias. La descripción de la zona sintáctica del sentido 1) se presenta en el modelo anterior, terminando con un ejemplo.

De lo anterior se desprende que las descripciones propuestas están dirigidas al ser humano. Las entradas del diccionario combinatorio son exhaustivas, indicando todos los posibles sentidos atribuidos al vocablo y con las realizaciones sintácticas de las valencias. Las posibles combinaciones se muestran con ejemplos muy completos.

2.4.3 CONVERGENCIA DE LOS DOS ENFOQUES

Antes de presentar la convergencia de los dos enfoques tratados, mostramos una comparación de los formalismos presentados en cuanto a implementación y descripción de dependencias lejanas. Aunque aquí hemos hablado de los formalismos más representativos en cada uno de ellos, existen otras variantes de los mismos, por lo que generalizamos los nombres de los formalismos.

Desde el punto de vista de implementación, los formalismos gramaticales tienen una importante influencia sobre la forma de representación de las frases, representaciones que son la base de todo el razonamiento posterior en los programas informáticos. Las gramáticas generativas son relativamente inadecuadas para este fin y no tuvieron aplicación real en la informática. De entre ellas, la GPSG es la extensión más interesante por su ambición al tratar los aspectos semánticos.

En la evolución de las gramáticas generativas, éstas se tuvieron que expandir para incluir la concordancia, y en algunas versiones se consideró la unificación de los rasgos. Una característica fundamental de las gramáticas funcionales, como la LFG, es que permiten integrar aspectos semánticos, en este sentido constituyeron uno de los ejes de investigación más importantes. Pusieron de relieve también la importancia primordial del léxico dentro de las descripciones lingüísticas.

Ninguno de los formalismos hasta ahora desarrollados abarca todos los fenómenos lingüísticos, es decir, no tiene una cobertura amplia del lenguaje. El fenómeno de dependencias lejanas motivó una cantidad significativa de investigación en los formalismos gramaticales. En la primera etapa de la gramática generativa se manejaron fuera de la CFG. La LFG y la GPSG propusieron métodos de capturar las dependencias con el formalismo de CFG, empleando rasgos o características. Otra línea ha intentado definir nuevos formalismos que sean más poderosos que la CFG y que puedan manejar dependencias lejanas, como las TAG.

La última tendencia consiste en formalismos más orientados hacia los mecanismos computacionales, como la HPSG, la CG, la DUG. Las dos primeras emplean información de subcategorización (tema

de la siguiente sección) extensivamente, y haciéndolo simplifican de manera significativa la CFG a expensas de un diccionario más complicado. En la DUG, como en las gramáticas de dependencias, se definen todos los objetos de las palabras, por lo que los diccionarios son el elemento central ya que no se emplean reglas.

En la tabla 1 presentamos cómo se ha ido disminuyendo el número de reglas y transformaciones a expensas de la riqueza de información del diccionario y la aparición de restricciones e integración semántica. La marca "✓" denota existencia, la marca "—" denota ausencia, y las otras marcas indican movimientos de incremento y reducción.

Tabla 1. Evolución de los formalismos sintácticos

	Reglas CFG	Transf.	Diccio-nario	Restric-ciones	Integra semántica	Estructura Múltiple	Estructura Comuni-cativa
GGT	✓	✓	—	—	—	—	—
ST	✓	✓	—	—	—	—	—
EST	✓	✓	✓	—	—	—	—
GB	✓	✓	✓	—	—	—	—
GPSG	✓-	—	✓	—	—	—	—
LFG	✓--	—	✓+	✓	✓	✓	✓
CG	✓--	—	✓++	✓	✓	—	—
HPSG	✓---	—	✓+++	✓	✓	✓	—
DUG	—	—	✓+++	✓	✓	—	—
MMT	—	—	✓+++	✓	✓	✓	✓

-	inicio de reducción	+	concepción mejorada
--	reducción	++	importante
---	casi eliminación	+++	mayoría de la información

En los años setenta los términos lexicismo y lexicalismo se utilizaron para describir la idea de emplear reglas léxicas para capturar fenómenos que eran analizados previamente por medio de transformaciones. Por ejemplo, mediante una regla léxica se podía obtener, a partir de un verbo, una forma de adjetivo, de *pelear* obtener *peleonero.* Por lo que se establecía que las reglas sintácticas no debían hacer referencia a la composición interna morfológica. El lexicalismo ahora, en forma muy burda, puede considerarse como

un intento por describir el lenguaje, que enfatiza el diccionario a expensas de las reglas gramaticales.

Resulta engañosa esta caracterización inicial, porque el lexicalismo cubre un rango amplio de aproximaciones y teorías que capturan este énfasis léxico en formas muy diferentes. Por ejemplo, dos enfoques principales son: que tanta información como sea posible acerca de la buena formación sintáctica esté establecida en el diccionario, y que las reglas sintácticas no deben manipular la estructura interna de las palabras.

El lexicalismo estricto para Sag y Wasow (1999) consiste en que las palabras, formadas de acuerdo a una teoría léxica independiente, son los átomos de la sintaxis, y su estructura interna es invisible a las restricciones sintácticas. Para él, el lexicalismo radical postula que todas las reglas gramaticales se ven como generalizaciones sobre el diccionario. El principio de lexicalismo estricto, para este autor, tiene su origen en el trabajo de Chomsky (1970), quien desafió los intentos previos para derivar nominalizaciones (por ejemplo, *la compra de una pelota por el niño*) a partir de cláusulas (por ejemplo, *el niño compró una pelota*) vía transformaciones sintácticas.

Aunque el lexicalismo originalmente se vio relacionado con la reducción de potencia y capacidad de las reglas transformacionales, actualmente se ve de una forma más general, relacionada con la reducción de la potencia y capacidad de las reglas sintácticas de cualquier clase, y, por lo tanto, con un énfasis mayor en los diccionarios.

Los formalismos de constituyentes en su evolución han ido modificando conceptos que los aproximan a las dependencias. La LFG mantuvo la representación de estructura de frase para representar la estructura sintáctica de superficie de una oración, pero tuvo que introducir la estructura funcional para exponer explícitamente los objetos sintácticos, lo que esencialmente es una especificación de relaciones de dependencia sobre el conjunto de lexemas de la oración que se describe.

La RG constituye una desviación decisiva de la estructura de frase hacia las dependencias, al establecer que los objetos sintácticos

deben considerarse como nociones primitivas y deben figurar en las representaciones sintácticas. La relación gramatical como *ser el sujeto de*, o *ser el objeto directo de* es una clase de dependencia sintáctica.

La HPSG, en su última versión (Sag y Wasow, 1999) está formulada en términos de restricciones independientes del orden. Como heredera del enfoque de constituyentes incluye restricciones en sustitución de las transformaciones, pero se basa en la observación de la literatura sicolingüística reciente acerca de que el procesamiento lingüístico humano de la oración tiene una base léxica poderosa: las palabras tienen una información enorme, por lo que ciertas palabras clave tienen un papel de pivotes [22] en el procesamiento de las oraciones que las contienen Esta noción está presente en la MTT desde sus inicios. También la *Word Grammar* (Hudson 1984) y el *Word Expert Parser* (Small, 1987) proclaman esta base sicolingüista.

Esta observación modifica el concepto de estructura de frase en la HPSG, donde la noción de estructura de frase se construye alrededor del concepto núcleo-*h* léxico: una sola palabra cuya entrada en el diccionario especifica información que determina propiedades gramaticales cruciales de la frase que proyecta. Entre esas propiedades se incluye la información de POS (los sustantivos proyectan grupos nominales, los verbos proyectan oraciones, etc.) y relaciones de dependencias (todos los verbos requieren sujeto en el inglés, pero los verbos difieren sistemáticamente en la forma en que seleccionan complementos de objeto directo, complementos de cláusula, etc.) Esta noción y su similitud con la MTT se hará manifiesta en la siguiente sección dedicada a las valencias sintácticas.

El lexicalismo, a nuestro entender, representa la convergencia en los enfoques de constituyentes y de dependencias. Aunque las dependencias desde su origen le han dado una importancia primordial a las palabras y a las relaciones léxicas entre ellas, el enfoque de constituyentes vía el lexicalismo considera, en sus

[22] Pivote en el sentido de álgebra de matrices.

versiones más recientes (por ejemplo la última revisión a la HPSG), muchos de los conceptos de aquéllas.

2.4.4 DICCIONARIOS PARA EL ANÁLISIS SINTÁCTICO

Las palabras de cada lenguaje natural se dividen en autónomas y auxiliares. Existen unos diccionarios especiales que explican el sentido de cada palabra autónoma. Se llaman diccionarios de la lengua o explicativos, y se dirigen a seres humanos. Los diccionarios para el análisis sintáctico requieren información de acuerdo al formalismo empleado.

En cuanto a gramáticas generativas, los marcos de subcategorización se emplean desde hace mucho tiempo (Boguraev *et al.,* 1987), ya que son útiles para restringir el número de análisis generados por el analizador sintáctico, para la generación automática de texto y para el aprendizaje de lenguajes. Debido a esta utilidad, muchos esfuerzos manuales se han aplicado a su compilación para tareas de procesamiento lingüístico de textos por computadora, principalmente para el inglés: ALVEY (Boguraev *et al.,* 1987) y COMLEX (Grishman *et al*., 1994).

La subcategorización se describe en diccionarios modernos, como COMLEX (Grishman *et al.,* 1994), mediante la descripción de los constituyentes que lo forman, principalmente, y algunas otras características. En el desarrollo de este diccionario se emplearon las clasificaciones verbales de diversos diccionarios. Para ilustrar la estructura de las entradas presentamos tres ejemplos:

```
(verbo :orth “aceptar”      :subc ((gn)
                                   (que-o)
                                   (gn)))
(sust   :orth “aceptación”)
(verbo :orth “abstenerse”   :subc ((intr)
                                   (gp :val (“de”)) ))
```

El primer símbolo (verbo, sust) marca la categoría gramatical o POS. La característica *orth* describe la forma de la palabra. Las palabras para las cuales se consideran sus complementos tienen la característica *subc*. Por ejemplo, para el verbo *abstenerse* se definen

dos tipos de subcategorización, el nombre (intr, pp) corresponde al nombre del marco. Se observa la consideración de que algunos verbos pueden pertenecer a más de un tipo de subcategorización.

Cada tipo de complemento se define formalmente mediante un marco. Cada complemento se designa por los nombres de sus constituyentes, junto con unas pocas marcas para indicar casos especiales, como el fenómeno de control. El marco incluye la estructura de constituyentes (*cs*), la estructura gramatical (*gs*), una o más características (*features*) y uno o más ejemplos (*ex*). Por ejemplo:

(vp-frame s :cs ((o 2 : que-comp opcional))
:gs (:sujeto 1 : comp 2)
:ex "ellos aceptaron (que) era demasiado tarde")

Donde los elementos de la estructura de constituyentes están indexados. En los campos de la estructura gramatical se indican estos índices, por ejemplo, el índice "1" se refiere al sujeto superficial del verbo. La "o" significa que es de tipo oración. Entre las características que se pueden definir, y que en este ejemplo no están presentes, se encuentran: sujeto de ascensión, sujeto control, etc.

De los ejemplos anteriores se deduce que en los marcos de subcategorización el orden de los complementos, generalmente, es fijo, y todos los complementos aparecen después del verbo. Por ejemplo, para el verbo *abandonar,* un marco de subcategorización es un grupo nominal seguido de una frase preposicional introducida por la preposición *a*, es decir, NP GP(*a*). La permutación GP(*a*) NP puede existir solamente si se expresa explícitamente con otro marco. Esta descripción es muy útil en inglés por su orden de palabras más estricto. En el español, este orden es más libre, por ejemplo, la frase *expresó*(V) *sus ideas* (NP) *con palabras sencillas*(GP) puede enunciarse de diferentes maneras: *expresó*(V) *con palabras sencillas*(GP) *sus ideas*(NP) o *con palabras sencillas*(GP) *expresó*(V) *sus ideas* (NP) son igualmente posibles, y esas permutaciones son muy usuales.

La información de subcategorización ha sido considerada en la mayoría de los formalismos gramaticales modernos. Inclusive se han llevado a cabo esfuerzos para estandarizar la información de subcategorización, principalmente por EAGLES (1996), pero realmente la información de subcategorización en los diccionarios prácticos se ha definido teniendo en cuenta el aspecto teórico del formalismo considerado o las necesidades requeridas en la aplicación para la cual fueron construidos, o ambos.

Los diccionarios prácticos para el procesamiento lingüístico de textos por computadora pueden ser más o menos prescriptivos, dependiendo de sus bases teóricas (formalismos en los que se basan) o del propósito de aplicación. Por ejemplo, considerando los diccionarios ILCLEX (Vanocchi *et al*., 1994), ACQUILEX (Sanfilippo, 1993), COMLEX (Grishman *et al*., 1994) y LDOCE (Procter, 1987) se observa lo siguiente:

1 El número de argumentos sólo se codifica explícitamente en ILCLEX (mediante una característica con valor numérico), en los demás se debe inferir.

2 La categoría sintáctica se indica en todos los diccionarios explícitamente, salvo en ACQUILEX. Éste sigue el formalismo de gramáticas categoriales, que especifica categorías simples y complejas, por lo que la categoría sintáctica se infiere.

3 Todos especifican requerimientos léxicos, por ejemplo la selección de una preposición particular para introducir complementos, aunque lo hacen con diferentes grados de granularidad.

4 La variación de marcos aparece explícitamente en todos, salvo en LDOCE, dónde se infiere. Pero varían considerablemente en la forma de codificarla y en el rango en que consideran este fenómeno. Por ejemplo, la opcionalidad de argumentos no siempre se trata como variación.

5 La estructura de roles semánticos sólo se marca en ACQUILEX.

Usualmente en los marcos de subcategorización el orden de los complementos es fijo y todos los complementos aparecen después del verbo. Esta descripción es especialmente útil para el inglés, por su orden de palabras más estricto, como hemos dicho. En español el orden de palabras es más libre, aunque no totalmente. Para lenguajes con un orden libre se estudian otras descripciones (Rambow y Joshi, 1992; Bozsahin, 1998). Aún cuando EAGLES (1996) tiene en cuenta varias lenguas europeas (el español entre ellas), en su trabajo de recomendaciones de normalización, no considera fundamental la información del orden lineal de los complementos. Sin embargo, explícitamente dice que en algunas lenguas las restricciones en la precedencia lineal pueden ser completamente necesarias.

En cuanto a gramáticas de dependencias, un rasgo muy importante de la MTM es que el diccionario computacional se propone como la estructura que contiene las explicaciones (definiciones lexicográficas) para palabras autónomas, y estas definiciones sirven como el medio para las transformaciones en el nivel semántico, así como para establecer las correspondencias entre las valencias semánticas y sintácticas. En la forma inicial, las definiciones se representan como una oración o un conjunto de oraciones en lenguaje natural. Los rasgos más importantes de las definiciones son:

- Las palabras usadas están libres de toda ambigüedad, es decir, son monosémicas. Puesto que las palabras comunes de los lenguajes frecuentemente tienen homónimos, se hace la selección y las marcas especiales.
- El sentido de muchas palabras, especialmente de verbos y sustantivos verbales, no puede definirse sin mencionar algunas entidades que hay que precisar en la situación específica. Estas entidades sirven como los papeles en las acciones que son reflejadas por los verbos correspondientes. Son justamente las valencias semánticas del verbo. En las definiciones lexicográficas, las valencias se representan como variables en las formulas algebraicas por letras X, Y, Z, W.

enseñar$_1$

X teaches Y to Z = X, having knowledge of, or skills in, Y, causes Z intentionally and methodically to learn Y1

1 = X	2 = Y	3 = Z
1. N	1. N 2. *a* Vinf Obligatory	1. *a* N 2. Pron

$C_1 + C_2$: *El profesor enseñó la teoría de la relatividad; La algoritmia enseña a mecanizar la intuición.*

$C_1 + C_2 + C_3$: *La maestra le enseñó a tocar el piano; La pianista enseñó las escalas a los principiantes; El Dr. Mel'čuk nos enseñó los fundamentos de su teoría; El delegado enseñó al personal a levantar las actas administrativas.*

Ejemplos

El tlamatani, en su profesión de maestro, de muchas formas enseñaba el camino que había que seguirse, con su sabiduría iluminaba lo que está sobre la tierra. Enseñaba a sus discípulos a conocerse a sí mismos; con una metáfora se nos dice que, con tal propósito, "les ponía un espejo delante de sus rostros".

– Debemos explicar el sentido de la palabra por sentidos de otras palabras que son más "simples" que la palabra bajo definición. No tenemos lugar para explicar cuál es esta simplicidad, sólo hacemos notar que el conjunto de todas las definiciones no debe contener círculos viciosos y debe conducir a sentidos elementales.

Las definiciones de clasificación son bastante comunes en los diccionarios de explicación orientados a los seres humanos. En primer lugar dan una noción de cuál es el género semántico

(= superclase) para la noción bajo definición, y además añaden las propiedades específicas de esta especie (= subclase) que le distinguen de otras especies dentro de la misma clase.

Por ejemplo, la definición para *arándano* dice:

arándano *es una baya comible de color azul o negruzco*

Podemos representar esta fórmula de lenguaje natural con la fórmula lógica usando predicados *ES_SUBCLASE*(), *AZUL*(), *NEGRUZCO*() y *COMIBLE* ():

ES_SUBCLASE(arándano,baya) & COMIBLE(arándano) &
(AZUL(arándano) ∨ NEGRUSCO(arándano))

A su vez el predicado *COMIBLE* puede expresarse con *COMER*() e *INSALUBRE*() que se consideran más simples:

COMIBLE(x) ≡ $\sim\exists_{persona}$ *INSALUBRE* (*COMER* (*persona*, x), *persona*))

(*Es comible x = No existe persona para la cual es insalubre comer x*)

Las definiciones de unos predicados por otros son también bastante comunes. Si definimos *soltero* en una forma libre como

Soltero es un hombre adulto para quien no existe una mujer con la cual él esté casado

podemos expresar el predicado *SOLTERO*() con los predicados *SEXO*(), *ADULTO*() y *CASADO*():

SOLTERO(x) ≡ *SEXO*(x, masculino) & *ADULTO*(x) & $\sim\exists_y$ (*SEXO*(y, femenino) & *CASADO*(x, y))

Este es el método de convertir las formulas libres de las definiciones en las fórmulas lógicas correspondientes. Pero el problema de seleccionar palabras sin homónimos y círculos viciosos en las fórmulas libres es bastante complejo. Al mismo tiempo, palabras de lenguajes extranjeros parecen más exentas de homonimia. Es por esto que preferimos las definiciones en inglés para la descripción de sentidos.

En ambos enfoques, constituyentes o dependencias, se requiere un gran esfuerzo manual para compilar la información sintáctica para los diccionarios requeridos en el análisis sintáctico automático. En el enfoque de dependencias ese esfuerzo es todavía mayor porque se realiza individualmenete para cada sentido de cada entrada en el diccionario.

2.4.5 REVISIÓN DE ENFOQUES PARA LA DESCRIPCIÓN DE VALENCIAS SINTÁCTICAS

En todos los formalismos descritos, las valencias sintácticas involucran tanto la estructura de los distintos argumentos como la función gramatical de cada uno de ellos. El número de argumentos y la descripción de la función gramatical que cada uno de los formalismos considera difieren, así como el nivel en que se representan.

La estructura de argumentos, es decir, los predicados y los argumentos asociados con los participantes, se define en el nivel sintáctico en la GB, en la GPSG, en la LFG, en la DUG, y en la MTT; en cambio en la HPSG y en la CG forma parte de la representación semántica de predicados.

Los participantes de la acción en todos los formalismos, con la excepción de la HPSG, la DUG y la MTT, se marcan con roles temáticos que no están motivados totalmente de manera semántica. En la HPSG, la DUG y la MTT se marcan los participantes específicos del significado de cada verbo o palabra de que se trate. Se hace clasificación de roles temáticos en la GB (externos e internos), en la LFG (una jerarquía temática universal) y en la CG (roles prototípicos de Dowty, aumentados). Esta clasificación determina la funcionalidad sintáctica de los participantes.

Por la importancia de la selección semántica en la subcategorización, formalismos como la GB o la LFG, que no incluyen un nivel de representación semántica, proveen un nivel de descripción lingüística que expresa la estructura semántica de los objetos de los predicados en términos sintácticos.

Mientras que en la DUG y en la MTT los objetos sintácticos se expresan léxicamente y se ven como primitivas, en los demás

formalismos los objetos sintácticos se ven como enlaces entre constituyentes seleccionados sintácticamente y los roles semánticos. A excepción de la GB que sitúa esta información en la estructura sintáctica, los demás formalismos la colocan en el diccionario.

La especificación de los objetos sintácticos se hace en la GB como relaciones de predicación y rección; en la LFG la especificación se hace mediante los principios de mapeo léxico, que rige el enlace de roles-θ a las características de las funciones gramaticales primitivas en formas léxicas. En la HPSG y la CG los argumentos se clasifican sintácticamente de acuerdo a la jerarquía oblicua. En la MTT y en la DUG no se define una jerarquía, y aunque se puede emplear el orden en la oblicuidad, existen otros factores a considerar, como el orden de los actuantes en el sentido del lexema.

De entre estos formalismos solamente la LFG y la MTT consideran la estructura de información o comunicativa, en la primera con el foco y tópico, y en la segunda con el tema y el rema. La estructura de información ha sido un problema en el enfoque de constituyentes, porque a menudo las unidades de información no coinciden con las unidades establecidas por la estructura de frase.

Capítulo 3 Las valencias sintácticas en el análisis del español

En este capítulo[*] presentamos la caracterización de la estructura de valencias sintácticas con énfasis especial en las particularidades del español. Desarrollamos las características que se necesitan describir, presentamos estas características y sus valores para verbos y otras partes de la oración. Esta caracterización consiste finalmente en la elaboración de las herramientas de la MTT para el análisis sintáctico del español, es decir, el desarrollo de los patrones de rección sintáctica para verbos —principalmente—, y también para sustantivos y adjetivos de este lenguaje.

El problema de la caracterización es un problema de la lingüística general, pero aquí lo consideramos más formalmente desde el punto de vista computacional. Se requieren términos y estructuras adecuadas para la descripción de los fenómenos lingüísticos. Las herramientas desarrolladas en la lingüística general se dirigen a los seres humanos, no a las computadoras, por lo que se tiene libertad para seleccionar medios semiformales. En la mayoría de los casos tomamos las estructuras usadas en la MTT. En el siguiente capítulo mencionaremos otras maneras de descripción casi formal para enseguida presentar la comparación entre ellas.

3.1 Peculiaridades sintácticas del español

Existen características dependientes del lenguaje que simplifican o vuelven más compleja la relación entre los grupos de palabras. Reconocer las combinaciones posibles de los verbos y sus

[*] Capítulo escrito con Igor A. Bolshakov.

complementos es menos complejo cuando en el lenguaje existen posiciones fijas de ocurrencia de ellos. Sin embargo esto varía, la estructura de la oración en diferentes lenguajes tiene diversos órdenes básicos y diferentes grados de libertad en el orden de palabras. Por ejemplo, el inglés y el español tienen un orden básico sujeto-verbo-complemento (SVC).

Esto no quiere decir que siempre se cumpla ese orden. Algunos lenguajes, como el inglés, tienen un orden más estricto, otros, como el español, tienen un grado de libertad mayor. Por ejemplo, la oración en español *Juan vino a mi casa* (SVC) se acepta sintácticamente en las siguientes variantes: *A mi casa vino Juan* (CVS)*, Vino Juan a mi casa* (VSC)*, A mi casa Juan vino* (CSV)*, Juan a mi casa vino* (SCV)*, Vino a mi casa Juan* (VCS), por lo que los participantes de las acciones pueden ocurrir en distintas posiciones respecto al verbo.

En español, al igual que en algunos otros lenguajes, el uso de las preposiciones es muy amplio. Este empleo origina una gran cantidad de combinaciones de grupos preposicionales, pero también sirve para diferenciar, en muchos casos, la introducción de los participantes de una acción. Por ejemplo, en la frase *Compró el niño un libro en diez pesos*, los hablantes nativos reconocen que se utiliza la preposición *en* para introducir la expresión del precio del artículo comprado.

En español, el uso de preposiciones permite introducir sustantivos animados en el papel sintáctico de objeto directo, distinguir entre significados de verbos, distinguir participantes. Realmente, la preposición *a*, entre otros usos, sirve para diferenciar el significado del complemento directo de algunos verbos, por ejemplo, *querer algo* (tener el deseo de obtener algo) y *querer a alguien* (amar o estimar a alguien). Si este conocimiento se omite en el nivel sintáctico, entonces el análisis en el nivel semántico se vuelve más complejo. Esta información también es útil en la generación de lenguaje natural, porque dado el sentido que se quiere transmitir existe la posibilidad de seleccionar la estructura precisa para él.

Otra peculiaridad del español es la repetición restringida de valencias. Por ejemplo, en la frase: *Arturo le dio la manzana a*

Víctor, dónde *le* se emplea para establecer a quién le dieron la manzana y el grupo preposicional *a Víctor* también representa al mismo participante. Otro ejemplo es: *El disfraz de Arturo lo diseñó Víctor*, donde tanto *lo* como *el disfraz de Arturo* corresponden al objeto directo de *diseñar*. Esta repetición se da en forma de pronombres y sustantivos. Las implicaciones léxicas y sintácticas en cuanto a que algunos verbos presentan estas estructuras, a que se deben relacionar las dos expresiones de valencias sintácticas con la misma valencia semántica, y a posibles diferencias semánticas, competen al análisis sintáctico.

3.2 Diversidad numérica de valencias

En los patrones de rección sintáctico se describen todas las valencias de los verbos de acuerdo a su significado. En el español existen verbos con 0 valencias sintácticas y hasta con 5, en general. Sin embargo, la mayoría de los verbos en español caen en el rango de 1 a 3 valencias. Algunas estadísticas acerca del número de valencias se presentaron en Galicia *et al.* (1998).

Comenzamos la explicación informal de los patrones de rección, en el español, presentando en la tabla 2 algunos ejemplos de oraciones cuyos verbos tienen diferente número de valencias. Los números entre paréntesis indican las valencias semánticas y preceden a la correspondiente realización sintáctica.

Aunque en la literatura que trata temas de constituyentes se denomina *alternación* a la posibilidad de un verbo dado para aparecer en más de un tipo diferente de marco de subcategorización —que pueden relacionarse uno a otro a través de un conjunto limitado de relaciones de mapeo—, nosotros la denominamos *variación*, ya que el término alternación se ha empleado principalmente como una noción morfológica (Alarcos, 1984). Ejemplos bien conocidos de estas variaciones son las siguientes:

– Existencia versus ausencia de objeto directo del verbo (su uso transitivo versus intransitivo). Por ejemplo *Juan comió un taco* y *Juan comió*.

Tabla 2. Verbos con diferente número de valencias

Número de valencias	Ejemplos
0	Llueve.
1	(1) Juan duerme.
2	(1) Juan mira (2) las montañas.
3	(1) Juan acuerda (2) el proyecto (3) con su jefe.
4	(1) Juan compra (2) un vestido (3) en la tienda (4) en 500 pesos.
5	(1) Juan renta (2) un departamento (3) a María (4) por un año (5) en 500 pesos.

- Agentiva versus instrumental. Por ejemplo: *Juan quebró el florero con el martillo* y *El martillo quebró el florero*. En el primer caso *martillo* es un instrumento, mientras que en el segundo, su función corresponde al agente que realiza la acción.
- Inversión. Por ejemplo: *Juan cargó la paja en la carreta* y *Juan cargó la carreta con paja*.

Mucho se ha escrito acerca de estas variaciones. Atkins *et al.* (1986) investigaron el rango de variaciones entre formas transitivas e intransitivas de verbos. Levin (1993) y Levin y Rappoport (1991) exploran las relaciones entre el significado y las posibilidades de subcategorización para unos cuantos verbos, y sus agrupamientos relacionados. Kilgarriff (1993) generaliza el comportamiento de las variaciones en clases de verbos. Todos estos estudios consideran la clasificación de verbos, es decir, que se pueden agrupar diferentes verbos que presentan los mismos fenómenos sintácticos y que por lo tanto pueden analizarse de igual forma.

La clasificación de verbos se ha realizado desde diferentes perspectivas. En cuanto a estructura sintáctica se ha realizado considerando el tipo de complementos que son compartidos por diferentes verbos. Por ejemplo, en una forma simple, considerando el grupo de verbos transitivos cuyo objeto directo es un grupo nominal, o cuyo objeto directo es una frase preposicional, etc.

Kilgarriff (1992) presenta una clasificación de verbos más compleja, basada en conceptos semánticos y sintácticos en el nivel más alto de la jerarquía y con verbos de cierto tipo específico en los niveles inferiores.

Sin embargo, como se vio en el capítulo 1, en las consideraciones de la HPSG, algunos verbos con sentidos similares presentan diferentes marcos de subcategorización, además, como se verá más adelante, verbos con sentidos similares presentan diferentes números de valencias. Por lo que las clasificaciones, en cuanto a caracterización de valencia sintáctica y relación con la valencia semántica, no resulta ser la mejor forma de presentación.

En los patrones de rección, a diferencia de este tipo de clasificaciones, se describen individualmente las diferentes variaciones para cada verbo, lo que permite diferenciar las diferentes realizaciones sintácticas para cada verbo específico. En lugar de considerar diferentes grupos de variaciones, como las mencionadas arriba, se analiza y describe individualmente cada verbo. Por ejemplo, establecer que el verbo *comer* tiene una segunda valencia opcional que indica qué cosa se come.

Las clasificaciones mencionadas tienen la desventaja de no permitir esta diferencia, ya que al agrupar formas de subcategorización pueden quedar en clasificaciones diferentes las variaciones para un mismo verbo. Por ejemplo, el verbo *cargar*, tiene tanto la forma de subcategorización GN GP(*en*), *la paja en la carreta,* como GN GP(*con*), *la carreta con paja*, que denotan la inversión de los actuantes semánticos en el nivel sintáctico. Tampoco es posible apoyarse en esa clasificación para separar verbos homónimos cuando se detectan diferentes sentidos.

Al describir individualmente las diferentes valencias sintácticas de los verbos, se describe el sentido implícito en las diversas construcciones. Para comparar con los roles semánticos presentamos el ejemplo clásico de *quebrar*, que se describe en los siguientes ejemplos de Allen (1995):

Juan quebró la ventana con el martillo.
El martillo quebró la ventana.
La ventana se quebró.

La tercera frase corresponde a la traducción del inglés de *The window broke*. Desde la perspectiva de roles temáticos, *Juan* es el actor (el papel del agente), *la ventana* es el objeto (el papel de tema) y *el martillo* es el instrumento (el papel de instrumento) usado en el acto de *quebrar*. La idea en los roles temáticos es generalizar los posibles participantes.

Desde el punto de vista de los actuantes semánticos, el sentido implicado requiere diferenciarse:

- En la oración *Juan quebró la ventana con un martillo*, una entidad animada utiliza un objeto para separar en dos o más partes otro objeto, con un fin determinado. Así que en la frase *Juan quebró la ventana*, está ausente el instrumento, que pudiera ser incluso su mismo cuerpo.
- En la oración *El martillo quebró la ventana*, un objeto separó en dos o más partes otro objeto; sin la participación de una entidad animada con un propósito específico.
- En la tercera oración *La ventana se quebró*, es una variante de se quebró la ventana, que indica la ausencia del objeto que separó en dos o más partes la ventana.

De lo anterior se desprende que el número de valencias sintácticas resulta de determinados rasgos semánticos que deberán considerarse para caracterizar los verbos específicos.

3.3 Patrones de rección

3.3.1 Verbos

Aunque en los ejemplos de verbos que presentamos a continuación mencionamos la clasificación usual de transitivos e intransitivos, también indicamos las diferencias que las valencias presentan.

Para todos los verbos del español en modo activo, la primera valencia o primer actuante es el sujeto gramatical de la oración, como se considera en la gramática clásica, y en forma simple se

denomina sujeto [23] . Para muchos verbos, las características sintácticas del sujeto lo definen como un sustantivo animado. En la sección 3.4 daremos detalladamente las consideraciones de animidad en el español. Entonces, la lista de características sintácticas para el sujeto de esos verbos es (S, *an*), donde S indica sustantivo, y puesto que la marca de animidad sólo se da en sustantivos, esa lista podría simplificarse a (*an*).

La mayor parte de la información del sujeto en las oraciones en español es común a casi todos los verbos, por lo que es mejor concentrarla en la gramática en lugar de situarla en los patrones de rección sintáctica. Así que la descripción del sujeto, en los patrones de rección sintáctica, normalmente se limitaría a la lista de índices léxico-semántico y semántico, como se verá en los ejemplos siguientes.

3.3.1.1 VERBOS SIN VALENCIAS

Los verbos españoles que no presentan ninguna valencia son los verbos que sólo se conjugan en tercera persona singular, como: *llover*, *granizar*, *nevar*. Solamente se considera su descripción:

llover
water falls to earth in drops

3.3.1.2 VERBOS CON UNA VALENCIA

Algunos verbos españoles intransitivos tienen únicamente la valencia que corresponde al sujeto, por ejemplo el verbo *cojear*:

cojear
person or animal X walks lamely

1 = X; quién cojea?
1.1 S % el hombre ~
% el gato ~

[23] Una excepción se presenta en los verbos que sólo se conjugan en la tercera persona del singular, los impersonales, como *llover*, *nevar*, etc. Estos verbos no tienen valencias en el nivel superficial, ni en el profundo.

Por definición, los verbos intransitivos no pueden tener un complemento directo. Sin embargo, la ausencia del complemento directo es una peculiaridad puramente sintáctica. Los verbos intransitivos pueden tener otras valencias representadas mediante diversos complementos indirectos. Estas valencias, en el patrón de rección, se numeran usualmente en el orden de importancia de ellas.

En los diccionarios comunes la información de las propiedades sintácticas de los verbos intransitivos de los lenguajes naturales, como el español, no considera estos posibles complementos. En el análisis sintáctico de textos por computadora es esencial esta definición para reducir la ambigüedad sintáctica. Por ejemplo, el verbo *perecer* tiene una segunda valencia realizada sintácticamente mediante un complemento indirecto que expresa la causa de la acción.

perecer

X ceases to live because of Y

1 = X; qué/ quién perece?	
1.1 S	% el hombre ~
2 = Y; ***de qué***?	
2.1 de S	% ~ de hambre
	% ~ de frío

Estos verbos intransitivos tienen más de una valencia semántica y, en términos rigurosos, no pertenecen al grupo bajo consideración. Para marcar que algunos verbos intransitivos pueden presentar otras valencias, algunos diccionarios como LDOCE (Procter *et al.,* 1978) consideran la clasificación de intransitivos estrictos. Esta misma clasificación fue considerada en la descripción de subcategorización en las Gramáticas Categoriales (capítulo 1).

3.3.1.3 VERBOS CON DOS VALENCIAS

Los verbos transitivos, por definición, tienen una segunda valencia semántica en el nivel sintáctico denominada objeto directo o complemento directo. En muchas lenguas europeas el complemento directo se une al verbo directamente, sin

preposiciones. En español existen dos posibilidades para esta conexión. Los sustantivos inanimados (*na*) generalmente se unen directamente al verbo, en cambio, los sustantivos animados (*an*) usualmente se unen al verbo mediante la preposición *a*.

Una característica de los verbos transitivos es que el complemento directo es obligatorio. Por ejemplo, la frase **Juan quiere* no es gramatical, requiere la indicación explícita de qué o a quién quiere *Juan*. Indicamos esta condición de obligatoriedad con el signo derecho de admiración (!) exactamente después de la fórmula de equivalencia entre valencias sintácticas y semánticas, por ejemplo: 2 = Y!; *de qué*? Cuando la valencia no es obligatoria en el nivel sintáctico aparece únicamente el punto y coma.

A continuación presentamos un patrón de rección sintáctico para el verbo transitivo *querer*:

querer$_1$
person X experiences positive feelings to person Y

1 = X; quién quiere?
1.1 (S, an) % el padre ~

2 = Y!; ***a quién***?
2.1 *a* (S, an) % ~ a su hijo

3.3.1.4 VERBOS CON TRES VALENCIAS.

Los verbos considerados en la gramática clásica como doble transitivos tienen tres valencias. La tercera valencia se denomina objeto indirecto o complemento indirecto. En el español, los complementos indirectos siempre están unidos al verbo mediante preposiciones, por lo que frecuentemente se les denomina objetos preposicionales. Por ejemplo, el verbo *solicitar* (aquí, C indica una cláusula subordinada):

solicitar
X asks something Y from Z

1 = X; quién solicita?
1.1 (S, an) % Juan / el gobierno ~

2 = Y!; ***qué solicita***?

2.1	(S, na)	% ~ una prórroga / un préstamo
2.2	*que* C	% ~ que este libro se le dé
2.2	(V, inf)	% ~ cancelar la autorización

3 = Z; de quién solicita?

3.1	*a* (S, an)	% ~ a la secretaria
3.2	*con* (S, an)	% ~ con el secretario
3.3	*de* (S, an)	% ~ de usted

En el ejemplo *Juan solicita una prórroga al gobierno,* la primera valencia es el sujeto y la segunda el complemento directo. Para este verbo, se observa que además de que el complemento directo es obligatorio (no es posible decir **Juan solicita al gobierno*, sin indicar qué se solicita), existe un conjunto de preposiciones con las cuales la tercera valencia se une al verbo: *a, con,* y *de* (a diferencia de *perecer* donde la preposición *de* es la única que introduce la valencia).

La diferencia de significado de las frases *solicita un pase con el secretario* y *solicita un pase al secretario* no es de considerar, en la mayoría de los casos. Estas preposiciones no son sinónimas, su equivalencia está implicada en el verbo que las emplea. Otros verbos pueden usar un conjunto diferente de preposiciones para propósitos similares.

En la mayoría de los ejemplos previos las valencias se realizaron con sustantivos, pero las valencias pueden realizarse de formas diferentes. Por ejemplo, la segunda valencia del verbo *solicitar*, se puede realizar con *que* C.

3.3.1.5 VERBOS CON CUATRO VALENCIAS

Otro ejemplo, el verbo *condenar*, muestra el caso de una preposición que introduce un verbo en infinitivo:

condenar

person X condemns person Y to Z for action W

1 = X; quién condena?

1.1	(S, an)	% el juez ~

2 = Y!; a quién condena?
2.1 *a* (S, na) % ~ al acusado

3 = Z; ***a qué***?
3.1 *a* (S, na) % ~ a cadena perpetua

4 = W; por cuál motivo?
4.1 *por* (S, na) % ~ por asesinato
4.2 *por* (V, inf) % ~ por matar

En este ejemplo, la cuarta valencia presenta una forma diferente de realización de las anteriores, con un verbo en infinitivo, además de la forma más común, mediante un sustantivo.

En la gramática española (Seco, 1972) se considera el hecho de que la forma del verbo refleja las distintas funciones que desempeña el núcleo de la oración; por ejemplo, cuando funciona como sustantivo, aparece en infinitivo. Para funcionar como adjetivo aparece en forma de participio, cuando funciona como adverbio, aparece como gerundio. Frecuencias de aparición de los distintos usos del infinitivo se encuentran en Luna-Traill (1991), Arjona-Iglesias (1991) y Moreno (1985).

Gili (1961) indica que mientras el francés desde el siglo XVI limitó mucho el número de infinitivos que pueden sustantivarse, el español ha conservado esta libertad, y además se sustantiva la forma reflexiva. También indica que otras lenguas como el francés, el alemán y el inglés, limitan el número de preposiciones que pueden unirse al infinitivo, o bien restringen las construcciones verbales y sustantivas a que pueden aplicarse. Por lo que el empleo amplio de las preposiciones con los verbos en infinitivo es una peculiaridad más del español.

El uso de preposiciones lleva aparejada ciertas dificultades. En algunos verbos, una frase preposicional describe tanto valencias del verbo como circunstancias. Por ejemplo, algunos verbos locativos (Rojas, 1988) requieren complementos con la noción de espacio, cuya marca aparece tanto en la palabra introductora del complemento como en el complemento mismo. Por ejemplo, con el verbo *colocar*:

colocar$_1$

person X puts Y in place Z

1 = X; quién coloca?
- 1.1 (S, an) % el estudiante ~

2 = Y!; ***qué*** / ***a quién coloca***?
- 2.1 (S, na) % ~ los libros

3 = Z; dónde coloca?
- 3.1 *en/sobre* (S, na) % ~ en el estante
- 3.2 (Adv, loc) % ~ aquí

En la frase *coloca un libro en este momento en el espacio disponible*, la frase preposicional *en* NP describe tanto una valencia (*en el espacio libre*) como un complemento (*en este momento*) que es circunstancial de tiempo. Por lo que se requiere un descriptor, como en el caso de animidad, que distinga estos casos. Entonces la tercera valencia se modifica a:

3 = Z; dónde coloca?
- 3.1 *en* (S, loc) % ~ en el estante
- 3.2 *sobre* (S, na) % ~ sobre la mesa
- 3.3 (Adv, loc) % ~ aquí

En donde *loc* indica sentido locativo del sustantivo.

3.3.1.6 VERBOS CON CINCO VALENCIAS

Por último, presentamos un ejemplo, el verbo *rentar* que tiene cinco valencias:

rentar

person X uses the possession Y of the owner Z giving in return a quantityW by a period V

1 = X; quién renta?
- 1.1 (S, an) % María ~

2 = Y!; ***qué renta***?
- 2.1 (S, na) % ~ un departamento

3 = Z; a quién?	
3.1 *a* (S, na)	% ~ a la compañía Zeta
4 = W; en cuanto?	
4.1 *en* (S, na)	% ~ en dos mil pesos
5 = W; por qué período?	
5.1 *por* S(tm)	% ~ por mes
5.2 *a* S(tm)	% ~ al mes

donde *tm* significa tiempo y se refiere a un sustantivo que denota intervalo de tiempo.

3.3.2 ADJETIVOS Y SUSTANTIVOS

Los adjetivos y los sustantivos difieren de los verbos en las valencias que presentan, específicamente en la primera valencia. En los adjetivos, la primera valencia semántica es el correspondiente sustantivo que el adjetivo modifica. Desde el punto de vista semántico, los adjetivos son lexemas predicativos que al menos tienen una valencia. El primer actuante es precisamente la palabra expresada mediante un sustantivo. En los verbos, la dirección de rección va del verbo al sujeto. En cambio en los adjetivos, la dirección de rección sintáctica es inversa, el arco de la relación sintáctica va del sustantivo al adjetivo. La razón es que el sustantivo es la palabra dominante y el adjetivo es la palabra dependiente.

El primer ejemplo que presentamos es un adjetivo homónimo: *blanco*. En español, existen al menos dos significados diferentes: $blanco_1$ con sentido referido al color, y $blanco_2$ con sentido referido a inocencia o pureza. Cada uno de estos homónimos tiene una sola valencia. Puesto que esta valencia no implica la correspondiente dependencia sintáctica, la fórmula 1 = X! tiene un carácter condicional y representa la llamada valencia pasiva. En este caso, la dependencia sintáctica (adjetivo de un sustantivo) es contraria a la dependencia semántica (sustantivo de adjetivo atributivo). Esta peculiaridad es inmanente a los adjetivos en muchos lenguajes, y desaparece al nivel semántico.

blanco$_1$
physical object X is of white color

1 = X!
1.1 (S, <Phys-obj>) % la pintura ~

blanco$_2$
narrative X is innocent or pure

1 = X!
1.1 (S, <Narr>) % chistes ~

Como usualmente la diferencia entre los homónimos se manifiesta en los descriptores semánticos de cada opción, *<Phys-obj>* denota un objeto del mundo y *<Narr>* denota el elemento del texto.

Los descriptores pueden emplearse para la desambiguación de los homónimos, cuando los dominios que ambos abarcan no intersectan. Por ejemplo, en la frase, *una pintura blanca*, *blanca* sólo puede referirse al color. En cambio, en la frase, *un libro blanco*, hay duda del sentido asignado, el color del libro o su contenido.

Existen adjetivos con dos valencias. Por ejemplo, el adjetivo *lleno*, en el que la segunda valencia expresa el objeto preposicional con el significado de establecer qué contiene en toda o casi toda su capacidad.

lleno
object X is full of object Y

1 = X!
1.1 (S) % el estadio ~

2 = Y; ***de qué***?
2.1 *de* (S) % ~ de gente

El primer ejemplo que consideramos para los sustantivos es un sustantivo que no deriva de forma verbal:

presidente
person X is the highest official of country or organization Y

1 = X; quién?
1.1 (S, Propr) % ~ Adolfo López Mateos

2 = Y; de qué país u organización?

2.1	de (S, <Org>)	% ~ de México, ~ del club
2.2	↓A_0(<Org>)	% ~ mexicano

El parámetro <*Propr*> denota una palabra o secuencia de palabras que expresan un nombre de persona; <*Org*> denota una subclase semántica de sustantivos que expresan un nombre oficial de una organización, la cuál puede ser de tipo social, político o cualquier otro tipo e incluye nombres de países.

La opción 2.2 es muy específica. El signo ↓ indica que la información de esta opción, en el nivel sintáctico, no se expresa mediante dependencia de valencia sino por una de atribución, mientras que en un nivel más profundo la diferencia se elimina y la valencia semántica puede derivarse y representarse explícitamente. El término A_0() es una función que deriva un adjetivo a partir del argumento, que es un sustantivo. Por ejemplo, A_0(*México*) = *mexicano*, A_0(*España*) = *español,* etc. En términos generales, esta opción presenta el ejemplo de una valencia semántica expresada por medio de otras dependencias sintácticas, ya que *México* y *España* son valencias semánticas.

Otro ejemplo con esta característica es el sustantivo *conclusión*, donde la opción 2.2 se expresa mediante adjetivo posesivo*:*

conclusión$_1$
reasoned deduction or inference of person X on subject Y

1 = X; de qué persona?

1.1	*de* (S, <Person>)	% ~ del profesor
1.2	↓ (Adj, poss)	% mi ~

2 = Y; sobre qué cosa?

2.1	*sobre* (S)	% ~ sobre el proyecto
2.2	*de que* C	% ~ de que el proyecto es...
2.3	*de* (S)	% ~ de una serie de investigaciones

En este caso la marca de animidad se cambió por el descriptor semántico *persona* <Person>. En la mayoría de las ocasiones ambas etiquetas significan lo mismo, seres humanos. Pero la animidad se aplica también a entidades personificadas, como animales, grupos

de personas, países, etc., y realmente el sentido es más estrecho en este caso, porque no es posible imaginar su uso en el ámbito extendido de personificación. Aunque por otro lado, en el mundo contemporáneo, una conclusión también puede realizarla un autómata que razone. El descriptor semántico corresponde al ámbito bastante estrecho de este caso particular. Puede ocurrir que el descriptor de este tipo no "funcione" correctamente en casos de métafora.

El último ejemplo que presentamos es el sustantivo *querella*, que generalmente no va acompañado de adjetivos.

querella$_1$

complaint of person X against person Y on subject Z

X = 1; de quién?

1.1	*de* (S, an)	% del vecino ~
1.2	↓ (Adj, poss)	% mi ~

Y = 2; contra quién?

2.1	*contra* (S, an)	% ~ contra quién resulte responsable
2.2	*en contra de* (S, an)	% ~ en contra de Juan

Z = 3; por qué?

3.1	*por* (S, na)	% ~ por robo
3.2	*por* (V, inf)	% ~ por defraudar
3.3	*de* (S, na)	% ~ de robo

La segunda valencia sintáctica presenta una de las peculiaridades de muchos lenguajes modernos: se trata de una preposición compuesta. Además de las preposiciones comunes simples que registran los diccionarios como tales, existen numerosas *locuciones preposicionales* o *locuciones prepositivas*, en las cuales figuran normalmente un sustantivo o un adjetivo: *alrededor de*, *encima de*, *dentro de*, *junto a*, *frente a*, *enfrente de*, etc., y otras muchas que ocasionalmente pueden crearse para precisar la relación, a veces poco definida, de las preposiciones solas. De esta manera, y con la combinación de dos o más preposiciones, el español compensa el número relativamente escaso de preposiciones simples.

Algunas de estas locuciones prepositivas son casi del todo equivalentes a preposiciones simples, y en ocasiones más usadas que éstas: *delante de* (= ante), *encima de* (= sobre), *debajo de* (= bajo), *detrás de* (= tras). También el adverbio se suma a la función enlazadora aportada por la preposición, y la unión de las dos palabras se convierte en una nueva preposición: *antes de*, *encima de*.

Se forman nuevos conjuntos uniendo las preposiciones a otras preposiciones, dando lugar a complejos característicos del español, en los que la aglomeración de preposiciones expresa una gran variedad de relaciones. Por ejemplo: *de entre ellos*, *de con sus amigos*, *desde por abajo*, *hasta con sus compañeros*, *para entre nosotros*, *por de pronto*. A veces llegan a reunirse hasta tres preposiciones, por ejemplo: *hasta de con sus compañeros fueron a buscarla*; *desde por entre los árboles nos espiaban*. Estos grupos se consideran como una sola preposición introductora de realizaciones sintácticas en los patrones de rección.

3.4 Animidad

3.4.1 Dependencia del objeto directo en la animidad

En la mayoría de los lenguajes el objeto directo está conectado con el verbo directamente, sin preposiciones, es por esto precisamente que este objeto se denomina directo. Por el contrario, en español las entidades animadas están conectadas a su verbo rector con la preposición *a* (*veo a mi vecina*) y las no animadas directamente (*veo una casa*). La animidad en español se considera como una personificación. Por ejemplo, *gobierno* en español es un sustantivo animado, y al dirigirse a él se utiliza la preposición *a* (*condenó al gobierno*). Además de personas, la animidad abarca grupos de animales, de personas, organizaciones, partidos políticos, países, etc.

En otros lenguajes, por ejemplo el ruso[24], también existe una categoría de animidad similar que determina la terminación del caso

[24] En ruso, se consideran como animados a la par de los seres humanos y

morfológico del complemento directo, pero los grupos de personas, los países, las ciudades no se personifican en sentido gramatical.

Entonces, la regla léxica del español es que el complemento directo está unido al verbo rector a través de la preposición *a* para entidades animadas y directamente en los otros casos. Su empleo es específico del español y lo distingue de otros lenguajes europeos. Pero la animidad en español realmente es aún más complicada, ya que en algunos contextos de indefinición o de conteo el complemento directo animado puede eliminar la necesidad de la preposición, por ejemplo: *Vio un niño que corría; Necesita tres ayudantes*. El contexto influye en algunos casos para incluir la conexión de objeto directo o eliminarla. Por ejemplo, un animal es animado en un ámbito de relación cercana al hablante: *veo a mi perro adorado* y es no animado en un ámbito de relación lejana: *veo el perro que corre por la pradera*.

Por el orden de palabras no estricto del español, se presentan combinaciones donde existe ambigüedad para detectar el objeto directo. Por ejemplo la frase *la realidad supera la ficción* podría presentarse en la forma verbo, sujeto, objeto directo (**supera la realidad la ficción*). Para comprender la frase correctamente, es decir, para identificar los argumentos, se emplea la preposición *a* antes de objetos inanimados: *supera la realidad a la ficción.*

Entonces, la categoría de animidad tiene en el español dos valores opuestos: *an* (animado) y *na* (no animado). En el siguiente patrón de rección mostramos las distintas formas en que se presenta la marca de animidad.

atrapar$_1$
X using force catches Y

1 = X; quién atrapa?	
1.1 (S, an)	% el policía / el gato ~
2 = Y!; ***qué*** / ***a quién***?	
2.1 (S, na)	% ~ la maleta
2.2 *a* (S, an)	% ~ a un ladrón

---

animales, las muñecas, los insectos, etc.

En la primera valencia se expresa el uso de sustantivos animados, en la segunda valencia se expresa el objeto directo con sustantivos no animados (S, na) y con la marca de animidad (S, an). Esta última responde precisamente a la pregunta ¿a quién? que se aplica tanto a una persona o a un animal, como a un grupo, a un partido, etc. Por ejemplo: ¿*A quienes atrapó la policía*?, y la respuesta: *Al equipo de fútbol de la secundaria 28*.

Así que la animidad es una característica evidentemente sintáctica pero con alusión semántica que se considera para la realización de las valencias. Su principal importancia en el español es la característica gramatical de conectar el objeto directo animado con preposición, aunque como hemos visto su uso puede ser útil para otros casos.

3.4.2 USO DE LA ANIMIDAD COMO MARCA SEMÁNTICA

Si definimos la noción de animidad en un sentido puramente semántico, como una característica de los seres vivos, entonces comprenderíamos de inmediato que hay una gran diferencia entre esa noción semántica y la animidad gramatical. La animidad semántica, entonces, sólo debería tomarse como característica de valencias de verbos orientados a "lo humano" como *leer*, cuyo sujeto puede ser solamente un ser humano o un autómata inventado en las últimas décadas con ese fin específico. En otros casos deberá ser únicamente asociada a los seres humanos, ya que es difícil, al menos en este tiempo, asociar un autómata con verbos como: procrear, morir o imaginar.

Por supuesto que no consideramos ni las metáforas ni la poesía como *¡Canta, lluvia, en la costa aún sin mar!*[25], ya que la interpretación de ellas posiblemente será realizada por las computadoras en siglos futuros.

Dado que la noción de animidad en el sentido semántico de criaturas vivientes no incluye las entidades personificadas, se requiere una mayor investigación para definir exactamente si en

[25] Cesar Vallejo "Trilce", fragmento del LXXVII.

todas las aplicaciones la característica de animidad es la misma característica de animidad del español o una muy similar a la característica semántica de seres vivientes. Por lo que de aquí en adelante emplearemos únicamente la característica de animidad gramatical para otras valencias.

Es conocido que la preposición *a* también tiene otros usos, no relacionados con la conexión del objeto directo. Pero aún para en el caso del objeto directo su empleo puede servir para diferenciar el significado de algunos verbos, por ejemplo, *querer algo* (tener el deseo de obtener algo) y *querer a alguien* (amar o estimar a alguien). El primero ya se presentó como $querer_1$ y el segundo corresponde a:

querer$_2$
person X desires thing Y

1 = X; quién quiere?
1.1 (S, *an*) % el niño ~

2 = Y!; ***qué***?
2.1 (S, *na*) % ~ un triciclo

Otra utilidad del empleo de la animidad está relacionada con la primera valencia de algunos verbos, es decir, con el sujeto, y con su detección para reconocer valencias sintácticas. Por ejemplo, el verbo *acusar* presenta homonimia: $acusar_1$ (denunciar a alguien como culpable de algo) y $acusar_2$ (revelar algo, ponerlo de manifiesto), conforme el DEUM (1996). Presentamos a continuación sus patrones de rección:

acusar$_1$
person X accuses person Y of action Z

1 = X; quién acusa?
1.1 (N, *an*) % el ministro ~
% la madre ~

2 = Y!; a quién acusa?
2.1 *a* (N, *an*) % ~ a los políticos
% ~ a los niños

3 = Z; ***de qué?***

3.1	*de* (N, na)	% ~ de robo
3.2	*de* (V, inf)	% ~ de defraudar

acusar$_2$

X reveal Y

1 = X; quién/ qué acusa?

1.1	S	% el ministro ~, la puerta ~

2 = Y!; ***qué acusa?***

2.1	(S, na)	% ~ cansancio
		% ~ el paso de los años

En algunas construcciones de *acusar*$_1$ como las siguientes, el sujeto aparece pospuesto al verbo en dos formas: como nombre propio y como nombre común:

– Al director le acusaba Apel de desembocar en una ilusión idealista por ocuparse de <...>.

– En el presunto fraude aparece como principal sospechoso José Joaquín Portuondo, a quien acusaron varios testigos.

En la primera frase el reconocimiento de nombre propio permite identificar el sujeto. En la segunda frase se requiere reconocer la entidad animada marcada en la realización del sujeto de *acusar*$_1$, es decir, reconocer que *varios testigos* es el sujeto. De esta forma no habrá confusión con el objeto de *acusar*$_2$, por ejemplo, en oraciones donde las realizaciones de las valencias no son muy diferenciadas: *Que acusaba un alto rendimiento, le acusaba un alto magistrado*. Esta confusión puede resultar en una asignación de estructura incorrecta o en detección de valencia de otro sentido.

3.5 Repetición limitada de valencias

Generalmente las entidades referidas por las diversas valencias sintácticas son diferentes. Ésta es una situación normal en los

lenguajes naturales: cada valencia semántica se puede representar en el nivel sintáctico por solamente un actuante.

Pero existen lenguajes en los cuales se permite la repetición restringida de actuantes. El español se cuenta entre esos lenguajes. En las frases siguientes, en cada oración, los dos segmentos disjuntos marcados con negritas se refieren al mismo objeto:

- Arturo le dio la manzana a Víctor.
- El disfraz de Arturo, lo diseñó Víctor.
- A Víctor le acusa el director.

Mientras en la primera frase se repite el objeto indirecto, en las dos últimas frases se repite el objeto directo.

Algunas veces la repetición es obligatoria. El orden de palabras y los verbos específicos imponen ciertas construcciones. Por ejemplo, la anteposición de los argumentos dativos y acusativos presenta una complicación.

Las siguientes frases con objeto directo no permiten la duplicación:

Arturo escribió la carta.
Escribió Arturo la carta.

En cambio, la anteposición del objeto directo (**La carta escribió Arturo*) requiere una marca de puntuación o la duplicación para ser correcta:

La carta, Arturo la escribió.
La carta la escribió Arturo

Para el objeto directo animado, que se introduce con la preposición *a*, tenemos los siguientes ejemplos:

El frío mató a la mosca.
Mató el frío a la mosca.
Mató a la mosca el frío.

Pero la anteposición del objeto directo animado (**A la mosca mató el frío*) requiere la duplicación para ser correcta:

A la mosca la mató el frío.

En el ejemplo para objeto indirecto que a continuación mostramos, se permite la duplicación:

Arturo escribió una carta a Víctor.
Arturo le escribió una carta a Víctor.

También la anteposición del objeto indirecto (**A Víctor escribió una carta Arturo*) requiere la duplicación para ser correcta:

A Víctor le escribió una carta Arturo.

Zubizarreta (1994) afirma que la existencia de objetos doblados por clíticos es una diferencia más del español, ya que no existe en el italiano escrito, ni en el francés ni en otros lenguajes europeos.

Notamos, por el contrario, que los siguientes ejemplos no están relacionados con la repetición de objetos, corresponden a otra condición. Mientras que en la primera frase se omitió la tercera valencia del verbo *ordenar* (a quién se ordenó algo), en la segunda frase se representó con *le*.

El juez ordenó tomar declaración al acusado.
El juez le ordenó tomar declaración al acusado.

El objeto indirecto *a nadie* también puede repetirse con el clítico dativo pero dentro de su propia cláusula, no puede moverse a cláusulas superiores (Zubizarreta, 1994). Por ejemplo:

A nadie le dijo Juan de su boda.
**A nadie piensa María que le dijo Juan de su boda.*

Los pronombres personales también se pueden repetir:

A todos les dijo Juan de su boda.

En todos los casos la repetición de actuantes se restringe mediante las siguientes reglas:

– Uno de los actuantes repetidos es un pronombre personal en caso indirecto (acusativo o dativo). Para las formas personales este pronombre usualmente permanece justo antes del verbo rector, en los infinitivos se pega al verbo.

– Otra repetición del mismo actuante se da con un sustantivo, pronombre o algún otro medio. Pero en el caso de un

pronombre personal, se pone en nominativo, por ejemplo: *A ellas las encontrarás en la tienda*.

En el nivel semántico de representación, todos los casos de esas repeticiones deben juntarse, es decir, se debe dejar un solo representativo de cada actuante semántico.

3.6 El complemento beneficiario

En la caracterización semántica de complementos de muchos verbos en varios lenguajes se considera la noción importante de la persona que recibe el interés, la beneficiaria, y la persona destinataria. El interés incluye los sentidos de daño y provecho. Para nuestro estudio son importantes los siguientes aspectos:

- Las personas beneficiaria y destinataria están representadas por el mismo objeto indirecto, como en *enseñar algo a alguien*, donde *a alguien* es tanto el beneficiario como el destino. En este caso hay que hacer notar que el complemento beneficiario (o benefactivo) corresponde a una valencia semántica del verbo.
- El beneficiario de la acción no corresponde a ninguna valencia. Es como una circunstancia. Usualmente se introduce mediante la preposición *para*. Por ejemplo: *comprar un libro para alguien*, donde el beneficiario se representa con un complemento circunstancial del verbo.

Claro que la preposición *para* puede introducir también otro tipo de complementos. Por ejemplo, en la frase *todo esto es para que te acostumbres* (con el sentido de meta), *habla muy bien para la edad que tiene* (con el sentido de comparación).

Algunos verbos llevan entonces el complemento beneficiario con cualquiera de las preposiciones: *a* o *para,* por ejemplo:

Víctor concedió una entrevista a la revista Nature.
Víctor concedió una entrevista para la revista Nature.

En estas frases puede haber una ligera discrepancia en el sentido, si la acción se realizó directamente o indirectamente. Sin embargo, el beneficiario y el destino coinciden. Otras frases pueden mostrar ambigüedad de sentido con esta alternancia de preposiciones:

Emma escribe una carta a Emilio.
Emma escribe una carta para Emilio.

En esta sección nos concentramos en el complemento beneficiario del verbo predicativo y no en otros beneficiarios expresados en la oración, por ejemplo:

Paco dio un libro a su ayudante para Emilio.

Donde *para Emilio* es complemento beneficiario de *un libro* y el complemento que recibe el interés del verbo *dar* es el complemento *a su ayudante*, es decir, *Paco dio a su ayudante un libro para Emilio*.

Introducimos una clasificación de verbos de acuerdo a las características transitiva, dativa y beneficiaria.

En esta sección, los verbos del tipo 0 y 1, sin beneficiario potencial, no son relevantes. No existen verbos con características dativa y beneficiaria distintas, por lo que no consideramos los tipos 6 y 7. A continuación presentamos ejemplos de cada tipo.

Del tipo 2 son: *corresponder, competer, convenir, doler, parecerse, gustar, faltar*, etc. Ejemplos de frases: *La creación de leyes corresponde al gobierno*, *Este asunto compete a todos*. Con repetición dativa: *La creación de leyes le corresponde al gobierno*, *Este asunto les compete a todos*.

Tipo	Transitivo	Dativo	Beneficiaria	Nota
0	−	−	−	No relevante
1	+	−	−	No relevante
2	−	+	−	
3	+	+	−	
4	−	−	+	
5	+	−	+	
6	−	+	+	No existen
7	+	+	+	No existen

Del tipo 3 son los más comunes: *dar, enseñar, asignar, preguntar, costar, interesar, servir* (algo a alguien), etc. Ejemplos de frases: *Alberto enseña anatomía a sus alumnos*, *Alberto preguntó todos los pormenores al abogado*. Con repetición dativa: *Alberto les enseña anatomía a sus alumnos*, *Alberto le preguntó todos los pormenores al abogado*.

Del tipo 4 son: *laborar, cabildear,* etc. Ejemplos de frases: *Rodrigo labora para la compañía X*, *Los políticos cabildean para sus amos*. Con repetición beneficiaria: no se encontraron.

Del tipo 5 son: *comprar, componer, comprobar*, etc. Ejemplos de frases: *Emilio compone los audífonos para su hermano*, *Arturo comprueba los resultados para su jefe*. Con repetición beneficiaria: *Emilio le compone los audífonos a su hermano*, *Arturo le comprueba los resultados a su jefe*.

Existe una larga discusión acerca de la naturaleza argumental del complemento beneficiario. Entre los autores, Branchadell (1992) para el español y Jackendoff (1990) para el inglés, consideran que los beneficiarios no son valencias pero se comportan como ellos, por esto los podemos denominar *cuasi* valencia.

En el español, el punto de vista de consideración como cuasi valencia está bien fundado ya que a veces se duplica. Pero esta duplicación está sujeta a ciertas restricciones de realización léxica. Se realiza mediante un pronombre personal en la forma clítica o mediante un grupo preposicional. Por ejemplo:

Emma le ha reservado unos lugares a su familia.

En esta frase tanto *le* como *a su familia* representan la cuasi valencia beneficiaria, de la misma forma que *me* y *a mí* en el siguiente ejemplo:

Emma me ha reservado unos lugares a mí.

Sin embargo, la frase:

Emma ha reservado unos lugares para su familia.

no permite esa clase de repetición. Otros ejemplos presentados por Demonte (1994) explican cómo la cuasi valencia beneficiaria no es posible en ciertas estructuras, por ejemplo:

Le coloqué cortinas al salón.
**Coloqué cortinas para el salón.*
**Le coloqué cortinas para el salón.*

Y tampoco es posible en ciertos contextos, por ejemplo:

Le puse el papel a la pared.
**Le puse un clavo a la pared.*

La autora considera que es por razones del mundo, la pared forma una unidad con el papel y el clavo no.

En otros casos puede verse claramente que existe una distinción entre el complemento indirecto y el destinatario, comparando la diferencia de significado que presentan las dos frases siguientes:

Le di un mensaje para ti.

Te di un mensaje para él.

En los ejemplos, *le* y *te* son los complementos indirectos, en cambio *para ti* y *para él* son los complementos de destinatario. Si todos los complementos subrayados fueran indirectos, no habría diferencia de contenido entre las dos oraciones.

Esta cuasi valencia con duplicación potencial requiere ser descrita explícitamente en los patrones de rección de los verbos de los tipos 4 y 5. Sin su descripción estaría incompleta la relación con las valencias semánticas. Para los casos de duplicación, su descripción es necesaria para unirlas en el nivel semántico.

Capítulo 4 Descripción sintáctica en el análisis automático

En este capítulo presentamos la gramática generativa para el español, la transformación de los árboles de constituyentes a los árboles de dependencias, y su algoritmo de análisis sintáctico.

4.1 Métodos tradicionales para caracterizar formalmente las valencias

4.1.1 SUBCATEGORIZACIÓN

Los métodos tradicionales más empleados para describir el nivel sintáctico de los lenguajes naturales son los basados en las gramáticas generativas, y el español no es una excepción. En esta aproximación, la descripción de las características de las valencias para los lexemas se realiza principalmente para los verbos. Los actuantes se describen en ellas desde un punto de vista puramente sintáctico (denominados complementos). Las valencias se denominan características sintácticas. La información de la estructura de los complementos de un verbo se conoce como subcategorización. Cada subcategoría del verbo tiene su propio conjunto de complementos que usualmente van en un orden lineal predeterminado.

A continuación presentamos ejemplos de subcategorización para una selección de verbos del español.

– *ver* tiene una subcategoría *grupo nominal* (GN), por ejemplo: *Beto vio una araña.*

- *dar* tiene la subcategoría GN seguido de GP, por ejemplo *Beto dio una carta a su novia* y la permutación GP GN, por ejemplo *Beto le dio a su novia una carta*.
- *poner* también tiene la subcategoría GN seguido de GP, el grupo preposicional se realiza mediante diferentes preposiciones: *en, sobre, bajo*, etc. Por ejemplo: *Beto puso los libros en el librero*. En este ejemplo el grupo preposicional es introducido por la preposición *en*. Notamos que aunque se especifique esta construcción (*en* GN) existen otros grupos preposicionales con la misma preposición como: *en la mañana*, que no corresponde a la realización de la misma valencia. Con la aproximación de subcategoría se pierde esta información para el nivel semántico.
- *Llover* no tiene subcategoría, puesto que es intransitivo y no permite complementos, lo que es natural para un verbo impersonal.
- *acusar* tiene la subcategoría GN *de*_INF (entre otras), y el objeto directo está conectado mediante la preposición *a*. Por ejemplo *Beto acusó a sus compañeros de negar su ayuda*.

Por supuesto, muchos verbos pueden asignar varias subcategorías. Por ejemplo, el verbo *decir* asigna: GN, *que*_O, *a* GN seguido de GN. Por ejemplo: *dijo unas palabras de aliento*, *dijo que el director vendrá pronto*, *dijo a sus compañeros unas palabras de aliento*. Desde el punto de vista de la subcategorización también existen otros verbos cuyas estructuras de complementos en algunas oraciones son similares a esta última subcategoría. Por ejemplo: *aconsejó a su alumna* (*a* GN) *una vez más* (GN), ya que no se distingue que el último grupo nominal representa una circunstancia no directamente relacionada con el significado del verbo.

Presentamos los marcos de subcategorización para el verbo *acusar*. El ejemplo considera las ocurrencias con más del 10% en un corpus.

1. *a* GN	3. *de* V_INF	5. *a* GN *de* V_NF	7. GN
2. *de* GN	4. *a* GN *de* GN	6. Ø	

De los siete marcos presentados, cinco corresponden al verbo *acusar*$_1$ (denunciar a alguien como culpable de algo), el sexto marco corresponde a oraciones que presentan antes del verbo el complemento directo, y el séptimo marco corresponde al verbo *acusar*$_2$ (con sentido de "poner de manifiesto" o "revelar"). Este ejemplo muestra la cantidad de clases de subcategorías consideradas en esta aproximación, y su generalidad, que origina la eliminación de información relevante.

4.1.2 PATRONES DE RECCIÓN

La estructura que permite la asociación de las valencias semánticas y sintácticas es el patrón de rección de un lexema. Este PR es una noción lingüística muy importante que se describe con más detalle a continuación. Los patrones de rección sintáctico constan de cuatro secciones:

4.1.2.1 PRIMERA SECCIÓN

La palabra encabezado, que corresponde al verbo considerado con un significado específico. Para diferenciar los patrones de rección sintáctica de verbos homónimos se da una numeración, por ejemplo: *alternar*$_1$ (tener trato con otras personas) y *alternar*$_2$ (hacer dos o más acciones una tras otra y repetidamente). Para diferenciarlos, la numeración es totalmente arbitraria pero debe existir al menos un elemento diferente en el patrón de rección sintáctico respecto de los otros.

4.1.2.2 SEGUNDA SECCIÓN

La explicación semántica de la situación relacionada a cada verbo específico. En los ejemplos que mostramos, optamos por una simplificación del método de descripción del modelo de la MTT, la explicación semántica se reemplaza por una oración simple en inglés.

En esta sección se definen las valencias, cuyo orden es hasta cierto grado arbitrario, aunque cada lexema normalmente impone un cierto orden "natural" en las valencias, indicando primero las más

importantes. Este orden a veces concuerda con el orden en la oblicuidad. Por ejemplo, en primer lugar una entidad activa, el sujeto, enseguida el objeto principal de la acción (primer complemento), después otros complementos, si existen.

También la forma sintáctica de expresar las valencias influye significativamente en el orden. Por ejemplo, cuando el objeto directo se conecta directamente a la palabra encabezado, sin preposiciones, va antes del complemento indirecto, el cuál se conecta generalmente mediante preposiciones.

Para cada valencia sintáctica se indica la valencia semántica correspondiente. En el ejemplo presentado en la sección 2.3 la fórmula 2 = Y indica que la valencia sintáctica 2 corresponde con la valencia semántica Y. Generalmente el orden de las valencias sintácticas y semánticas es el mismo.

4.1.2.3 TERCERA SECCIÓN

La descripción de cada valencia sintáctica. La lista exhaustiva de todas las posibles formas de realización de cada valencia sintáctica en los textos. Se numeran para cada valencia, para la *n*-ésima, serán *n*1, *n*2, ..., *nk*, donde *k* depende del lexema específico y de la valencia. El orden es arbitrario, aunque se prefiere que aparezcan primero las formas más frecuentes. Todas las posibles opciones se expresan con símbolos de categorías gramaticales o subclases de lexemas muy específicas, por ejemplo: S para sustantivos, V para verbos, Adj para adjetivos, etc. También se determinan las palabras específicas que aparecen antes de estos símbolos, como las preposiciones o conjunciones (*que*), en la forma literal en que se encuentran en los textos.

Después de las categorías gramaticales pueden seguir parámetros léxicos relevantes para el nivel sintáctico. Por ejemplo, la categoría *an* indica que este actuante es una entidad animada y el parámetro *na* que indicaría lo opuesto, entidad no animada. La marca INF que indica infinitivo para los verbos, etc. También pueden seguir, a las categorías gramaticales, los descriptores semánticos relevantes para el nivel sintáctico. Por ejemplo *loc* que indicaría locativo.

Por último, esta sección contiene el indicador de condición de obligatoriedad en los textos. Si no está presente este indicador, significa que es opcional en su realización sintáctica, es decir, que aunque semánticamente existe, se desconoce el actuante, es algo o alguien no especificado. El reconocimiento de estos actuantes se lleva a cabo en niveles más profundos del análisis.

4.1.2.4 CUARTA SECCIÓN

En la última sección se muestra la información acerca de los posibles ordenamientos o combinaciones de valencias sintácticas, es decir, de los órdenes posibles e imposibles. Para lenguajes con un orden de palabras con menos restricciones esta lista pudiera reducirse a la lista de órdenes imposibles. Por ejemplo:

– ÓRDENES POSIBLES 2.1, 3.2, 4.1

  significa que la primera opción de la segunda valencia seguida de la segunda opción de la tercera valencia seguida de la primera opción de la cuarta valencia aparece en los textos.

– ÓRDENES IMPOSIBLES 2.2, 3.1

  significa que la segunda opción de la segunda valencia seguida de la primera opción de la tercera valencia nunca aparece en los textos.

Pudiera establecerse también que con la misma notación se describen todas las combinaciones de las opciones especificadas. En lenguajes con un orden de palabras estricto, las combinaciones posibles describen ese orden.

A continuación se presenta un ejemplo de los patrones de rección sintáctico para el verbo *solicitar*. Las preposiciones se marcan en tipo itálico, los ejemplos se encuentran después del signo %, el signo ~ se utiliza para colocar la palabra encabezado y en la sección de combinaciones el “0” representa la palabra encabezado.

solicitar

X asks something Y from Z

Número	Patrón de rección	Ejemplo
X = 1; who asks?		
1.1	S (an)	Juan / el gobierno ~
Y = 2; what?		
2.1 2.2	S (na) *que* C	~ una prórroga / un préstamo ~ que este libro se le dé
Z = 3; from whom?		
3.1 3.2 3.3 3.4	*a* S (an) *con* S (an) *de* S (an) *en* S (na)	~ a la secretaria ~ con el secretario ~ de usted ~ en urgencias
POSIBLES:		
(1) 0 2 3 (1) 0 2	(El partido) solicita una prórroga al gobierno. (Ella) solicita un préstamo.	
IMPOSIBLES:		
(1) 0 (1) 0 3	*(El partido) solicita. *(El partido) solicita al gobierno.	

donde:

S : sustantivo o pronombre personal
que C : cláusula subordinada relacionada a la principal a través de *que* (*... que este libro se dé al muchacho*)
(an) : animado (solamente para sustantivos), corresponden a criaturas vivientes, incluyendo al ser humano, grupos de humanos, organizaciones, etc.
(na) : inanimado (solamente para sustantivos), como argumento, acción y lugar,

Existen otras abreviaturas que no se utilizaron en este ejemplo, como:

V : verbo
Adj : adjetivo

Adv : adverbio
Pp : pronombre personal
Q : cláusula subordinada que tiene forma de interrogación.

Por ejemplo, para el verbo *decir*: "*Dijo: ¿A quién se dio este libro?*"

(inf) : forma infinitiva (solamente verbos)
(tm) : intervalo de tiempo (solamente para sustantivos)
(mn) : de manera (solamente para adverbios)
(pc) : de lugar (solamente para adverbios)
(nom) : caso nominativo (solamente para pronombres personales)
(acc) : caso acusativo (solamente para pronombres personales)
(dat) : caso dativo (solamente para pronombres personales)
(inc) : caso inclusivo (solamente para pronombres personales)

En este caso, *inclusivo* lo introducimos como una designación de las formas contraídas *conmigo*, *contigo*, *consigo*.

Se observa en este ejemplo que las preposiciones, principalmente, son los lexemas de conexión que introducen los objetos del verbo. El uso de las preposiciones es muy variado en el español, y los complementos de los verbos, generalmente, exigen el empleo de una determinada preposición. Por ejemplo: *me arrepiento de mis acciones*, *lo expresó con ademanes*, *insisto en pagar*. Esto ocurre también con sustantivos y adjetivos que exigen el empleo de una determinada preposición. Ejemplos: *intolerante con sus amigos*, *esencial en el proyecto*, *inferior a su compañero*. En cuanto al objeto directo, normalmente se construye sin preposición, salvo cuando designa seres humanos o animados que podrían aparecer en la posición de sujeto.

Existen pues varias diferencias importantes respecto a la aproximación de subcategorización frente a las gramáticas de dependencias:

– Se postula un marco, como un conjunto de subcategorías, y después se intenta clasificar la diversidad total de verbos para ese marco. Esta aproximación es suficientemente buena cuando el número total de subcategorías es pequeño, pero no

así en lenguajes donde casi cada verbo presenta su propia subcategoría específica, como en español.

– Generalmente no intentan establecer correspondencia entre valencias sintácticas y semánticas. La separación entre complementos del verbo y complementos circunstanciales no existe, por lo que pueden incluirse predicados cuya ocurrencia es obligatoria en el contexto local de la frase pero que no son seleccionados semánticamente por el verbo.

– Usualmente, en cada subcategoría, las valencias sintácticas se consideran en un orden fijo predeterminado. Por ejemplo, los complementos preposicionales en una frase como (*persona A*) (*expresa*) (*idea B*) (*mediante C*), corresponden exactamente a una regla de producción, dando los constituyentes justamente en el mismo orden fijo: *GN GV GN GP*. Si se añaden complementos circunstanciales como *en la mañana* o se emplea una variación sintáctica como en la frase *Javier expresa mediante tiernas palabras sus sentimientos*, estas reglas fallarán y será necesario incluir nuevas reglas.

Los marcos de subcategorización consideran un conjunto de complementos. La colección de esos marcos para lenguajes como el inglés no es vasta. En español, como en otros lenguajes, la variedad en el uso de preposiciones es tan amplia que la colección completa sería muy grande y se requerirían muchas clases de subcategorización para describir un verbo.

4.2 Una gramática de contituyentes para el español

Las gramáticas independientes del contexto especifican cómo se forman las oraciones a partir de sus partes constituyentes y cómo se deriva la información asociada con cada oración (es decir, su interpretación) de la información de sus partes. En la creación de este tipo de gramática se considera la capacidad de tratar oraciones no conocidas previamente, es decir, de realizar una generalización

con respecto a los datos considerados como base para desarrollar la gramática. Esta generalización hace que se prediga la *gramaticalidad*[26] de nuevas oraciones en relación con un conjunto de reglas considerado.

La creación de este tipo de gramáticas implica tomar decisiones sobre dos requisitos que están en conflicto: la precisión y la cobertura. La precisión mide el grado de acierto de la gramática en lo que se refiere al análisis sintáctico. La cobertura gramatical mide la proporción de oraciones que reciben un tratamiento aceptable, generalmente respecto a un corpus de evaluación. Ambas propiedades son muy importantes, mientras más precisa es una gramática mejor es la calidad de sus análisis, y mientras mayor cobertura tenga mayor será la variedad de estructuras que trate la gramática.

El conflicto entre ambas propiedades se presenta cuando se quiere aumentar el rendimiento de ellas. Para mejorar la precisión hay que incorporar más restricciones a la gramática, con lo que se tiende a perder cobertura, ya que las nuevas restricciones suelen rechazar algunas oraciones más o menos correctas que ya se aceptaban. Pereira (1996) afirma que esto se debe a que las restricciones más poderosas son en realidad idealizaciones de la actuación real (lo que se realiza) de los hablantes, es decir, que la actuación es mucho más permisiva que la competencia (el conocimiento gramatical que se tiene).

Por el otro lado, si se quiere mejorar la cobertura, se tiene que aumentar el número de reglas. Cuando una gramática alcanza un tamaño considerable es cada vez más difícil de controlar y extender, ya que las nuevas reglas entran en interacciones complejas con las anteriores, por lo que oraciones que antes no presentaban problemas producen análisis equivocados, es decir, aumenta la ambigüedad y decrece la precisión.

La gramática que desarrollamos en este caso, dado el tiempo y los recursos limitados, no tiene las condiciones óptimas en cuanto a cobertura y precisión. Nuestra gramática pretende considerar las

[26] Que obedecen leyes gramaticales, sin conocimiento del mundo.

construcciones más comunes, permitirnos identificar el elemento rector en cada grupo y las relaciones sintácticas para el orden de palabras usual.

Para verificar la gramática, los elementos que más contribuyen son el marcaje de características morfológicas y la gramática misma, los cuales detallamos a continuación.

4.2.1 MARCAS MORFOLÓGICAS

El marcaje de partes del habla o de categorías gramaticales (en inglés *POS tagging*) es útil para el análisis sintáctico. Conocer esta marca para una palabra específica ayuda a descartar la posibilidad de que esa misma palabra tenga otra categoría gramatical. La ambigüedad en categoría gramatical se refiere a que una palabra puede tener varias categorías sintácticas, por ejemplo *ante* puede ser una preposición o un sustantivo. La desambiguación de este marcaje es muy útil para reducir la cantidad de ambigüedad que tiene que enfrentar el analizador sintáctico.

El marcaje de partes del habla es la subárea del procesamiento lingüístico de textos por computadora que considera el estudio de métodos y algoritmos para reducir el porcentaje de ambigüedad. Los métodos que se han empleado se pueden clasificar en tres tipos: lingüísticos, estadísticos y aprendizaje mediante máquina. La mayor precisión en métodos lingüísticos corresponde a Voutilainen (1994), con 99.3%, aunque no todas las palabras están completamente desambiguadas. Su defecto es la gran cantidad de tiempo que consume el desarrollar un buen modelo del lenguaje, puesto que se requieren muchos años de recursos humanos. Los resultados producidos mediante métodos estadísticos han logrado entre 95% y 97% (Ludwig, 1996) de palabras marcadas correctamente. Su defecto es la dificultad de estimar con precisión el modelo del lenguaje, puesto que es necesario considerar los parámetros del modelo en casos como los siguientes: la probabilidad de que cierta palabra aparezca con cierta marca o la probabilidad de que una marca sea seguida por otra marca específica.

Existen métodos híbridos que combinan diferentes aproximaciones, por ejemplo el uso de recursos basados en estadísticas y en conocimiento.

En el tipo de aprendizaje mediante máquina los autores emplean algoritmos de aprendizaje para adquirir el modelo del lenguaje a partir de un corpus de entrenamiento, por ejemplo, el algoritmo de Brill (1995) es un aprendizaje dirigido por los errores y basado en transformaciones. Pocos de estos métodos se aplicaron al español. Padró (1997) menciona la aplicación de su método a este lenguaje, aunque sin reportar la precisión exacta.

La desambiguación de las partes del habla implica al menos un análisis sintáctico parcial en muchos casos, por lo cual no ha sido posible obtener una desambiguación total. En consecuencia, una alternativa es marcar todas las categorías gramaticales con base en las características morfológicas de las palabras y dejar al análisis sintáctico la desambiguación correspondiente.

En esencia, el marcaje es el análisis morfológico. Sin este análisis, el análisis sintáctico es imposible. Pero al considerar todas las marcas morfológicas posibles de cada palabra el análisis sintáctico usualmente da muchas variantes, ya que considera cada una de las marcas de cada palabra para empatarlas con las reglas de la gramática. Sólo una marca de todas las posibles de la palabra aparece en una variante.

La gramática que creamos se apoya en las marcas morfológicas que contienen las palabras del corpus[27] que consideramos. Este corpus no contiene desambiguación de POS, por lo que el trabajo de análisis es mayor. Esta aparente desventaja tiene su contraparte: si se usa un corpus con desambiguación de POS ya aplicada y el desambiguador de POS usado para crear tal corpus no era de muy alta precisión, ocasionará que de antemano se orille a un análisis sintáctico incorrecto, ya que alguna palabra tendrá una marca incorrecta. Por ejemplo, con precisión de 97% una de cada 33

[27] El corpus LEXESP nos fue proporcionado amablemente por H. Rodríguez de la Universidad Politécnica de Cataluña, en Barcelona, España.

palabras será incorrecta —es decir, casi cada oración contendrá una palabra desambiguada incorrectamente, lo que hace el análisis sintáctico de tal corpus prácticamente imposible. Por otro lado, desambiguación de POS no es necesaria para el funcionamiento del analizador sintáctico, aunque puede agilizarlo. Nosotros preferimos el análisis menos rápido pero más confiable.

El corpus LEXESP tiene las categorías PAROLE (Civit y Castellón, 1998). La clasificación de categorías gramaticales en PAROLE la presentamos a continuación, ahí se indican los rasgos considerados. Aunque la posibilidad teórica de consideración de rasgos es mayor, aquí solamente consideramos los que se encuentran en el corpus.

1) Adjetivo (A)

Tipo		Grado	Género		Número		Caso	Función
Valor	Clave		Valor	Clave	Valor	Clave		
Calificativo	Q	0	Femenino	F	Singular	S	0	0
			Masculino	M	Plural	P		
			Común	C	Invariable	I		

Ejemplo: *frágiles* <AQ0CP00>

2) Adverbio (R)

Tipo		Tipo	Grado	Función
Valor	Clave			
General	G	0	0	0

Ejemplo: *no* <RG000>

3) Artículo (T)

Tipo		Género		Número		Caso
Valor	Clave	Valor	Clave	Valor	Clave	
Definido	D	Femenino	F	Singular	S	0
Indefinido	I	Masculino	M	Plural	P	0
		Común	C			

Ejemplo: *la* <TDFS0>

4) Determinante (D)

Tipo		Persona	Género		Número		Caso	Poseedor
Valor	Clave		Valor	Clave	Valor	Clave		
Demostrativo	D	1	Femenino	F	singular	S	0	0
Posesivo	P	2	Masculino	M	Plural	P		
Interrogativo	T	3	Común	C	Invariable	N		
Exclamativo	E							
Indefinido	I							

Ejemplo: *tal* <DD0CS00>

5) Sustantivo (N)

Tipo		Género		Número		Caso	Género semántico	Grado
Valor	Clave	Valor	Clave	Valor	Clave			
Común	C	Femenino	F	Singular	S	0	0	0
Propio	P	Masculino	M	Plural	P			
		Común	C	Invariable	I			

Ejemplo: *señora* <NCFS000>

6) Verbo (V)

Tipo		Modo		Tiempo	
Valor	Clave	Valor	Clave	Valor	Clave
Principal	M	Indicativo	I	Presente	P
Auxiliar	A	Subjuntivo	S	Imperfecto	I
		Imperativo	M	Futuro	F
		Condicional	C	Pretérito	S
		Infinitivo	N		
		Gerundio	G		
		Participio	P		

Persona	Número		Género	
	Valor	clave	Valor	Clave
1	Singular	S	Femenino	F
2	Plural	P	Masculino	M
3				

Ejemplo: *acabó* <VMIS3S0>

7) Pronombre (P)

Tipo		Persona	Género		Número	
Valor	Clave		Valor	Clave	Valor	Clave
Personal	P	1	Femenino	F	Singular	S
Demostrativo	D	2	Masculino	M	Plural	P
Posesivo	X	3	Común	C	Invariable	N
Indefinido	I					
Interrogativo	T					
Relativo	R					

Ejemplo: *ella* <PP3FS000>

8) Conjunciones (C)

Tipo		—	Posición
Valor	Clave		
Coordinada	C	0	0
Subordinada	S		

Ejemplo: *y* <CC00>

9) Numerales (M)

Tipo		Género		Número		Caso	Función
Valor	Clave	Valor	Clave	Valor	Clave		
Cardinal	C	Femenino	F	Singular	S	—	—
Ordinal	O	Masculino	M	Plural	P	0	0
		Común	C				

Ejemplo: *cinco* <MCCP00>

10) Preposiciones (SPS00). Ejemplo: *a* <SPS00>

11) Números (Z). Ejemplo: *5000* <Z>

12) Interjecciones (I). Ejemplo: *oh* <I>

13) Abreviaturas (Y). Ejemplo: *etc*. <Y>

14) Puntuación (F). Todos los signos de puntuación (.,:;-¡!'¿?"%). Ejemplo "." <Fp>

15) Residuales (X). Las palabras que no encajan en las categorías previas. Ejemplo: *sine* <X>

Un ejemplo de marcas en el corpus es el siguiente, para la palabra *bajo* que puede ser tanto una forma verbal como preposición, adverbio, sustantivo o adjetivo: bajar<VMIP1S0> bajo<SPS00> bajo<RG000> bajo<NCMS000> bajo<AQ0MS00>

El valor común de género se emplea tanto para femenino como para masculino, por ejemplo: *alegre*. El valor *invariable* en número se emplea tanto en singular como en plural, por ejemplo, el pronombre *se*.

4.2.2 DESARROLLO Y AMPLIACIÓN DE COBERTURA DE LA GRAMÁTICA

La creación y cobertura de la gramática para sistemas computacionales no puede basarse en la literatura sobre lingüística teórica, por la falta de explicitud, la falta de atención a detalles poco teóricos (como nombres propios, fechas, etc.), y porque además no se consideran los problemas de implementación en computadora (por ejemplo los movimientos de grupos de palabras en distintas posiciones en la oración).

Por un lado, el desarrollo de una gramática grande es extremadamente lento. No existen métodos para hacer eficiente la ingeniería de gramáticas (Erbach y Uszkoreit, 1990). Desde el punto de vista computacional sería deseable modulizar el desarrollo de la gramática (Volk, 1992). Sin embargo, las reglas son muy interdependientes, por ejemplo: los grupos verbales contienen grupos nominales, los grupos nominales pueden representarse mediante grupos verbales en infinitivo, etc. Más adelante presentaremos los detalles de la compilación de la gramática.

Por otra parte, no hay un consenso general sobre la medición de la cobertura de una gramática. Los participantes del *Saarbrücken Grammar Engineering Workshop*[28] reportaron el tamaño de sus gramáticas en bytes, líneas de código, número de reglas, número de unificaciones, descripciones diferentes de nodos, y una lista de los

[28] *1st Workshop on Grammar Engineering: Problems and Prospects*, organizado en Junio de 1990 en Saarbrücken, Alemania, por Gregor Erbach y Hans Uszkoreit.

fenómenos lingüísticos que cubrían. La GPSG (Gazdar *et al.,* 1985) ilustra que el número de reglas por sí mismo no es una buena medida, porque algunas reglas son equivalentes a un gran número de reglas de gramáticas independientes del contexto.

Por esta razón, para indicar la creación y cobertura de nuestra gramática, presentamos, en el Apéndice A, el conjunto de oraciones de prueba, y a continuación describimos las estructuras sintácticas que consideramos:

1 Estructuras de cláusulas. Entre ellas: cláusulas principales, cláusulas subordinadas, oraciones compuestas.

2 Frases.

3 Frases verbales, de verbos auxiliares y finitos.

4 Frases nominales. Consideramos frases simples, la modificación con frases preposicionales y con adjetivos, los infinitivos sustantivados, los sustantivos compuestos y los números.

5 Frases preposicionales. En distintas funciones: como objetos de verbos, como modificadores de sustantivos, adjetivos y adverbios, y como complementos.

6 Frases adjetivas, que modifican los sustantivos.

7 Frases adverbiales. Como modificador verbal, en todas las posiciones posibles. Como complemento.

8 Listas de cláusulas y de frases (nominales, preposicionales y adjetivas).

9 Otros fenómenos lingüísticos:

- Concordancia. En el grupo nominal, entre sustantivos y adjetivos, y todas sus variantes. Entre grupo nominal como sujeto y verbo. Entre verbo auxiliar y los grupos: de participio, de sustantivo y de adjetivo.
- Grupos de tiempo. Por ejemplo: hace un mes, una semana, todo el año.
- Puntuación. Separando grupos y como enfatizadores.

También consideramos algunos fenómenos específicos como el caso: adjetivo *todo* + artículo + grupo nominal, por ejemplo *todos los niños de la calle*.

Una evaluación estadística basada en un corpus del español, que presentamos más adelante en la sección dedicada a la verificación de la gramática.

4.2.3 MEJORA EN LA GRAMÁTICA

Las reglas que compilamos cubren las estructuras sintácticas antes descritas. La lista completa de las reglas la presentamos en la siguiente sección. En esta sección detallamos las mejoras que introdujimos en nuestra gramática, independientemente del contexto del español. A continuación las enumeramos:

1 Reglas recursivas, por ejemplo para aceptar varios adjetivos consecutivos.

2 Convenciones para mejorar la capacidad expresiva y para una formulación más compacta, como la alternancia.

3 Convención de opcionalidad, para permitir varios constituyentes que a su vez no sean obligatorios.

4 Restricción de concordancia, la empleamos para evitar una clase de generación en exceso.

5 La inclusión del elemento rector, marcado con el signo "@".

6 La inclusión de relaciones sintácticas, por ejemplo un adverbio tiene una relación de modificación (mod) respecto a un verbo rector.

7 Inclusión de elementos de puntuación.

8 Inclusión de marcas semánticas. Marcamos grupos nominales con descripción semántica de tiempo. Por ejemplo: semana, año, etc.

9 Pesos estadísticos para graduar el número de reglas que se usan en el análisis.

Las tres primeras mejoras son muy comunes y simplifican la labor de la persona que elabora las reglas. La cuarta mejora es indispensable en un lenguaje con tanta flexión como el español. Las restantes mejoras no son muy comunes en este tipo de gramáticas.

Pocos estudios han considerado la inclusión del elemento rector con la misma noción de las gramáticas de dependencias, por ejemplo Collins (1999). Nuestra razón principal para incluir el elemento rector, en este contexto, es facilitar la conversión de un árbol sintáctico de constituyentes resultante de un análisis sintáctico mediante CFG, a un árbol de dependencias correspondiente a la DG (*Dependency Grammar*) para la misma oración. Este procedimiento se detalla en la sección 4.2. Como ya mencionamos, la estructura de dependencias tiene la ventaja de mostrar las relaciones entre las palabras mismas de la oración.

Consideramos el marcado muy simple de grupos nominales de tiempo para detectar complementos circunstanciales. La idea general es poder identificar por anotación en el diccionario, mediante marcas de descriptores semánticos, las subclases del tipo: tiempo, lugar, manera, etc. De esta forma es posible mejorar la precisión sin aumentar considerablemente el número de variantes generadas. Suponemos que un etiquetamiento mayor de lexemas en el diccionario, del tipo mencionado, hará más exitosa la desambiguación.

Siguiendo a Jones (1994) —que consideró la puntuación como las marcas que no son léxicas y que se encuentran en los textos— incluimos los siguientes elementos de puntuación: coma, punto y coma, dos puntos, punto, signos de interrogación, signos de admiración, paréntesis, comillas, guiones, y apóstrofo. En nuestra gramática tomamos en cuenta elementos de puntuación que funcionan como enfatizadores (*dijo que quería "un dulce"*), como separadores de listas de elementos similares (*rojo, verde, azul*), y como delimitadores de modificadores (adverbios, circunstanciales). La inclusión de elementos de puntuación está relacionada con la calidad de la gramática y con la disminución de la cantidad de frases correctas que la gramática no puede analizar.

Partimos de una gramática general con base en manuales gramaticales y de un corpus de textos reales, pero tuvimos que reducir la generalidad de la gramática para evitar el elevado número de variantes. Por ejemplo, un complemento circunstancial puede estar realizado sintácticamente mediante adverbios, grupos preposicionales, grupos del gerundio; al considerar un complemento realizado como grupo nominal se incrementa el número de variantes, ya que cualquier grupo nominal sería considerado, adicionalmente a su condición de posible sujeto, objeto directo o constituyente de grupos preposicionales y grupos de gerundio, como un complemento circunstancial.

Es imposible atribuir valores absolutos, cierto o verdadero, a la aplicación de una regla y a la estructura gramatical resultante. No podemos partir de la suposición de que cada regla, aunque se haya mostrado su validez, se pueda aplicar siempre en la misma forma, por lo que es necesario considerar leyes probabilísticas. Así que asignamos pesos bajos (prioridad alta) a las reglas más empleadas y pesos más altos (prioridad baja) a las reglas que además de introducir un mayor número de variantes no son muy empleadas. Por ejemplo, un grupo nominal algunas veces es un complemento circunstancial.

4.2.4 VERIFICACIÓN PRELIMINAR DE LA GRAMÁTICA

La verificación de una gramática se realiza manualmente o semiautomáticamente mediante computadora. Por supuesto, es menos complicado cuando se trata de una gramática pequeña. Para verificar una gramática grande se ha considerado el empleo de un corpus, sin embargo, la objeción es que un corpus no contiene ejemplos de los fenómenos lingüísticos de forma sistemática. Gazdar (1999) considera los siguientes criterios como adecuados para verificar una gramática computacional:

- Si la gramática genera en exceso, es decir, si la gramática acepta construcciones incorrectas.
- Si la gramática subgenera, es decir, si la gramática no puede analizar frases correctas.

- Si la gramática asigna estructuras apropiadas a las oraciones que logró analizar.
- Si la gramática es bastante simple.
- Si la gramática es general, es decir, que sea una gramática capaz de realizar generalizaciones con respecto a las estructuras consideradas.

Considerando estos criterios, creamos un corpus de oraciones de prueba. Los conjuntos de pruebas se construyen desde el punto de vista lingüístico (Netter *et al.,* 1998). También se ha intentado usar corpus, con distintos niveles de marcado, con el inconveniente de la cantidad de trabajo que se requiere para transformarlo, porque usualmente las oraciones de un corpus no contienen fenómenos lingüísticos aislados ni variación sistemática de ellos. Bröker (2000) propone un método de reuso del conocimiento para construir la gramática, con la finalidad de compilar su correspondiente conjunto de pruebas, el objetivo principal que se logra es el de cobertura de la gramática.

Nuestro conjunto de prueba, actualmente, cubre los fenómenos lingüísticos considerados en la gramática, pero no tiene el propósito de cubrir toda la gramática. Su objetivo principal es mostrar lo siguiente:

- Ejemplos del tipo de construcciones que se analizan correctamente.
- Ejemplos negativos, es decir, para qué construcciones las oraciones se rechazan.
- Ejemplos de concordancia, ya que está explícita en las reglas, mostrar qué tipos de concordancia se consideraron.

Cada uno de los ejemplos tiene el propósito de mostrar un fenómeno lingüístico. Con el proceso de este corpus no se observan todos los resultados de las mejoras consideradas, ya que su función está enfocada a la calidad del analizador sintáctico: a la disminución de variantes, a la asignación de estructuras apropiadas y a la simplificación de la gramática. Este corpus solamente es adecuado

para indicar que la gramática está caracterizada para reconocer si las oraciones pertenecen al lenguaje descrito o no (adecuación observada).

A falta de una metodología aceptada de forma general para la medición del funcionamiento de una gramática, que sea objetiva, rigurosa y verificable, consideramos el uso de un conjunto de pruebas para mostrar la cobertura de la gramática y, adicionalmente, pruebas en un conjunto grande de textos. A continuación presentamos los resultados obtenidos con el analizador sintáctico que describimos en las secciones previas para el análisis sintáctico del corpus LEXESP.

En un fragmento del corpus, de 2 MB, se tienen 2552 oraciones. Del total de oraciones se analizó el 66%. La longitud promedio fue de 18 palabras, aunque el rango de longitud va de una palabra a 156 palabras. El número de variantes va de una a 10^9, con un promedio de 98×10^6. De las 872 oraciones que no se analizaron, 200 corresponden a frases donde faltaban marcas morfológicas.

De 119,007 oraciones, el 50% del corpus, se analizó el 55% de ellas, con una longitud promedio de 22 palabras. El rango de longitud va de una palabra a 297 palabras. El número de variantes va de una variante a 10^{10}, con un promedio de 129×10^6. Un total de 15,477 oraciones, de las 54010 que no se analizaron, son oraciones con palabras sin marca morfológica.

Como habíamos mencionado, crear una gramática computacional grande toma mucho tiempo. Entre las tareas que se deben realizar está la modificación de las características de los datos de entrada. Entre los aspectos que consideramos que se pueden mejorar se encuentran:

– Marcaje de POS de mejor calidad.

  Incluyendo el marcaje de POS de los casos acusativo y dativo.

  La generación en exceso de marcas de POS alimenta la generación excesiva de análisis sintácticos, puesto que cada marca más de la necesaria genera al menos una marca sintáctica más de las necesarias.

- Inclusión de marcas semánticas. Por ejemplo locativo, etc.
- Modificación de las relaciones sintácticas. Por ejemplo: la reducción de relación de un adverbio, que ahora se considera tanto en relación adverbial como circunstancial.

Existen muchos otros factores que inciden en la verificación de la gramática y que por el momento están fuera del ámbito de este estudio, como el género de los textos. Por ejemplo, oraciones muy largas de tipos específicos de texto son mucho más complicadas y difíciles de analizar, oraciones del lenguaje hablado, etc.

4.2.5 REGLAS GRAMÁTICALES

En esta sección presentamos todas las reglas gramaticales que compilamos. En secciones anteriores dimos las razones teóricas, aquí presentamos los detalles y aspectos prácticos.

Para describir construcciones recursivas empleamos reglas recursivas como la siguiente, donde el elemento de la izquierda también aparece en la parte derecha de la regla:

LIS_CLAUSE → @:CONJ [SEP_O] coord_conj:LIS_CLAUSE

En esta regla, además, ejemplificamos la opcionalidad que se marca con corchetes. El elemento SEP_O (separadores en la oración) puede aparecer o no en una lista de oraciones precediendo a una conjunción. Con la regla anterior, describimos una lista de cláusulas que puede estar constituida por un sin fin de cláusulas, ya que adicionalmente contamos con la regla:

LIS_CLAUSE → @:CLAUSE

que está embebida en la regla siguiente, donde se considera la lista de cláusulas separadas por elementos de puntuación:

LIS_CLAUSE → @:CLAUSE [[SEP_O]
coor_conj:LIS_CLAUSE]

Un ejemplo de las convenciones para mejorar la capacidad expresiva de la gramática y que permitirá tener una formulación más compacta, es la alternancia. En el siguiente ejemplo, el separador en

las oraciones puede ser una coma, un punto y coma, dos puntos, etc.:

SEP_O → ',' | ':' | ';' | '...' | '(' | '-' | ')'

Las restricciones más comunes son las que tratan los fenómenos de concordancia y subcategorización. La subcategorización, como ya vimos, es una información que especifica las propiedades de combinación de las palabras. La subcategorización describe los requisitos sintácticos que impone un determinado elemento léxico sobre sus argumentos o complementos. La subcategorización solamente se considera en forma general, mediante reglas que indican la posibilidad de que un verbo tenga objeto directo, objeto indirecto u otros complementos. No se considera en detalle en esta gramática, principalmente por su incapacidad para describirla en relación con cada palabra y con el contexto, además, como indicamos en el capítulo dos, esta información se incluye de una manera adecuada y mucho más completa en los patrones de rección.

En lugar de unificación para los rasgos, explícitamente marcamos las características en las reglas. El poder de la unificación es la ventaja que ofrece en la creación o ingeniería de la gramática, al reducir la inmensa labor de especificarla, es decir, de marcarla. Según datos de Uszkoreit y Zaenen (1996) la especificación de gramáticas grandes de unificación ha tomado alrededor de cuatro años, mientras que el desarrollo de gramáticas anotadas ha sido de ocho a doce años. Nosotros especificamos la concordancia en una forma general, y un módulo de programación que desarrollamos la expande con las restricciones de rasgos. Por lo que, aunque no es muy detallada, permitió que su elaboración se realizara en un tiempo mucho más corto.

La concordancia, al igual que la subcategorización, es difícil de expresar en gramáticas independientes del contexto, debido a que estas características implican dependencia del contexto. Por ejemplo, hay que conocer las características del sujeto y del verbo principal para determinar si están en concordancia, es decir, se necesita consultar la información de varios constituyentes.

La solución que aplicamos para la concordancia es especificarla directamente en las reglas. Por ejemplo, la siguiente regla para el grupo de determinantes (DETER) abarca los determinantes (DET) como *esta*, *su*, etc., y los artículos (ART) como *el*, *un*, etc.:

DETER(nmb,gnd)
→ DET(nmb,gnd)
→ ART(nmb,gnd)

Estas dos reglas las convertimos automáticamente en ocho reglas, ya que *nmb* representa el rasgo de número que tiene dos valores: singular y plural, y *gnd* representa el rasgo género que tiene los valores: femenino y masculino. De la misma forma se modifican las reglas para incluir el número de persona en los grupos verbales y en los grupos nominales. La concordancia afecta únicamente el lado derecho de las reglas.

Aunque de esta forma tenemos un gran número de reglas, conseguimos disminuir la generación en exceso, además de que no es necesario escribir todas las reglas, por el proceso automático que las expande. Por ejemplo, en la siguiente regla el sustantivo (N) y el grupo del adjetivo (AP) deben concordar en género y número, en todas sus posibilidades. Para indicar que no se requiere la concordancia se escriben variables diferentes: *nmb2*, *gnd1*, etc.

NOM(nmb,gnd,pers) → @:N(nmb,gnd,pers) mod:AP(nmb,gnd)

En el compendio de reglas gramaticales independientes del contexto consideramos como punto principal especificar un conjunto de reglas que permitieran tener la mayor cobertura posible sin reconocer oraciones incorrectas del español. Como ya explicamos en la sección anterior, esto representa un conflicto. Nosotros optamos por asignar prioridades, de tal manera que sólo se consideren las reglas que no son muy generales en caso de que no se pueda analizar con las reglas de mayor prioridad.

Estas reglas que consideramos no generales, y que ocasionan errores en una mayor cantidad de oraciones, se refieren a casos como el de grupos nominales. Por ejemplo, *modelo Granada* (refiriéndose a un modelo de automóvil), *plan castración, pilas*

botón, etc., para analizarlos correctamente se requiere aumentar el conjunto de reglas con la siguiente regla, donde no se unifican los rasgos:

(20) NP(nmb, gnd) → @:NP(nmb, gnd) NOM(nmb1, gnd1)

es decir, se eliminaría la concordancia, lo que equivaldría, por un lado, a permitir concordancia incorrecta en los casos que por error se presentaran, o, por otro, a cometer errores en la ocurrencia de elementos disjuntos (por ejemplo: *trasladaron a las pantallas fenómenos sociales, pusieron en el escenario rosas rojas*). Así que dimos una prioridad muy baja a esta regla. Las prioridades aparecen entre paréntesis al inicio de cada regla, por omisión la probabilidad es cero, que es la más alta prioridad.

En las siguientes secciones mostramos detalladamente la gramática independiente del contexto que compilamos para el español.

4.2.5.1 SIGNOS CONVENCIONALES DE LA GRAMÁTICA

Prioridades de las reglas

0	: la mayor prioridad (construcciones sencillas)
5 a 15	: construcciones complejas
20	: la menor prioridad (grupo del sustantivo sin concordancia)

Categorías gramaticales

ADJ	: adjetivo
ADV	: adverbio
ADVP	: grupo adverbial
AP	: grupo del adjetivo
AUX	: verbo auxiliar
BEG_S	: puntuación inicio oración
CIR	: complementos circunstanciales
CLAUSE	: cláusula
CLAUSIN	: cláusula sin circunstanciales
CONJ_C	: conjunciones coordinantes

CONJ_SUB	: conjunciones subordinantes
DETER	: determinante
END_S	: signos de puntuación al final oración
GER	: gerundio
INFP	: grupo del verbo en infinitivo
LIS_CLAUSE	: lista de cláusulas
LIS_NP	: lista de grupos nominales
LIS_PP	: lista de grupos preposiciones
CONJ	: conjunciones
N	: sustantivo
N_TIE	: sustantivo (descriptor semántico de *tiempo)*
NOM	: grupo nominal sin determinante
NOM_TIE	: lo mismo, con descriptor semántico de *tiempo*
NP	: grupo nominal
NP_TIE	: lo mismo, con descriptor semántico de *tiempo*
NUM	: numeral
PART	: participio
PP	: frase preposicional
PPR	: pronombre
PPR_C	: pronombre acusativo y dativo
PPR_D	: pronombre demostrativo
PPR_ID	: pronombre indefinido
PPR_N	: pronombre ordinal
PPR_IT	: pronombre interrogativo
PPR_PE	: pronombre personal
PPR_PO	: pronombre posesivo
PPR_R	: pronombre relativo
PR	: preposición
S	: oración completa de entrada
SEP_O	: signo de puntuación dentro de la oración
VERB	: verbo
VIN	: verbo en indicativo
VCO	: verbo en condicional
VSJ	: verbo en subjuntivo
VP	: grupo verbal finito
VP_DOBJ	: objeto directo del verbo finito

VP_INF : grupo del verbo en infinitivo para no auxiliares
VP_INF_DOBJ : objeto directo del infinitivo
VP_INF_OBJS : secuencia de otros objetos del infinitivo
VP_MODS : modificador del verbo
VP_OBJS : secuencia otros objetos del verbo finito
VP_V : núcleo del grupo verbal
V_INF : núcleo del grupo del infinitivo

Títulos de relaciones y de parámetros

adver : relación adverbial
cir : relación circunstancial
comp : relación completiva
coord_conj : relación coordinada o conjuntiva
det : relación determinativa
dobj : relación objeto directo
gnd : parámetro de género
mean : parámetro de clasificación de verbo (modal o aspectual)
mod : relación modificadora
nmb : parámetro de número
pers : parámetro de persona
pred : relación predicativa
prep : relación prepositiva
subj : relación de sujeto
subor : relación de subordinación

4.2.5.2 Reglas de la gramática

S → [BEG_S] @:LIS_CLAUSE END_S
una o más CLAUSE

LIS_CLAUSE
→ [coor_conj:CONJ] @:CLAUSE [SEP_O coor_conj:LIS_CLAUSE]
ella dice, ella hace

→ coor_conj:LIS_CLAUSE [SEP_O] @:CONJ [SEP_O] coor_conj:LIS_CLAUSE # *y ella busca ...*
→ @:LIS_CLAUSE coor_conj:LIS_CLAUSE
cuando *llegaron el hecho estaba consumado*

CLAUSE
→ [coor_conj:CONJ] @:CLAUSIN
→ @:CLAUSE [SEP_O] cir:CIR
El investigador descubre algunas cosas, de vez en cuando ....
→ cir:CIR [SEP_O] @:CLAUSE
Entre semana, por decisión del jefe, están restringidos

CLAUSIN
→ [subj:LIS_NP(nmb,gnd,pers)] @:VP(nmb,pers,mean)
El investigador descubre algunas cosas
→ [subj:LIS_NP(nmb,gnd,pers)] [SEP_O] [adver:ADVP [SEP_O]] @:VP(nmb,pers,gnd,AUX)
Los sobres, comúnmente blancos, son ahora membretados
→ subj:LIS_NP(nmb,gnd,pers) SEP_O [adver:ADV [SEP_O]] @:VP(nmb,pers,mean)
El investigador, frecuentemente descubre algunas cosas

SEP_O → ',' | ':' | ';' | '...' | '(' | '"' | '-' | ')'

END_S → '-'| ')'| '!'| '"'| '?'| '.'

BEG_S → '-' | '¿' | '¡'

CONJ
→ CONJ_C # y, o, sino, pero
→ CONJ_SUB # si, porque sea, ya
(10) → @:CONJ_C CONJ_SUB # *sino porque*
→ '...'

GERP
→ @:GER # *caminando*
→ @:GER dobj:NP(nmb,gnd,pers) [obj:PP]
brincando una barda

→ @:GER obj:LIS_PP [dobj:NP(nmb,gnd,pers)]
 # caminando por el patio

LIS_GERP
→ @:GERP [',' coord_conj:GERP]
 # caminando, corriendo
→ LIS_GER @:CONJ coord_conj:GERP
 # caminando, corriendo y saltando

CIR
→ @:ADVP
 # mal, durante meses
→ [mod:'todo' @:NP_TIE(nmb,gnd,pers) *# toda esta semana*
→ @:PR prep:NP_TIE(nmb,gnd,pers) *# y a los dos días*
→ @:PR prep:HACE_TIE
 # desde hace una semana
→ @:LIS_GERP
... y maquinando trastadas en grupo
→ @:LIS_PP [mod:ADV]
 # En Okinawa, a finales de la segunda guerra, cuando...
(20) → @:LIS_NP(nmb,gnd,pers)
 # Dos edificios antes, junto a una tienda, venden...

HACE_TIE → @:'hacer' NP_TIE(nmb,gnd,pers)

LIS_NP(nmb,gnd,pers) → @:NP(nmb,gnd,pers)

LIS_NP(PL,gnd,pers)
→ @:NP(nmb,gnd) ',' coord_conj:LIS_NP(nmb1,gnd1)
 # bajo, gordo, rechoncho
→ LIS_NP(nmb1,gnd1) @:CONJ coord_conj:NP(nmb,gnd)
 # la mezquindad, el afán crítico, y la envidia de sus semejantes
(10) → LIS_NP(nmb1,gnd1,pers1) @:CONJ &coor_conj:PP
la mezquindad, el afán crítico, y hasta la envidia

NP(nmb,gnd,pers)
→ [det:DETER(nmb,gnd)] @:NOM(nmb,gnd,pers)
#los científicos americanos

→ @:PPR_ID(nmb,gnd,pers) [prep:PP]
 # muchas | muchas de ellas
→ @:PPR_IT(nmb,gnd,pers) [prep:PP]
 # quién | quién de ellas
→ @:PPR(nmb,gnd,pers) *# ella*
→ [det:DETER(nmb,gnd)] @:'cual'
 # lo cual | las cuales
→ [det:DETER(nmb,gnd)] @:PPR_PO(nmb,gnd,pers)
 # lo suyo | las suyas
→ [det:DETER(nmb,gnd)] @:PPR_N(nmb,gnd,pers)
 # la primera
→ mod:'todo' @:NP(nmb,gnd,pers)
 # todos los mercados
→ '“' @:NOM(nmb,gnd,pers) '”' *# "feliz"*
(10) → &det:DETER(nmb,gnd) @:N(nmb,gnd,pers) pred:PP
&comp:AP(nmb,gnd,pers)
 # un libro de cuentos desgastado por los año
→ [&det:DETER(nmb,gnd)] @:NOM(nmb,gnd,pers) [',']
pred:LIS_PP [',']
 # el primer día de sol y de viento
→ @:DETER(nmb,gnd) pred:PP *# el de las rosas*
→ mod:AP(nmb,gnd) @:NOM(nmb,gnd,pers)
 # amplias zonas de árboles
(5)→ det:DETER(nmb,gnd) @:AP(nmb,gnd) [pred:PP] *# el rojo*
(20) → @:NOM(nmb,gnd,pers) mod:NOM(nmb1,gnd1,pers1)
 # pilas botón

NOM(nmb,gnd,pers)
→ [num:NUM(nmb)] @:N(nmb,gnd,pers) *# 5000 años*
→ @:N(nmb,gnd,pers) [','] mod:AP(nmb,gnd) [',']
 # noticiario, televisivo,
→ mod:AP(nmb,gnd) @:N(nmb,gnd,pers) *# alguna galaxia*
→ @:N(nmb,gnd,pers) pred:PP *# aceite de oliva*
(15) → @:N(nmb,gnd,pers) comp:N(nmb,gnd,pers)
[mod:AP(nmb,gnd)] *# tiempos más lejanos*

→ mod:AP(nmb,gnd) @:N(nmb,gnd,pers) mod:AP(nmb,gnd)
 # única mano válida
→ NUM(nmb) *# 5000*
→ INFP # *comprar una torta, beber un jarrito y escuchar rock*

PPR(nmb,gnd,pers)
→ PPR_D(nmb,gnd,pers) *# éste | éstos*
→ PPR_PE(nmb,gnd,pers) *# ello | él*
→ PPR_R(nmb,gnd,pers) *# cuya | mismo*

DETER(nmb,gnd)
→ DET(nmb,gnd) *# aquel*
→ ART(nmb,gnd) *# el, un*

AP(nmb,gnd)
→ @:ADJ(nmb,gnd) comp:ADJ(nmb,gnd)
 # antitelevisiva tradicional
→ @:ADJ(nmb,gnd) adver:ADV
 # racial extremadamente
→ mod:ADV @:ADJ(nmb,gnd) *# muy feliz*
→ @:ADJ(nmb,gnd) [',' comp.:AP(nmb,gnd)]
 # racial, sexual o física
→ AP(nmb,gnd) @:CONJ coor_conj:ADJ(nmb,gnd)
 # vertical u horizontal
→ @:ADJ(nmb,gnd) pred:LIS_PP *# lleno de ...*

PP
→ @:PR prep:LIS_NP(nmb,gnd,pers) *# de la tal señora*
→ @:QUE
→ @:PR prep:QUE *# de que se enojaba*
→ @:PR prep:INFP *# de caminar una hora*
(10) → @:PR prep:CLAUSE *# de no se que señora*

QUE
→ @:'que' prep:CLAUSE *# que se enojaba*
→ @:'que' prep:NP(nmb,gnd,pers) *# que la señora*

LIS_PP

→ @:PP [',' coord_conj:LIS_PP]
 # en noticiarios televisivos, en diarios, en ..

→ LIS_PP @:CONJ coord_conj:PP
 # al patio trasero y a la escalera

(30) → @:CONJ coord_conj:PP ','
ni en espectáculos, ni en conseguir que.....

ADVP

→ ADV *# bueno | malo*
→ @:PR adver:ADV [mod:ADV] *# por atrás*
→ @:ADV comp:NP_TIE(nmb,gnd,pers1) *# durante meses*
→ @:ADV mod:ADJ(nmb,gnd) *# tanto mejor*
→ @:HACE_TIE *# hace un año*
→ @:ADV adver:ADV *# incluso más*
(10) → @:ADV comp:NP(nmb,gnd,pers) comp:QUE_NP
más bajo que alto
→ @:ADV mod:PP *# incluso de día*
(10) → @:PP # a decir verdad
(10) → @:ADV comp:NP(nmb,gnd,pers) *# como un rosario*
(20) → @:ADJ *# feliz*

QUE_NP

→ @:'que' prep:NP(nmb,gnd,pers)
 # que aquel hombre

NP_TIE(nmb,gnd,pers)

→ [[mod:'todo'] det:DETER(nmb,gnd)]
@:NOM_TIE(nmb,gnd,pers) *# todo el día*
→ det:DETER(nmb,gnd) @:NOM_TIE(nmb,gnd,pers) prep:PP
 # el día de la bandera

NOM_TIE(nmb,gnd,pers)

→ cuant:NUM(nmb) [mod:AP(nmb,gnd)]
@:N_TIE(nmb,gnd,pers) [mod:AP(nmb,gnd)]
 # dos largos años grises

N_TIE(nmb,FEM,3PRS)
→ @:'semana'| @:'hora' | @:'mañana' | @:'tarde' | @:'noche'

N_TIE(nmb,MASC,3PRS)
→ @:'día'| @:'año'| @:'mes'| @:'ayer'| @:'siglo'| @:'minuto'| @:'milenio'| @:'decenio
→ @:'lunes'| @:'martes'| @:'miércoles'| @:'jueves'| @:'sábado'| @:'domingo'
→ @:'febrero'| @:'enero'| @:'marzo'| @:'abril'| @:'mayo'| @:'junio'
→ @:'julio'| @:'agosto'| @:'septiembre'| @:'octubre'| @:'noviembre'| @:'diciembre'

VP_MODS
→ ADVP
→ @:LIS_GERP

VP(nmb,pers,gnd,AUX)
→ [clit:PPR_C(nmb1,gnd1,pers1)] @:VERB(nmb,pers,AUX) [mod:ADV] [dobj_suj:NP(nmb,gnd,pers)]
era pariente de ...
→ [clit:PPR_C(nmb1,gnd1,pers1)] @:VERB(nmb,pers,AUX) [mod:ADV] dobj:AP(nmb,gnd) # es fatal
→ @:VERB(nmb,pers,AUX) [mod:ADV] dobj:N(nmb,gnd,pers) obj:PP
hay vida en alguna...
→ @:VERB(nmb,pers,AUX) [mod:ADV] obj:PP dobj:N(nmb,gnd,pers)
hay en algún lugar una escuela...

VERB(nmb,pers,AUX)
→ VIN(nmb,pers,AUX)| VCO(nmb,pers,AUX)| VSJ(nmb,pers,AUX)
→ [clit:PPR_C(nmb1,gnd1,pers1)] @:'haber' [adver:ADVP] PART(SG,MASC,AUX) PART(nmb,gnd)
le había sido visto
→ @:'haber' aux:NP(nmb,gnd,3prs) # *había testigos*

VP(nmb,pers,mean)
→ VP_DOBJ(nmb,pers,mean)
→ VP_OBJS(nmb,pers,mean)

VP_DOBJ(nmb,pers,mean)
→ @:VP_OBJS(nmb,pers,mean) obj:LIS_NP(nmb1,gnd1,pers1)
 # clavaban sus dardos
→ @:VP_DOBJ(nmb,pers,mean) comp:LIS_PP
 # trasladó su fábrica a la frontera
→ @:VP_DOBJ(nmb,pers,mean) mod:VP_MODS
 # ordenó una fila moviendo las sillas

SUJ_DOBJ
→ @:'al' prep:NP(nmb,gnd,pers)
→ @:'a' prep:NP(nmb,gnd,pers)
→ @:NP(nmb,gnd,pers)

VP_OBJS(nmb,pers,mean)
→ [adver:ADV] @:VP_V(nmb,pers,mean) [mod:VP_MODS]
 # provocaban en su mente
→ [adver:ADV] @:VP_V(nmb,pers,mean) [obj:LIS_PP]
 # salieron del corral
→ @:VP_OBJS(nmb,pers,mean) obj:LIS_PP
 # clavaban sus dardos por todo el cuerpo
→ @:VP_OBJS(nmb,pers,mean) mod:VP_MODS
 # jugaban el último partido provocándose a cada momento

VP_V(nmb,pers,mean)
→ [clit:PPR_C(nmb1,gnd1,pers1)
[clit:PPR_C(nmb2,gnd,pers2)]] @:VP_SV(nmb,pers,mean)
 # se les llamase, se les haya dicho

VP_SV(nmb,pers,mean)
→ @:VERB(nmb,pers,mean) *# creo*
→ @:'haber'(nmb,pers) [adver:ADVP] PART(SG,MASC)
 # habían incluso dudado
→ @:'estar' [&adver:ADVP] AP(nmb,gnd) *# estaba contento*

→ @:'estar'(nmb,pers) [adver:ADVP] PART(nmb,gnd)
 # está mal visto
→ @:'ser'(nmb,pers) [adver:ADVP] PART(nmb,gnd)
 # es folicularmente handicapado

PPR_PE(nmb,gnd,3PRS) (10) → 'usted'

VERB(nmb,pers,mean)
→ VIN(nmb,pers,mean) | VCO(nmb,pers,mean) |
VSJ(nmb,pers,mean)

PPR_PE(nmb,gnd,3PRS) → 'usted'

INFP
→ @:VP_INF [SEP_O coord_conj:INFP] *# cantar, reír*
→ INFP @:CONJ coord_conj:VP_INF *# vivir y morir*
→ [adver:ADV] @:V(INF,AUX) [adver:ADV] *# morir también*

VP_INF
→ @:VP_INF_DOBJ
 # convertir la bandera de los rayos en oficial
→ @:VP_INF_OBJS *# ir a la cárcel...*

VP_INF_DOBJ
→ @:VP_INF_OBJS [','] dobj_suj:SUJ_DOBJ
[dobj_suj:SUJ_DOBJ]
 # dar su consentimiento
→ @:VP_INF_DOBJ [','] obj:LIS_PP
 # introducir unos centímetros en su interior
→ @:VP_INF_DOBJ [','] mod:VP_MODS
 # decir una palabras negando su sentir

VP_INF_OBJS
→ @:V_INF
 # esperar pacientemente
→ @:VP_INF_OBJS [','] obj:LIS_PP *# marchar hasta ...*
→ @:VP_INF_OBJS [','] mod:VP_MODS
 # marchar torciendo ...

V_INF

→ [adver:ADV] @:V(INF,mean) [adver:ADV] # *no estar hoy*
→ [adver:ADV] @:'haber'(INF) [adver:ADV] PART(SG,MASC) [adver:ADV]
no haber presentado puntualmente, habían siempre quedado..
→ [adver:ADV] @:'ser'(INF) [adver:ADVP] PART(nmb,gnd) [adver:ADV] # *ser entrevistada*

4.2.6 ALGORITMO DE TRANSFORMACIÓN DE ÁRBOLES DE CONSTITUYENTES EN ÁRBOLES DE DEPENDENCIAS

4.2.6.1 CONDICIONES DE TRANSFORMACIÓN

La más importante de las mejoras introducidas en las gramáticas independientes del contexto (GPSG, HPSG) es la marca del elemento rector. Esta marca permite transformar, mediante un algoritmo, el árbol de constituyentes a un árbol simple de dependencias. Esta transformación permitirá simplificar la labor de identificación de valencias, tanto para el analizador sintáctico general como para la compilación de los patrones de rección (que se describe en el siguiente capítulo). Por ejemplo, en la siguiente regla para un grupo nominal, el sustantivo es el elemento rector.

NOM(nmb,gnd,pers) → @:N(nmb,gnd,pers) Adj(nmb,gnd)

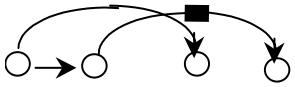
Dos conceptos son importantes en esta transformación.

La primera consideración inevitable para esta transformación es la suposición de que todas las oraciones sujetas al análisis son *proyectivas*. Mel'čuk (1988) indica que existen oraciones que no son proyectivas pero que todas ellas de alguna manera están marcadas de forma enfática, estilística, comunicativa o contienen elementos sintácticos especiales.

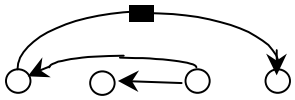
La proyectividad[29] es una propiedad del orden de palabras. Una oración se dice proyectiva si y solo si entre los arcos de dependencia que enlazan sus formas de palabras:

[29] También definida como adyacencia por algunos autores.

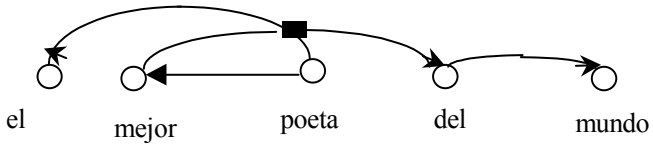
a) Ningún arco atraviesa a otro arco.



b) Ningún arco cubre el nodo tope.

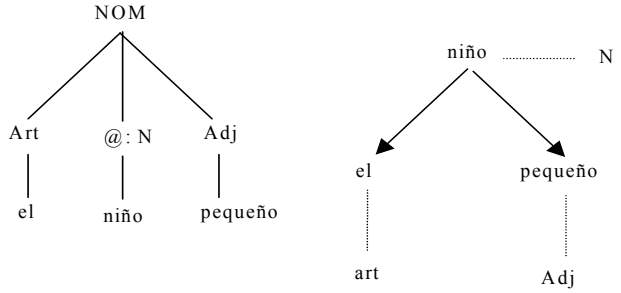


Un ejemplo de frase que viola la proyectividad es: *el mejor poeta del mundo.*



En las gramáticas independientes del contexto la proyectividad es estricta, es decir, es propiedad inalienable. La misma restricción se presenta también en algunos sistemas de análisis sintáctico basados en dependencias (Sleator y Temperley, 1993; Eisner, 1996). Así que nuestra consideración no es arbitraria.

La segunda consideración inevitable es que, teniendo en cuenta la regla anterior, para transformar su árbol de constituyentes tomamos el elemento rector como nodo raíz y todos los nodos hijos restantes del elemento izquierdo de la regla como dependientes directas de él. Cada constituyente con *n* hijos contribuye con *n* – 1 dependientes.



Esto significa que podemos usar reglas con un solo núcleo, por ejemplo del tipo:

PP → @:PR N y CLAUSE → @:V NP

donde PP es una frase preposicional, PR es una preposición, CLAUSE es una oración, V es un verbo y NP es un grupo del sustantivo. Los núcleos se marcan con el símbolo @. Estas reglas cumplen con la Forma Normal de Chomsky, que se detalla en la sección 4.3. En cambio, no es posible usar reglas del tipo:

CLAUSE → @:V @:PR N

donde N depende de PR y todo este grupo depende de V.

Estas dos consideraciones son necesarias y suficientes para hacer la transformación de árboles de dependencias en árboles de constituyentes. Ambos formalismos, dependencias y constituyentes, describen el mismo lenguaje, aunque las transformaciones no son de uno a uno. Pero el hecho de que un árbol de dependencias represente a varios árboles de constituyentes no viola la consideración de que se trata del mismo lenguaje. Después de la transformación se pueden identificar las estructuras iguales. Considerando restricciones no muy estrictas, cada gramática de constituyentes tiene una gramática de dependencias propia. Con esta condición, podemos tomar cualquier gramática para estudios teóricos y prácticos.

La indicación de sentido de las flechas, es decir, la marca de dependencia, se define con las etiquetas que establecen las relaciones. Estas etiquetas son de modificación (*mod*), prepositivas (*prep*), etc.

4.2.6.2 Algoritmo básico de transformación

En el algoritmo de transformación de un árbol de constituyentes en uno de dependencias, se recorre el árbol de constituyentes en un orden determinado, mediante un recorrido en profundidad. Empieza en la raíz y visita recursivamente a los hijos de cada nodo en orden de izquierda a derecha. Una vez que llega a nodos cuyos hijos cubren terminales, por ejemplo N(PL,FEM,3PRS) → *NCFP000, asigna un nodo del árbol de dependencias al terminal del elemento

rector, y enlaza a los hermanos en el árbol de constituyentes como dependientes del nodo previamente definido en el árbol de dependencias.

Para cada uno de los nodos dependientes se traslada su marca de dependencia para indicar la flecha de esa dependencia. El nodo superior del nodo de constituyentes se asigna como nodo superior del nodo rector definido en el árbol de dependencias, y se elimina el nodo de constituyentes. De esta forma, se va convirtiendo el árbol de constituyentes en uno de dependencias en forma ascendente. El último paso corresponde al enlace del nodo rector en el tope del árbol de constituyentes, ya que convierte al nodo raíz en un nodo que cubre terminal, por lo que se detiene el proceso. En la figura 14 mostramos el algoritmo recursivo desarrollado.

Convertir_a_dependencias

Para cada hijo **q**, del nodo **n** (del árbol de constituyentes) que no cubre un terminal, de izquierda a derecha,
hacer lo siguiente:

- *Convertir_a_dependencias*
- Asignar el nodo **m** (del árbol de dependencias) al elemento rector de los hijos del nodo **n**
- Para todos los hijos del nodo **n** (que no sean el elemento rector) hacerlos dependientes de **m**
- Trasladar las marcas de dependencias
- Asignar como nodo superior de **m** al mismo nodo superior de **n** y eliminar el nodo **n**

Figura 14. Algoritmo de transformación de un árbol de constituyentes a uno de dependencias

Como ejemplo de esta transformación presentamos la transformación de una frase del corpus LEXESP. En la figura 15 se aprecia la representación que del árbol de constituyentes obtenemos con nuestra gramática generativa para la frase *Los alumnos solicitaron becas al director*. Con sangrías en el texto se marcan las

```
2:
7120   S → @:CLAUSE $PERIOD
12576  CLAUSE →  (subj) NP(PL,MASC,3PRS)
       @:VP_DOBJ(PL,3PRS,MEAN)
6924   NP(PL,MASC,3PRS) →  (det) ART(PL,MASC)
       @:N(PL,MASC,3PRS)
307    ART(PL,MASC) → <*TDMP0> (Los: el, 0/0)
174    N(PL,MASC,3PRS) → <*NCMP000> (alumnos: alumno, 1/0)
26765  VP_DOBJ(PL,3PRS,MEAN) →
       @:VP_DOBJ(PL,3PRS,MEAN)  (mod) PP
23435  VP_DOBJ(PL,3PRS,MEAN) → @:VIN(PL,3PRS,MEAN)
       (obj) N(PL,FEM,3PRS)
398    VIN(PL,3PRS,MEAN) → <*VMIS3P0> (solicitaron: solicitar,
       2/0)
170    N(PL,FEM,3PRS) → <*NCFP000> (becas: beca, 3/0)
16763  PP → @:PR  (prep) N(SG,MASC,3PRS)
301    PR → <*SPCMS> ( al: al, 4/1)
175    N(SG,MASC,3PRS) → <*NCMS000> (director: director, 5/0)
142    $PERIOD → <*Fp> (.: ., 6/0)
```

Figura 15. Análisis sintáctico de constituyentes para la frase: *Los alumnos solicitaron becas al director*

agrupaciones. Los números de la izquierda corresponden a un número de orden alfabético de las reglas de la gramática. Las reglas que en la parte derecha sólo tienen un terminal entre paréntesis y asterisco inicial, como PR → <*SPCMS>, indican, al final la palabra, que representan tanto la cadena de entrada como la forma base, por ejemplo: (*solicitaron: solicitar*).

El árbol de constituyentes es la variante número 2 que obtuvimos con la siguiente entrada del corpus LEXESP:

Los alumnos solicitaron becas al director.

Los (0) el (*TDMP0) (0) él (*PP3MP000) (1) lo (*NCMP000) (2)
los (*NP0000) (3)
alumnos (1) alumno (*NCMP000) (0)
solicitaron (2) solicitar (*VMIS3P0) (0)
becas (3) beca (*NCFP000) (0)
al (4) al (*NP00000) (0) al (*SPCMS) (1)
director (5) director (*NCMS000) (0) director (*NP00000) (1)
. (6) . (*FP) (0)

Entre paréntesis se presentan las marcas morfológicas codificadas de acuerdo al código *parole* empleado para el proyecto EURO WORDNET (Rodríguez *et al.,* 1998). El primer número entre paréntesis corresponde al número de palabra en la oración de entrada, y los siguientes paréntesis con números corresponden a la numeración de diferentes marcas morfológicas. El asterisco marca su condición de terminal, es decir, de palabra de entrada.

En la figura 16 presentamos la estructura de dependencias, la representación obtenida con nuestra gramática generativa pero en forma gráfica, esta estructura la obtenemos con el algoritmo desarrollado a partir de la estructura de constituyentes.

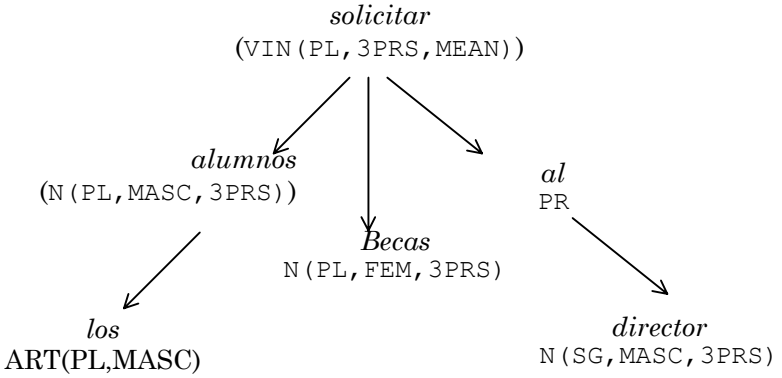


Figura 16. Análisis sintáctico de dependencias para la frase *Los alumnos solicitaron becas al director*

4.3 Analizador basado en constituyentes y unificación

El algoritmo empleado para realizar el análisis sintáctico con las reglas ponderadas relaciona cadenas de símbolos con el conocimiento lingüístico almacenado en las reglas y con el diccionario de palabras marcadas. Este algoritmo es el mecanismo computacional que infiere la estructura de las cadenas de palabras a partir del conocimiento almacenado.

Un algoritmo de análisis sintáctico de este tipo es un procedimiento que prueba diferentes formas de combinar reglas gramaticales para encontrar una combinación que genere un árbol que represente la estructura de la oración de entrada para su interpretación correcta. Durante el procesamiento de los datos se crean muchas estructuras temporales, las estructuras finales son el resultado del análisis. Los algoritmos de análisis sintáctico más empleados por su eficiencia se basan precisamente en gramáticas independientes del contexto.

Los algoritmos deciden qué reglas probar y en qué orden, para lo cual combinan diferentes estrategias y estructuras temporales. Existen diferentes estrategias para este proceso: dirigido por las hipótesis o por los datos, procesamiento secuencial o paralelo, análisis determinista o no determinista. Las estructuras están relacionadas directamente con las estrategias empleadas.

El análisis sintáctico dirigido por las hipótesis o por la gramática es conocido también como descendente. Busca primero en la gramática las reglas y va construyendo estructuras hasta completar las palabras de la secuencia de entrada. Va construyendo estructuras desde el símbolo inicial ***S*** correspondiente a la oración, hacia abajo, hasta encontrar la secuencia de palabras de la entrada. El análisis sintáctico dirigido por los datos es conocido como ascendente, e inicia con las palabras de la secuencia de entrada para ir encontrando las reglas cuya parte derecha contiene esas combinaciones de palabras adyacentes. Va construyendo estructuras hacia arriba hasta llegar al símbolo inicial que representa a la oración.

El procesamiento secuencial prueba una opción hasta el final, y si falla, regresa a puntos anteriores del proceso e incluso hasta el punto inicial. El procesamiento paralelo prueba diferentes posibilidades al mismo tiempo. Mientras el primero opera en una sola computadora, el segundo requiere procesamiento paralelo. Existen procesos que podrían considerarse intermedios entre éstos. Por ejemplo el pseudo paralelismo (Tomita, 1986), que a partir de determinados puntos del proceso prueba diferentes opciones en secuencia y continúa hasta resolver el conflicto. Los algoritmos para el procesamiento paralelo son más complejos y difíciles de escribir, además de que requieren grandes cantidades de tiempo de cálculo, por lo que se han empleado escasamente.

El análisis determinístico sigue siempre un solo camino, mientras que el no determinístico tiene que elegir, en algunos puntos, diferentes caminos. Los algoritmos determinísticos son más eficientes aunque más limitados, ya que no presentan opciones. El que los algoritmos sean determinísticos o no determinísticos depende de la gramática y del analizador.

Los métodos ascendentes aprovechan su conocimiento de los elementos léxicos, mientras que los descendentes aprovechan su conocimiento de las reglas gramaticales. Aunque los descendentes tienen la ventaja de considerar el contexto izquierdo, tienen las desventajas de considerar palabras y categorías que no aparecen en la secuencia de entrada y de repetir análisis cuando el mismo símbolo aparece en distintos contextos. Los ascendentes tienen la ventaja de considerar solamente las palabras que aparecen en la cadena de entrada y de construir un análisis parcial de la misma estructura, pero tienen la desventaja de no tener restricciones contextuales, por lo que prueban muchas combinaciones para las que no hay reglas.

Además de la estrategia, que tiene sus ventajas y desventajas, para tener un análisis eficiente un punto muy importante es almacenar los resultados intermedios, así se evita la redundancia en el espacio de búsqueda. Kay (1980) propuso una estructura de datos que remediara esta falla, a la que denominó *chart*, y que nosotros nombraremos simplemente *tabla*. Un *chart* o tabla es una estructura

de datos que almacena resultados parciales, de manera que el trabajo no tenga que duplicarse. Lleva el registro de todos los constituyentes derivados en un punto del análisis, así como aquellas reglas que se han aplicado con éxito parcial pero que todavía no se logran completar. Estas estructuras generalmente se han representado mediante arcos. Los arcos activos son aquellos a los que les falta algún constituyente por reconocer. En la figura 17 mostramos la correspondencia entre las representaciones de árbol y de tabla para un grupo nominal.

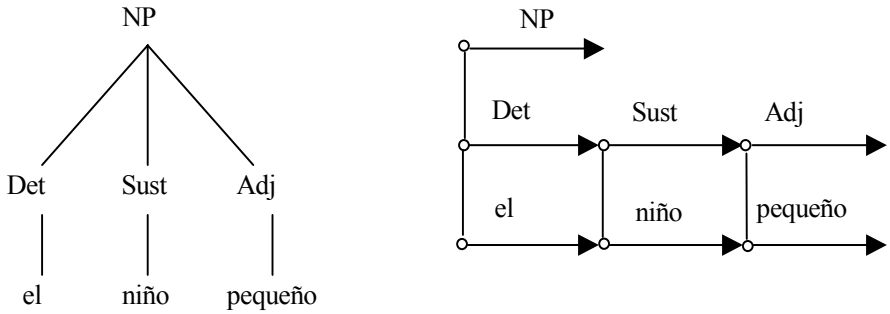


Figura 17. Representaciones de árbol y de tabla para el grupo nominal *El niño pequeño*

La operación básica de un analizador sintáctico basado en tabla es combinar un constituyente incompleto con un constituyente ya completo. Por ejemplo un grupo nominal sin modificador posterior con un grupo preposicional complemento de sustantivo. El resultado será entonces un nuevo constituyente (un grupo nominal para este ejemplo) o un nuevo arco activo, que es una extensión del anterior (un grupo nominal al que le sigue faltando un modificador posterior). Todos los constituyentes que están completos se guardan en una lista hasta que son requeridos por el analizador de tabla. Cuando el último arco activo se completa, termina el reconocimiento.

Allen (1995) considera que los analizadores sintácticos basados en tabla son más eficaces que los que se basan solamente en búsqueda ascendente o descendente, debido a que un mismo

constituyente nunca se construye más de una vez. Aunque es claro que la eficiencia práctica dependerá de la forma en que se implemente, las estructuras de datos que se empleen, el lenguaje de programación y la máquina específica.

Dadas las restricciones que impone de por sí una gramática independiente del contexto, escogimos este algoritmo de tabla como un analizador eficiente y simple para nuestro objetivo. Uno de los algoritmos ascendentes mejor conocidos por su poder para analizar cualquier gramática independiente del contexto es el algoritmo CKY (Kasami, 1965; Younger, 1967), pero no es eficiente. En cambio, con manejo de tabla es muy conocido por su eficiencia e implementación (Eisner, 1996; Sikkel y Akker, 1993). Para los teóricos la eficiencia se refiere a que en el peor caso requiere un tiempo $O(n^3)$, y para una gramática de tamaño fijo requiere un tiempo $O(n^2)$ (Kay, 1980), donde n es el número de palabras de la oración.

El algoritmo CKY emplea una gramática en forma especial, la Forma Normal de Chomsky (CNF en inglés). En las gramáticas CNF las reglas de producción son del tipo $A \rightarrow BC$ o $A \rightarrow a$. Cualquier gramática independiente del contexto en CNF puede generar un lenguaje independiente del contexto. Para convertir una gramática independiente del contexto a la forma normal de Chomsky se requieren los siguientes pasos:

- Añadir un nuevo símbolo inicial.
- Eliminar todas las reglas con el elemento vacío (ε).
- Eliminar todas las reglas de un solo elemento en la derecha ($A \rightarrow B$, $A \rightarrow A$).
- Convertir todas las reglas restantes.
- Introducir auxiliares por terminales (en lugar de $A \rightarrow d\ B$, introducir $A \rightarrow Z\ B$ y $Z \rightarrow d$).
- Introducir auxiliares por no-terminales (en lugar de $A \rightarrow BCD$, introducir $A \rightarrow B\ X$ y $X \rightarrow CD$).

El algoritmo CKY opera de la siguiente forma. Se considera una gramática CNF con k no-terminales, m terminales y n reglas de producción. Para saber si una cadena de entrada puede ser generada por esa gramática, hace lo siguiente: si $a[i, j]$ es una subcadena de la entrada desde la posición i hasta la j ($0 < i, j \leq n$), construye una tabla que diga para cada i y j, cuál símbolo (si existe) genera la cadena $a[i, j]$. Una vez que tiene la tabla, revisa si el símbolo inicial puede generar la cadena de entrada $a[1, n]$.

La tabla se construye por inducción en la longitud de las subcadenas $a[i, j]$. Es fácil para subcadenas de longitud 1: A genera $a[i, i+1] = a$, si y sólo si existe la regla $A \rightarrow a$ en la gramática. Para longitudes mayores se hace una revisión exhaustiva para cada regla de producción. Para la regla $A \rightarrow BC$ revisa si existe una k (entre i y j) tal que B genera $a[i, k]$ y C genera $a[k+1, j]$. Como estas subcadenas son menores que $a[i, j]$ se encuentran ya en la tabla.

El algoritmo CKY se muestra en la figura 18 (Goodman, 1998).

```
(Boleano) chart [1..n, 1..|N|, 1..n +1] := FALSE
Para todo el conjunto de reglas
    Inicializar s
    Para cada regla del tipo A → ωs
    chart [s, A, s +1] := TRUE;
Para la longitud l, de la más corta a la más larga
    Para cada una, incializar s
    Para cada una dividir la longitud t
    Para cada regla del tipo A → BC
    chart [s, A, s + 1] := chart [s, A, s + l ] ∨ chart [s, B, s + t ]
                           ∧ chart [s + t, C, s + l ] ∧ TRUE;
regresa chart [1, S, n +1];
```

Figura 18. Algoritmo de análisis sintáctico ascendente de *tabla*

La estructura de datos de la tabla es un arreglo booleano de tres dimensiones, donde un elemento chart[i, A, j] es verdadero si existe la derivación $A \overset{*}{\Rightarrow} \omega_i, \ldots \omega_{j-1}$, de lo contrario es falso. La línea

chart [s, A, s+1] := chart [s, A, s+ l] $\vee$ chart [s, B, $s + t$] $\wedge$
chart [$s + t$, C, s + l] $\wedge$ TRUE;

indica que si existen $A \rightarrow BC$ y $B \overset{*}{\Rightarrow} \omega s, \ldots \omega s + t - 1$ y $C \overset{*}{\Rightarrow} \omega s + t, \ldots \omega s + l - 1$, entonces $A \overset{*}{\Rightarrow} \omega s, \ldots \omega s + l - 1$.

Una vez que se han revisado las extensiones de longitud uno, se pueden revisar las extensiones de longitud dos y así sucesivamente. En la figura 18 el ciclo abarcador es el ciclo de longitudes, de la más corta a la mayor. Los tres ciclos interiores examinan todas las posibilidades: de combinaciones, de las posiciones de inicio, de las separaciones de longitudes y de las reglas.

Los árboles se obtienen modificando el algoritmo de reconocimiento para llevar el registro de los apuntadores de retroceso para cada arco que se va produciendo.

4.4 Los patrones de rección avanzados, un método alternativo

Como se expuso en la sección 1.2 y en la sección anterior, las descripciones de la estructura superficial en la MTT están orientadas a los seres humanos. Aunque toda la información de los PR es necesaria, no debemos imponer la estructura del formalismo ya que para nosotros la finalidad de su uso es el procesamiento lingüístico de textos por computadora. Además, la estructura de los patrones de rección debe modificarse para ayudar a identificar, clarificar y comparar las piezas de su información, con la finalidad de facilitar el diseño de un diccionario de PR, su uso y reuso. Cuando se construye un diccionario, uno de los objetivos es la generalidad del formato, y la posibilidad de una organización de trabajo modular.

En la nueva estructura formal que proponemos, considerando las caracterizaciones del español expuestas en las secciones anteriores, además de modernizar su formato, nos basamos en los sistemas de análisis sintáctico que dan mayor importancia a los diccionarios, donde cada característica se representa dando su nombre y sus valores, con múltiples valores permitidos para cada palabra. La

capacidad que hace posible almacenar generalizaciones sintácticas en el diccionario es el sistema de pares de atributo valor (véanse por ejemplo Pirelli *et al.,* 1994; Flickinger, *et al.,* 1985; Marcus *et al.,* 1994).

El sistema de atributo—valor se ha empleado en varios formalismos, especialmente se observa en el formalismo HPSG que utiliza las denominadas matrices de atributo—valor (AVM en inglés). Ejemplos de varias palabras, con esta descripción mediante AVM, se presentaron en la sección 1.2-HPSG.

La nueva estructura la denominamos patrones de rección avanzados (PRA), en primer lugar para evitar el nombre ligado especialmente a la MTT y en segundo para tener un formato orientado a las computadoras.

La información contenida en los PRA corresponde a la expuesta en el capítulo anterior, y a la considerada en el formalismo de la MTT (en la tabla de PR), salvo la indicación de obligatoriedad de la presencia de cada valencia. En un PRA, la indicación de obligatoriedad, las posibles combinaciones de actuantes y las combinaciones prohibidas las hemos considerado de otra forma.

En la figura 19 presentamos la estructura formal y la notación de los PRA. El primer atributo denominado *Lexema* corresponde a la primera sección de los PR, la palabra encabezado. Su valor corresponde al lexema numerado con un sentido específico y una realización sintáctica particular, por ejemplo *querer*$_2$**.**

El segundo atributo, denominado descripción, corresponde a la segunda sección de los PR, la explicación semántica de la situación relacionada a cada verbo específico[30], por ejemplo: *person X desires thing Y*.

El tercer atributo corresponde a la tercera sección de los PR, la tabla de patrones de rección, donde las realizaciones de las valencias

[30] Empleamos el inglés para la descripción de significado puesto que no existe un lenguaje semántico sin homonimia ni sinonimia. El inglés nos parece más conveniente que el mismo español para lectores hispanohablantes.

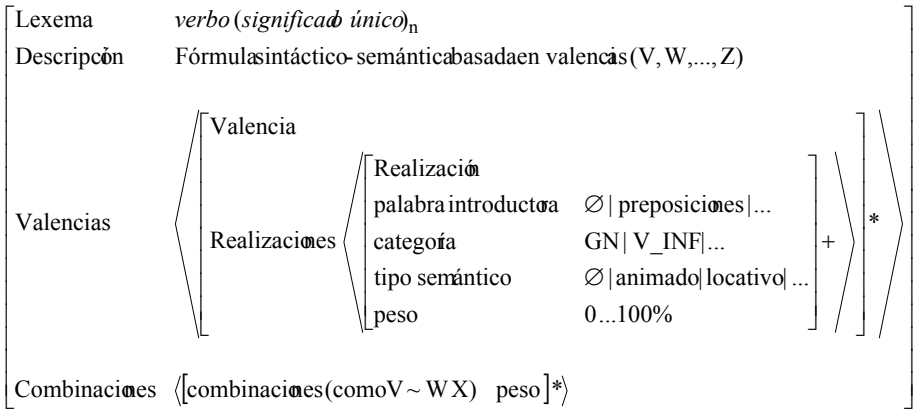


Figura 19. Patrones de rección avanzados. Aquí**:** + denota uno o más elementos; * denota cero o más elementos; ~ denota el verbo

sintácticas se describen recursivamente con una matriz atributo—valor. En cada realización se permiten los siguientes atributos:

- Palabra introductora
- Categoría gramatical
- Tipo semántico
- Peso

Las palabras introductoras son, principalmente, preposiciones simples o complejas, aunque también pueden ser palabras que introducen cláusulas subordinadas, como *que*, o en el caso de una realización directa con grupo nominal, realmente no está presente. Las categorías gramaticales son de cualquier tipo.

Los descriptores semánticos pueden ser de diversos tipos, nosotros hemos considerado principalmente la animidad y la locatividad. La primera se explicó en forma detallada en la sección 2.2, de la segunda presentamos en un ejemplo de la sección 2.4. La consideración de descriptores semánticos, como locatividad, se ha considerado en trabajos recientes. Bleam *et al.* (1998) llegan a la conclusión de que para capturar propiedades léxico semánticas, que ayuden a reducir las variantes en el análisis sintáctico, es necesario

introducir características de propiedades semánticas. La diferencia entre su trabajo y el nuestro es que ellos definen una clase de preposiciones locativas (no específicas para cada verbo dado) e imponen una restricción en un nodo del árbol elemental[31] para los verbos de movimiento que utilizan esa misma clase. Un punto importante de convergencia es que consideran la necesidad de separar las frases preposicionales cuyo significado está implícito en el verbo, de las demás.

El peso considerado en las realizaciones define las probabilidades de llenado de diferentes valencias. Por ejemplo, en las frases siguientes, la segunda valencia del verbo *acusar* aparece realizada en tres formas diferentes: como *a* GN, como pronombre reflexivo y como clítico.

A quienes acusan de comportamiento arrogante.
El fiscal me acusa de delito de alta traición.
Acusándole de ser el sostenedor y portavoz de Mario Segni.

Y cada una de ellas tiene una probabilidad diferente. En los ejemplos siguientes, la tercera valencia del verbo *solicitar* aparece realizada con diferentes preposiciones introductoras:

Solicitará al seleccionador argentino Alfio Basile la posibilidad de volver a jugar con Argentina.

El Consejo Superior de Deportes solicita de la Subsecretaría del Ministerio de Cultura la designación de dos inspectores técnicos.

Los aficionados solicitaron unos pases con el delegado.

Y de entre estas realizaciones algunas son más frecuentes que otras, es decir, tienen diferentes probabilidades. La obligatoriedad queda implícita en este peso. Si una valencia tiene presencia en todas las oraciones extraídas del corpus para un verbo específico, se considera como una evidencia de obligatoriedad.

El último atributo corresponde a la cuarta sección de los PR, los ejemplos de combinaciones posibles y de las combinaciones no

[31] Los árboles elementales en las "Gramáticas de adjunción de árboles" representan un cierto tipo de subcategorización para una clase de verbos.

permitidas. Entre las dificultades que se presentan para definir los ejemplos de esta sección se encuentran los siguientes:

- No deben ser aleatorios.
- Se basan en experiencia.
- Se requiere que sean exhaustivos.

Lo que implica que los ejemplos posibles e imposibles se deben describir por personas muy calificadas. Además de esto hay que considerar que el español tiene un orden de palabras más libre que el inglés, pero no totalmente libre, por lo que las posibles combinaciones de valencias son limitadas. A partir de la indicación de obligatoriedad se pueden definir algunas combinaciones no deseadas, pero no la totalidad. Las combinaciones posibles y las prohibidas pueden definirse basándose en cierta experiencia, pero no reflejarían los cambios en el lenguaje ni las preferencias en dominios específicos. Por lo que para adquirir esta información consideramos la obtención de pesos estadísticos.

Para el inglés funciona bien buscar usualmente todos los objetos del verbo después de él. Sin embargo, para el español, la información de posibles posiciones de la valencia es necesaria para el analizador sintáctico. Por ejemplo, en las frases 1, 2 y 3, anteriores, el objeto indirecto no aparece después del verbo, de tres maneras distintas: 1) en la forma *a* GN antes del verbo, 2) como pronombre reflexivo entre sujeto y verbo, y 3) como clítico dentro del verbo.

Así que, además de la información determinística, incluimos en los PRA información de evaluación, en forma numérica, de probabilidades de diferentes opciones. La información de evaluación incluye:

- Probabilidades de llenado de diferentes valencias.
- Probabilidades del uso de diferentes opciones de la misma valencia.
- Medidas de compatibilidad de varias combinaciones de opciones específicas para diferentes valencias.

Esta información, determinística y probabilística, es muy útil para el procesamiento lingüístico de textos por computadora. Además, tiene uso inmediato en el análisis sintáctico, y en filtros para rechazar resultados intermedios imposibles o no deseados. Por ejemplo, el analizador sintáctico empleará esta evidencia para buscar las valencias aún en enlaces distantes. Si el verbo *acusar* requiere forzosamente la presencia del objeto directo, con esta indicación el analizador sintáctico buscará este pedazo de información alrededor del verbo, considerando también las probabilidades de su aparición antes y después del verbo.

La obtención de datos estadísticos confiables para evaluación estadística es muy difícil, y aún algunas veces el uso de estimaciones subjetivas previas (inventadas por el investigador) es mejor que la ignorancia total de esa información. Entonces, para compilar los PRA se requiere información sintáctica, estadística y conectada con la semántica. En la parte semántica es necesario incluir la marca de animidad y de locatividad en el corpus. Además, se requiere detectar la llamada atracción léxica (ocurrencia concurrente en estructura sintáctica) entre los verbos y las preposiciones que introducen las valencias y diferenciar las valencias correspondientes a diversos significados del verbo.

En la figura 20 presentamos el PRA del verbo *acusar*. Ya que no existen diccionarios para el español con información completa de subcategorización, consideramos la información de varios autores. Por ejemplo, Penadés (1994) considera el verbo *acusar* entre 145 verbos que analizó, con el siguiente esquema sintáctico-semántico:

alguien	acusa	a alguien	de algo
agente puro causativo interno directo	acción causativa intrínseca directa	afectado especificado	especificación

Entre otros autores, Alonso (1960) muestra algunos ejemplos de empleo: esquema sintáctico-semántico: *a alguno al*, *ante el juez*, *de haber robado*, *de los pecados* (verbo reflexivo), *de lo mal que se ha portado* (verbo reflexivo). Nañez (1995) presenta el uso de preposiciones en orden alfabético para construcciones sintácticas;

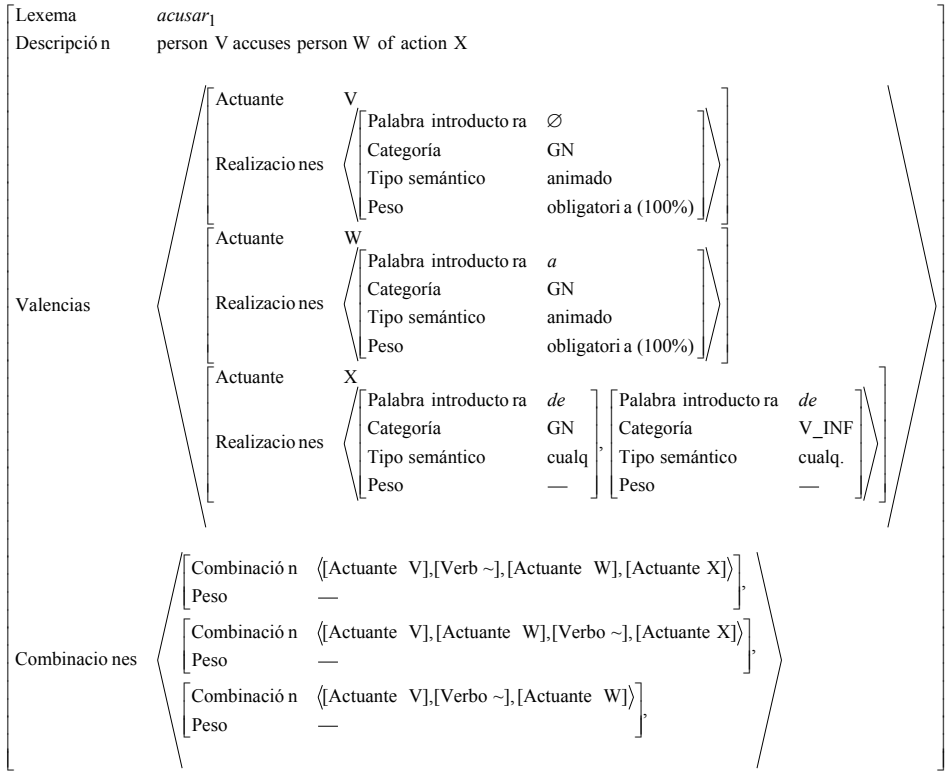


Figura 20. Estructura formal para el verbo *acusar*

para el autor, el verbo *acusar* emplea las preposiciones *a, ante, de*; también muestra algunos ejemplos de uso en la misma forma que Alonso.

Con esta información no es posible llenar completamente los PRA y aún alguna información considerada requerirá comprobación con bases de datos de textos o con la experiencia de recursos humanos calificados. Los campos de los pesos quedan con la marca "—", que indica ausencia de datos. En el capítulo cuatro presentamos la adquisición de estos pesos mediante un método automático.

Capítulo 5 Compilación de patrones de rección avanzados

En este capítulo presentamos el método de obtención de los objetos de los verbos, de los sustantivos y de los adjetivos del español, es decir, el método de compilación del diccionario de patrones de rección avanzados. Por la cantidad de entradas del diccionario, varios miles, no es posible compilarlo manualmente, más difícil aún es determinar las frecuencias o pesos requeridos usando solamente la intuición lingüística de un hablante nativo

Cuando se dispone de un corpus de textos marcado sintácticamente y desambiguado, es decir, un corpus de textos con marcas de las relaciones sintácticas correctas, no es tan problemático calcular dichos pesos. Sin embargo, estas fuentes no existen para todos los lenguajes ni para todos los tipos de géneros de textos.

Es por eso que aquí presentamos un procedimiento semiautomático para compilar el diccionario de PRA a partir de un corpus de textos. Este método tiene como objetivo primordial estimar los pesos de las combinaciones de los objetos de los lexemas predicativos, con los cuales se construirán los PRA del diccionario principal para la resolución de ambigüedad sintáctica.

En este capítulo presentamos el algoritmo, su aplicación a textos reales y, por último, los resultados obtenidos de su aplicación en el analizador básico.

5.1 Métodos lexicográficos: tradicionales y automatizados

La lexicografía es la actividad cuyo dominio de estudio es la construcción de diccionarios. Un diccionario de una lengua dada es un repertotio del léxico de esa lengua que ofrece una descripción de cada palabra según un patrón relativamente rígido. Los datos proporcionados varían de un diccionario a otro: pronunciación, etimología, definición, ejemplos de uso, etc.

Muchos de los requerimientos generales para definiciones lexicográficas son igualmente aceptables tanto para humanos como para dispositivos automatizados. Las decisiones lexicográficas impecables solamente las logran los lexicógrafos de alto nivel. Pero los especialistas en aplicaciones también logran decisiones de valor si éstas se basan en razonamiento, comparaciones, y experimentos de máquina.

Generalmente, los proyectos lexicográficos han requerido esfuerzos de muy largo aliento, y la participación de especialistas. Con la aparición de la computadora estos proyectos se han acelerado. Sin embargo, tienden a crecer en tamaño, por lo que el diseño y la construcción de diccionarios de varias decenas o centenas de miles de palabras es una tarea que involucra el trabajo de muchas personas durante años, en la especificación, el diseño, la compilación de datos léxicos, la estructuración de la información y el formateo adecuado para su presentación. Por ejemplo, la compilación del Diccionario del español usual en México (DEUM, 1996) tomó varios años, aún cuando emplearon algunas herramientas computacionales de la época (este trabajo se describe en Lara y Ham, 1979; García-Hidalgo, 1979).

El uso del léxico implementado en computadora lleva a una mayor convergencia de la teoría léxica y la práctica lexicográfica, ya que puede proveer información estadística y permite la manipulación de información en forma más rápida, situación que además de facilitar el trabajo del lexicógrafo le permite tomar mejores decisiones. Por ejemplo, Boguraev y Briscoe (1987) implementaron un algoritmo de transducción que toma los códigos

gramaticales de LDOCE (Procter *et al.,* 1978) y produce códigos adecuados para otros formalismos gramaticales.

Los métodos lexicográficos manuales requieren de mucho esfuerzo económico y de mucho tiempo. En la compilación de diccionarios por computadora pueden incluirse métodos lexicográficos que realicen algunas de las tareas de los expertos, para reducir el tiempo de análisis (oración por oración) de un corpus de textos. Por ejemplo, en forma de herramientas (Chodorow *et al*., 1987).

Los métodos automatizados proporcionan estadísticas de experimentos que constituyen una herramienta muy poderosa y que no era accesible para los lexicógrafos clásicos. Estos métodos reducen el tiempo de trabajo de los expertos y permiten que una persona, sin ser experto lexicógrafo, pueda discriminar la información proporcionada para realizar las definiciones lexicográficas.

El método que proponemos para la compilación del diccionario de Patrones de rección proporciona estadísticas de las combinaciones de subcategorización. Estas estadísticas representan las combinaciones que nuestro método selecciona y clasifica de acuerdo a su aparición en las variantes correctas del análisis sintáctico. Con esta información en una herramienta, los especialistas en aplicaciones realizan comparaciones que, aunadas a su conocimiento lingüístico, determinan las asociaciones de las combinaciones de subcategorización con sus respectivos actuantes.

5.1.1 MÉTODOS TRADICIONALES DE COMPILACIÓN DE DICCIONARIOS

La lexicografía es una rama de la lingüística aplicada que tiene como finalidad el diseño y la construcción de bases de datos léxicas (diccionarios, enciclopedias) para el uso práctico de los seres humanos y de sistemas tecnológicos. También se relaciona con su adecuación a cometidos generales o específicos y con el acopio de los recursos teóricos necesarios para alcanzar estos fines.

Los métodos lexicográficos difieren dependiendo de los objetivos y las fuentes de información. Por ejemplo, un diccionario clásico

puede tener las siguientes características de representación durante el proceso de desarrollo lexicográfico: 1) un formalismo de estructuras de campos como bases de datos para entradas léxicas, con referencias cruzadas a otros campos; 2) un número de notaciones, para diferentes campos o para léxico diferente basado en la misma base de datos lexicográfica; y 3) varias implementaciones (como bases de datos). Pero para construir un diccionario clásico con base en un corpus de textos se requieren varios pasos adicionales (Gibbon, 1999):

1 Adaptación de conjuntos de caracteres, de estructuras de registros, etc. a los requerimientos del marco de trabajo del lexicógrafo.

2 Identificación de las unidades estructurales más pequeñas del texto de entrada, palabras, y resolución de elementos codificados (datos, abreviaturas, etc.)

3 Identificación de las formas de palabra completamente flexionadas que aparecen en el contexto del corpus, que servirá como fuente de información.

4 Especificación de la microestructura: definición de la estructura de los atributos, de la estructura del registro de la base de datos, etc., para los tipos de información léxica que se requiere.

5 Extracción de información:

   (a) análisis estadístico, en sus diferentes variantes (frecuencia de las palabras, frecuencia de pares de palabras, frecuencia de colocaciones, estimación de la probabilidad como información de la microestructura, etc.)

   (b) análisis lingüístico, es decir, lematización (extracción de palabras encabezado), información fonológica, ortográfica, morfológica, sintáctica, semántica y pragmática de microestructura.

En la construcción de diccionarios computacionales los investigadores hacen énfasis en la distinción de entradas mediante el

sentido. Los principios para identificar un sentido en lexicografía según Meyer *et al.* (1990) y Mel'čuk (1988a), son los siguientes:

1 Si para una unidad léxica sugerida pueden aplicar dos posibles mapeos a la ontología[32], entonces se deben crear dos unidades léxicas (es decir, crear dos sentidos si se desea tener significados diferentes apuntando a diferentes partes de una jerarquía de tipos).

2 Si hay restricciones elegibles incompatibles para una unidad léxica sugerida, debe haber dos sentidos.

3 Si hay dos conjuntos incompatibles de ocurrencias concurrentes (morfológicos, sintácticos como marcos de subcategorización, o léxicos como colocaciones), se deben crear dos sentidos.

4 Si hay dos posibles lecturas de una palabra, se deben crear dos sentidos.

La creación de entradas en el diccionario ha sido una tarea manual cuyo trabajo requiere expertos. Mel'čuk (1988a) establece criterios para distinguir sentidos, criterios que están dirigidos a los humanos. Para él, un vocablo es el conjunto de todas las unidades léxicas (sentidos) para el cuál las definiciones lexicográficas están ligadas mediante un puente semántico. Un puente semántico entre dos unidades léxicas es una componente común a sus definiciones, que formalmente expresa un enlace semántico. Una unidad léxica básica de un vocablo es una unidad léxica que tiene un puente semántico con la mayoría de las otras unidades léxicas del vocablo.

Un campo semántico es el conjunto de todas las unidades léxicas que comparten una componente semántica no trivial explícitamente distinguida. Un campo léxico es el conjunto de todos los vocablos cuyas unidades léxicas básicas pertenecen al mismo campo semántico. Aunque Mel'čuk usa un vocablo para agrupar sentidos

[32] La ontología provee un sistema de conceptos (identificación de conceptos y cualquier relación entre ellos). Cada sentido de la palabra se enlaza a algún concepto en la ontología, que se espera sea independiente de lenguajes particulares.

similares bajo una *superentrada*, cualquier entrada principal puede tener cualquier número de grupos de sentidos bajo ella.

Mel'čuk articula el principio de descomposición, donde la definición de una unidad léxica debe contener solamente términos que son semánticamente más simples que la unidad léxica. Más aún, a través de su principio de puente semántico, las definiciones de cualesquiera dos unidades léxicas del mismo vocablo deben enlazarse explícitamente, ya sea por un puente semántico o por una secuencia de puentes semánticos.

Estos principios deben seguirse en la construcción de un diccionario y asegurar su consistencia interna. Más importante aún es que estos principios deben aplicarse para determinar la relación entre una definición y el resto del diccionario, incluyendo otras definiciones de la misma entrada principal. Mel'čuk hace seis observaciones pertinentes para agrupar y ordenar los sentidos de una entrada:

1 El agrupamiento en un vocablo polisémico tiene una motivación semántica, es decir, todos los lexemas deben compartir al menos un componente semántico importante.

2 La división en grupos de sentidos está sustentada semánticamente.

3 El ordenamiento se basa en proximidad semántica.

4 El ordenamiento se basa en cuál entrada es semánticamente más simple.

5 Un sentido intransitivo se sitúa antes de un sentido transitivo, de nuevo basado en simplicidad semántica (el transitivo se define en términos del intransitivo).

Litkowski (1992) considera como principios lexicográficos para organizar un diccionario computacional, los siguientes: las entradas principales y palabras encabezado, el agrupamiento y el orden de sentidos, y por último las seudoentradas. Por entradas principales y palabras encabezado, se refiere a que las unidades léxicas en un diccionario generalmente tienen la intención de asegurar la lexicalización del significado, uniendo grupos y configuraciones de

elementos semánticos en unidades léxicas reales y proveyendo información sintáctica y léxica de ocurrencia concurrente. Pueden existir varias entradas correspondientes a homónimos.

El agrupamiento y el orden de sentidos se refieren a que la creación de sentidos para un diccionario computacional tiene consecuencias importantes para el compromiso del análisis sintáctico que se implemente. En diccionarios para sistemas amplios, mientras más información se tenga en el diccionario la estructura de una entrada supone mayor importancia, particularmente la manera en la que los sentidos se relacionan uno a otro.

Por seudoentradas se refiere a que se codifica otro grupo distinto de entrada léxica para caracterizar generalidades lingüísticas y léxicas. Las seudoentradas codifican solamente abstracciones semánticas o gramaticales, constituyen entradas metalingüísticas en el diccionario. Las seudoentradas varían en importancia con la teoría gramatical.

Ilson y Mel'čuk (1989) discuten varios problemas léxico-gramaticales: las cuasi pasivas, las variaciones sintácticas y los complementos objeto y sujeto. Las cuasi pasivas no son posibles en todos los verbos, son lexemas separados de sus formas activas, mientras que las pasivas reales son formas gramaticales del mismo lexema. Por lo que discuten que las pasivas reales no se deben describir como entradas separadas en las entradas propias del diccionario.

La variación sintáctica se refiere a que puede haber dos patrones de rección que tengan el mismo significado para un solo sentido de un verbo. Por lo que discuten que solamente es necesario un sentido en el diccionario. En los complementos sujeto / objeto, algunos son obligatorios y deben incluirse entre los argumentos de los verbos correspondientes, mientras que otros son opcionales y añadidos libremente. Así que arguyen que el reconocimiento debe tratarse en la gramática y no como resultado de diferentes entradas.

En todos estos casos, cierta información puede situarse en el diccionario. Tal vez la clave para hacer distinciones sea la eficiencia en el procesamiento, por ejemplo, situar información en el

diccionario, si puede tenerse acceso a ella, y usarla más eficientemente que el retroceso a través de varias trayectorias en un analizador sintáctico. Con el desarrollo de reglas léxicas, reglas derivacionales y funciones de colocación que pueden situarse en el diccionario mismo, es difícil determinar exactamente dónde abandonar la creación de entradas del diccionario, es decir, en qué momento detener las definiciones lexicográficas.

5.2 Información sintáctica para los PRA

La obtención de los patrones de rección avanzados implica principalmente obtener el enlace de los grupos nominales y de los grupos preposicionales que realizan los objetos de los verbos, de los sustantivos y de los adjetivos. La fuente más común de ambigüedad sintáctica, y también el tipo de ambigüedad más difícil de resolver, es la ambigüedad al unir estos grupos.

Por ejemplo, para una frase simple como *Trasladaron la filmación desde los estudios hasta el estadio universitario*, pueden asignársele al menos las interpretaciones sintácticas que se muestran en la figura 21, donde aparecen los árboles de dependencias simplificados para cinco variantes. Realmente los árboles de dependencias son más detallados. Para este ejemplo, un hablante nativo escogería la primera estructura como la interpretación más probable, tomando en cuenta cierta información léxica.

Ahora, si consideramos únicamente POS, la estructura para el mismo ejemplo es V NP P NP P NP (V significa verbo, NP sustantivo o grupo nominal, y P preposición). Esta estructura de categorías sintácticas no proporciona toda la información necesaria para seleccionar la primera estructura para la frase del ejemplo. Podemos incluso dar ejemplos de frases para las cuales son correctas las otras cuatro estructuras. Por ejemplo, la variante 3 de la figura 21 corresponde a la estructura correcta de una frase para el verbo *relatar*: *Relataron* [[*su vida desde los diez años*] *hasta su muerte*], que también tiene la estructura V NP P NP P NP.

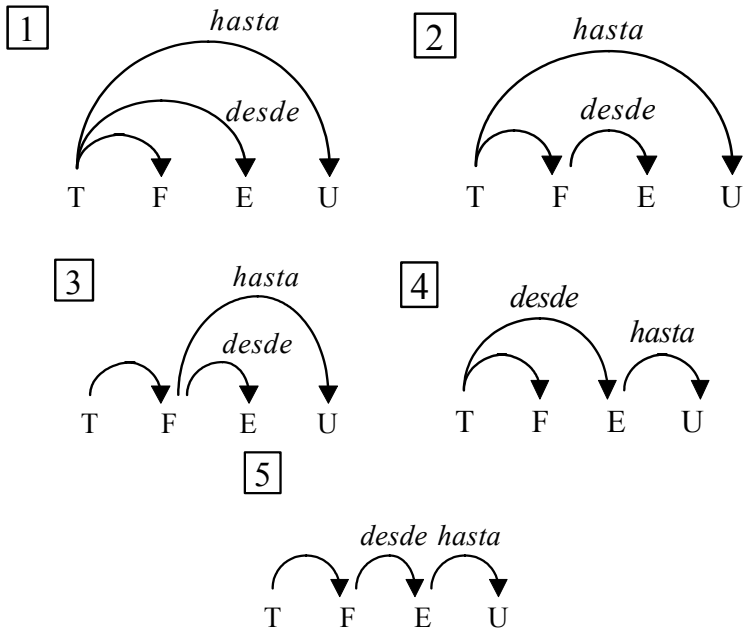


Figura 21. Variantes de la estructura sintáctica[33] para la frase *Trasladaron la filmación desde los estudios hasta el estadio universitario*

De lo anterior se observa que la información léxica de cada palabra, relacionada al establecimiento de sus objetos, es la que ayuda a determinar la interpretación correcta. Por lo anterior, un analizador sintáctico necesita esa información léxica para desambiguar las frases, es decir, para eliminar las variantes incorrectas de la frase específica. Esta información no puede describirse mediante algoritmos o reglas, pero si puede obtenerse a partir de un corpus de textos.

Tanto para el análisis sintáctico como para reconocer los objetos de los verbos, necesitamos resolver la ambigüedad de enlace de grupos, especialmente, los preposicionales. Este problema se complica en el reconocimiento de los objetos de verbos, de

[33] Las letras significan: T = trasladar, F = la filmación, E = los estudios y U = el estadio universitario.

sustantivos y de adjetivos porque deben ser los correspondientes a las realizaciones sintácticas de las valencias.

Para reforzar el objetivo de nuestro trabajo mencionamos que estudios cognitivos recientes (Schütze y Gibson, 1999) sugieren que los seres humanos maximizan las relaciones de argumentos en la comprensión inicial de la ambigüedad objetivo, y que para describir esas relaciones se vuelven a considerar tratamientos combinados de léxico y frecuencia, además del conteo basado en lo último recordado. Consideran que se favorece el enlace de argumentos sobre los modificadores, los argumentos corresponden a las realizaciones sintácticas de las valencias y los modificadores son los circunstanciales.

Dos líneas de investigación recientes, que parecieran ser adecuadas para la obtención de los patrones de rección son: el enlace de frases preposiciones y la obtención de marcos de subcategorización. Estos estudios se han elaborado dentro del enfoque de constituyentes y pueden clasificarse en heurísticos, estadísticos, o basados en memoria. Algunos de ellos basados en corpus sin marcas, conocidos como *no supervisados*, y la mayoría basados en corpus marcados con la información que se pretende obtener, conocidos como métodos *supervisados*.

5.2.1 ENLACE DE FRASES PREPOSICIONALES

Aunque para los patrones de rección se requiere conocer las frases preposicionales que realizan las valencias sintácticas, no son adecuadas las aproximaciones desarrolladas bajo la línea de enlace de frases preposicionales. De los estudios iniciales, algunos se basan en Ford *et al*. (1982), que introdujeron la noción de *preferencias léxicas* para la resolución de ambigüedad. Hindle y Rooth (1993) describieron un método para aprender la asociación léxica a partir de un corpus de textos donde el objetivo son los patrones V NP P, y donde se asocia la preposición al verbo o al sustantivo. Estimaron estadísticamente la asociación léxica a partir de un corpus de entrenamiento, con marcas de POS y analizado sintácticamente. Se debe notar que solamente es importante el enlace de la preposición y no las combinaciones completas como en la frase *dar un libro a*

Juan donde se asocian al verbo *dar* los dos complementos (objeto directo e indirecto).

Otros trabajos como Resnik y Hearst (1993) y Ratnaparkhi *et al.* (1994), consideraron la frase preposicional completa. Ambos emplean clases de palabras para determinar los enlaces, Resnik y Hearst (1993) emplearon WordNet y Ratnaparkhi *et al.* (1994) obtuvieron las clases de palabras automáticamente mediante un procedimiento de clasificación de información mutua, basado en Brown *et al.* (1990). En ambos trabajos se emplean métodos estadísticos de asociación para determinar los enlaces, en el primero entre las clases del elemento del lugar de enlace y del objeto de las preposiciones, en el segundo para obtener conjuntos óptimos de características (valores dependientes del grupo de 4 elementos V N1 P N2, y de las clases a las que pertenecen los núcleos de los elementos).

Brill y Resnick (1994) describen un método de aprendizaje basado en transformaciones. Primero se enlazan todas las frases preposicionales al sustantivo y enseguida se comparan esas anotaciones contra las correctas del corpus. De esa comparación se determinan las transformaciones que se deben hacer para obtener los enlaces correctos. En cada iteración se intentan todas las transformaciones, y se escogen las que resultan en mejoras generales. Estas últimas se añaden a una lista ordenada de transformaciones y se aplican al texto, y así sucesivamente. En cada paso sucesivo se mejoran las transformaciones.

Los métodos basados en corpus, específicos para enlazar frases preposicionales, limitan su propósito (Yeh y Vilain, 1998) al problema de enlazar frases preposicionales con un sustantivo o con un verbo, quizá debido a que en inglés las frases preposicionales típicamente ocurren al final de la oración, lo cual permite enlazarlas a los constituyentes precedentes. Esta es una simplificación que no resulta adecuada para nuestro propósito porque no considera el enlace a adjetivos, a sustantivos y a verbos en un nivel más alto en la estructura jerárquica, o a oraciones completas (este caso fue considerado por Chen y Chen (1996) para trabajos de traducción). Una desventaja de estos métodos es que las frases verbales e

idiomáticas introducen seudosustantivos que realmente no funcionan como puntos de enlace, ejemplo del primer caso: *pone atención a la clase*, el verbo es *poner atención*, ejemplo del segundo caso: *metió ruido en el convenio*.

Otra diferencia importante es que los trabajos antes descritos consideran el enlace de una sola frase preposicional. Una excepción es el trabajo de Merlo *et al.* (1997) que consideran los casos de enlaces de dos y tres frases preposicionales. El funcionamiento de su método para el enlace de tres frases preposicionales es de 43 por ciento para su conjunto de pruebas. Concluyen que el mayor problema en su método es la cantidad tan pequeña de casos con dos y tres grupos preposicionales, y la posibilidad de demasiadas configuraciones.

Todos los trabajos mencionados usan corpus marcados sintácticamente —especialmente el Penn Tree-Bank Wall Street Journal (Marcus *et al.,* 1993)—, a excepción de Ratnaparkhi (1998) que utiliza solamente un corpus con POS, aunque su método es para el patrón V N1 P N2.

Un trabajo para obtener patrones sintácticos es el de Argamon *et al.* (1998). Ellos discrepan de la aproximación para detectar patrones sintácticos obteniendo el análisis sintáctico completo de una oración y extrayendo de ahí los patrones requeridos. Su objeción se sustenta en que en la mayoría de los casos es difícil obtener un análisis sintáctico completo para una oración, además de que puede no ser necesario, en todos los casos, identificar la mayoría de los ejemplos de patrones sintácticos. Su estudio se basa en el análisis sintáctico parcial (Abney, 1991; Greffenstette, 1993). Presentan una aproximación de aprendizaje general para reconocer patrones sintácticos en una frase. El método emplea un corpus de textos marcado con partes del habla, en el cuál todos los ejemplos de los patrones objetivo (los que se quieren obtener) se marcan sintácticamente con corchetes.

Todas las subcadenas de la frase de entrada se consideran como posibles patrones objetivo. El método calcula un puntaje para cada una de las subcadenas, comparándolas contra el corpus de entrenamiento. La comparación se realiza con evidencias positivas y

negativas de cobertura de los patrones en el corpus de entrenamiento. La frase de salida está marcada con corchetes, de acuerdo con los patrones de mayor puntaje. Este método solamente reconoció los siguientes patrones S —V, V —O y secuencias de GN para el inglés, cuyo orden de palabras es más estricto que el del español. Cabe notar que no se considera la información léxica puesto que sólo se refiere a categorías gramaticales.

5.2.2 OBTENCIÓN DE MARCOS DE SUBCATEGORIZACIÓN

La otra línea de investigación, la obtención de marcos de subcategorización, se ha desarrollado manual y automáticamente para verbos principalmente. Entre los trabajos manuales más importantes están Alvey NL Tools (Boguraev *et al.,* 1987) y COMLEX (Grishman *et al*., 1994). En este último se crearon manualmente 92 marcos llamados *características de subcategorización*.

Debido a la utilidad de los marcos de subcategorización, el trabajo reciente se ha enfocado a su estudio (Utsuro, 1998) y a la extracción automática de esta información a partir de corpus de textos (Basili, 1999). Entre estos trabajos, Brent (1991) inicia con un sistema que detecta cinco marcos de subcategorización a partir de un corpus sin marcas sintácticas. Su siguiente trabajo (Brent, 1993) reconoce seis marcos y define un filtro estadístico para detectar los marcos verdaderos. Ushioda *et al.* (1993) describen un sistema similar en resultados, pero introducen la obtención de estadísticas de los marcos.

Manning (1993) describe la adquisición de un número pequeño de marcos de subcategorización para el inglés, Monedero *et al.* (1995) de uno aún más pequeño para el español. Manning, a diferencia de Brent, prefiere métodos de detección menos fiables a expensas de obtener una mayor cantidad de marcos, por lo que obtiene dieciséis marcos de subcategorización, y se basa en filtros estadísticos para eliminar los errores. Este método no emplea herramientas muy desarrolladas, limita el espacio de búsqueda de cláusulas a las introducidas por la palabra *that* y por conjunciones, además del

punto. Emplea un marcador de POS y, como analizador sintáctico, un autómata de estados finitos y un reconocedor de grupos nominales.

El trabajo más amplio es el de Briscoe y Carroll (1997), quienesdescriben un sistema capaz de distinguir 160 clases de subcategorización. También Carroll y Rooth (1998) presentan una técnica de aprendizaje para obtener además de los marcos de subcategorización su probabilidad de distribución para incorporarla a un analizador sintáctico. El sistema de Briscoe y Carroll emplea recursos muy desarrollados: un marcador de POS, un desambiguador de marcas de puntuación, un lematizador, un analizador sintáctico probabilístico, un extractor de patrones, un clasificador de clases de subcategorización, y estimaciones manuales *a priori* de esas clases basándose en corpus marcados sintácticamente. En este método, las posibilidades de subcategorización del verbo se definen en las reglas de la gramática y los patrones de subcategorización se toman directamente del análisis. Existen 29 distintos tipos de patrones y 10 tipos diferentes para las frases preposicionales, que previa y manualmente se obtuvieron de otros diccionarios de subcategorización. La evaluación de los patrones se basa en el diccionario ANLT (Boguraev *et al.,* 1987).

Para lenguajes con un orden de palabras más libre y con un mayor número de preposiciones, la colección completa de marcos de subcategorización sería demasiado grande y se requerirían muchas clases de subcategorización para describir un verbo. Además de que en lenguajes con un orden de palabras menos estricto las realizaciones de los objetos también pueden ocurrir previamente al verbo.

Así que estas líneas de investigación difieren en objetivo respecto a nuestra investigación, ya que nosotros requerimos una búsqueda exhaustiva y sin restricciones de todos los objetos para cada lexema predicativo. Cuando los objetos se realizan sintácticamente mediante frases preposicionales, en el español, éstas pueden ser más de una y enlazadas al mismo verbo. Como ya habíamos mencionado, las preposiciones simples y compuestas en español

incrementan los posibles marcos de subcategorización de un lexema específico, por lo que de antemano no es posible definirlos en las reglas de la gramática sin perder la diversidad de composiciones que se presentan. Requerimos entonces un método de búsqueda exhaustiva de las valencias, considerando un orden de palabras más relajado que para el inglés y sin la necesidad de herramientas complejas.

Cabe mencionar que ni nuestro método ni los considerados previamente pueden tratar los casos donde el enlace difiere por razones semánticas y pragmáticas. Esos casos no pueden resolverse basándose en propiedades estructurales de la oración, por ejemplo: *Yo quiero ese carro en la foto.* En este sentido, los métodos basados únicamente en principios puramente pragmáticos también se equivocan en muchos casos. Los modelos basados en aproximaciones de Inteligencia Artificial de sentido común tienen diferentes problemas. Jacobs *et al.* (1991) indican que este tipo de modelos funciona bien en un dominio restringido y bien definido.

5.2.3 BASES DEL MÉTODO ESTADÍSTICO

El método que proponemos para obtener los objetos de los verbos, sustantivos y adjetivos del español también se basa en obtener las estadísticas de variantes del análisis, al igual que en el método de desambiguación sintáctica que describimos en el capítulo anterior, sólo que en este caso las variantes son las *combinaciones* de palabras individuales con preposiciones. Si nos basamos solamente en POS, estas combinaciones serían las componentes de los denominados marcos de subcategorización pero específicos para cada palabra, y estas palabras pueden ser verbos, adjetivos y sustantivos. La selección de este tipo de combinaciones o marcos de subcategorización específicos, que en adelante sólo referiremos como *combinaciones*, no es aleatoria. Esas combinaciones son fijas, en un buen grado, para cada palabra específica, así que sus estadísticas son más confiables que las de palabras arbitrarias.

El diccionario que requerimos compilar es entonces una lista de posibles *combinaciones* (palabras con preposiciones) y, en el futuro, con algunas características de las palabras introducidas por estas

preposiciones. En la forma más simple esa lista contiene entradas como las siguientes para *trasladar*:

1. *trasladar* + *hasta*
2. *trasladar* + *desde* + *hasta*
3. *trasladar* + *a*
4. etc.

Para resolver la ambigüedad de los enlaces nuestro método se basa tanto en las frecuencias de las combinaciones en frases de textos particulares como en los errores del analizador sintáctico específico, es decir, en los árboles generados por el analizador sintáctico y en las estructuras que serían rechazadas ya sea por hablantes nativos o por otro tipo de procedimiento. En este método, para cada frase se determina un *peso* (o probabilidad) respecto a cada variante de estructura sintáctica. Este peso se basa en las estadísticas de las combinaciones en el lenguaje y en las estadísticas de variantes erróneas generadas por el analizador sintáctico específico.

Como ejemplo de este razonamiento presentamos un caso de desambiguación de POS. Supongamos que las frecuencias de diferentes POS en los textos bajo investigación son:

$$p^{+}_{sustantivo} = 0.4,\ p^{+}_{adjetivo} = 0.4,\ p^{+}_{verbo} = 0.2.$$

Cada variante consiste de solamente una característica: $V_1 = \{adjetivo\}$, $V_2 = \{verbo\}$, $V_3 = \{sustantivo\}$. Si esta es toda la información que tenemos, entonces dado el resultado del análisis $\boldsymbol{V} = \{\{adjetivo\}, \{verbo\}\}$ para una palabra determinada, razonaríamos que puesto que

$$p^{+}_{adjetivo} > p^{+}_{verbo}$$

entonces la variante correcta debería ser *adjetivo*, ya que su peso es $P(\{adjetivo\}) = 0.4 / (0.4 + 0.2) \approx 0.66$ mientras que el peso $P(\{verbo\}) = 0.2 / (0.4 + 0.2) \approx 0.33$. En otro resultado tenemos que $\boldsymbol{V} = \{\{sustantivo\}, \{adjetivo\}\}$, y entonces no puede tomarse ninguna decisión porque los pesos son iguales: $P(\{sustantivo\}) = P(\{adjetivo\}) = 0.5$.

Supongamos ahora, como usualmente sucede, que el marcador de POS empleado reporta a veces erróneamente algunas variantes para las palabras, y que lo hace con la frecuencia 0.9 para un sustantivo, con la frecuencia 0.1 para un adjetivo, y que nunca ha reportado un verbo erróneamente[34]. Entonces para el resultado $\boldsymbol{V}$ = {{*adjetivo*}, {*sustantivo*}} podemos decir que la respuesta correcta es *adjetivo* ya que ambos tienen la misma probabilidad y el analizador comete un error menor al marcar un *adjetivo*.

Entonces, con este razonamiento, en nuestro método introducimos dos tipos de pesos estadísticos: p^+ y p^-. El peso p^+ significa la probabilidad, es decir, la frecuencia de ocurrencia de una combinación particular con la palabra rectora específica en el texto, en una estructura sintáctica correcta. Por ejemplo, en la figura 21 la combinación *trasladar-desde-hasta* ocurre una vez en la estructura correcta.

El peso p^- es más interesante que el anterior, y hasta donde hemos investigado su uso no ha sido descrito previamente en otros trabajos,, por lo que su introducción es un aporte teórico de esta investigación. El peso p^- es la probabilidad de que la combinación ocurra en una estructura que fue construida por el analizador sintáctico, pero que no es correcta. Por ejemplo, en la figura 21, la combinación *los estudios hasta* ocurre dos veces, en las variantes incorrectas 4 y 5; la combinación *hasta el estadio universitario* ocurre 1 vez en la variante correcta y 4 veces en las variantes incorrectas, entonces para esta última combinación, $p^+ = 1/5$ y $p^- = 4/5$.

El método de atribuir probabilidades a los objetos lingüísticos puede considerarse discutible. Primero, porque para cualquier intención semántica dada el empleo de palabras específicas en un texto no es de ninguna manera aleatorio. Y en segundo, porque la acumulación de datos para distribuciones probabilísticas requiere mucho tiempo, además de que no puede considerase universal debido a las particularidades de las fuentes. De hecho, los resultados dependen mucho de la fuente (Roland y Jurafsky, 1998).

---

[34] La diferencia puede resultar de algún análisis de contexto que realiza.

Asimismo, eliminamos la consideración de interdependencias, ya que el incluir esos datos crea problemas en la implementación (de espacio, de tiempo, etc.). Su posibilidad de inclusión debe analizarse concienzudamente con la finalidad de decidir si vale la pena el esfuerzo de su consideración para los resultados esperados. Una alternativa también a futuro es que en lugar de tomar probabilidades pudiéramos asignar algunos pesos apriorísticos (Briscoe y Carroll, 1997) a las variantes y usar esos pesos en nuestros cálculos.

La característica de nuestro modelo de probabilidad es que el espacio de eventos se define en dos niveles de granularidad: léxica y sintáctica. El nivel léxico se relaciona con cada palabra y en el nivel sintáctico con los enlaces que forman parte de las combinaciones.

5.2.4 DEDUCCIÓN DEL MODELO

Para elaborar las fórmulas de obtención de los pesos estadísticos de las diferentes variantes de árboles sintácticos de una frase, basadas en las combinaciones que aparecen en cada árbol, consideramos un modelo de generación de frases.

Consideramos que todas esas combinaciones que deseamos obtener aparecen en los árboles sintácticos de una frase como características abstractas del árbol. Numeramos esas características, por ejemplo, la combinación "*trasladar* + *desde* + *hasta*" es la característica número 1, "*acusar* + *a* + *de* " la número 2, etc. Denotamos esas características como f_1, f_2, etc. Entonces, el conjunto completo o diccionario de estas características es $\boldsymbol{F}$.

Nuestro interés son las estadísticas de las características f_i (las combinaciones) y una simplificación en el modelo consiste en omitir las relaciones entre ellas. Por lo tanto consideramos una frase $\boldsymbol{P}$ como un conjunto de esas características, $\boldsymbol{P} = \{ f_{n_1}, \ldots, f_{n_K} \}$. Por ejemplo, para la frase *Trasladaron la filmación desde los estudios hasta el estadio universitario*, obtenemos el conjunto $\boldsymbol{P}$ = {*trasladaron* + Ø + *desde* + *hasta*, *estudios*, *estadio universitario*}.

Para simplificar la discusión, suponemos que cada característica puede aparecer en una frase solamente una vez, ignorando las ocurrencias múltiples de la misma característica en una frase. Posteriormente indicaremos la forma de tratar este hecho. Consideramos también la elaboración del texto como un proceso de generación realizado por alguna fuente S, como un dispositivo que produce, una por una, frases $\boldsymbol{P}_m$.

El modelo de generación opera de la siguiente manera: para generar una frase $\boldsymbol{P}$, una fuente S conteniendo la característica $f_i \in \boldsymbol{F}$ decide si esta característica f_i será incluida o no en la frase $\boldsymbol{P}$ que se genera. La decisión se hace aleatoriamente, basándose en su probabilidad p_i, probabilidad que está asociada en el diccionario $\boldsymbol{F}$ a cada una de las características f_i. Por ejemplo, el generador S puede incluir la característica "*trasladar* + *desde* + *hasta*" en una de cada mil frases $\boldsymbol{P}$, con la correspondiente probabilidad $p_i = 0.001$.

Suponemos entonces que las características sí están incluidas, o no están incluidas en $\boldsymbol{P}$ de forma independiente. Obviamente, esto contradice la idea de coherencia en los textos como ya lo habíamos mencionado. Sin embargo, hacemos esta suposición, porque para este método no disponemos de un conocimiento léxico de colocaciones[35] (Smadja, 1993; Basili, 1994), ni de atracción léxica[36] (Yuret, 1998). Además, en este método no pretendemos una cobertura total de ocurrencias concurrentes sino únicamente, y de manera específica, de ocurrencias de combinaciones individuales. Así que basamos nuestro método en el único conjunto de datos disponible: las frecuencias p_i de combinaciones individuales $f_i \in \boldsymbol{F}$.

Fundándonos en este conocimiento y en la hipótesis de independencia, podemos calcular la frecuencia de aparición de una frase específica $\boldsymbol{P} = \{ f_{n_1}, \ldots, f_{n_K} \}$ en la salida de S basándonos en

[35] Combinaciones recurrentes de palabras que ocurren concurrentemente más a menudo de lo esperado por casualidad.

[36] Es un modelo donde se asume que cada palabra depende de otra palabra en la oración, pero no necesariamente de una palabra adyacente.

las probabilidades de las combinaciones. Estas probabilidades se calculan de la siguiente manera:

$$\alpha_n^{k,r} = \begin{cases} p_n^r \\ q_n^r \end{cases} . \quad (1)$$

donde:

- p es la probabilidad de que la combinación se seleccione
- q es la probabilidad de que la combinación no se seleccione y su valor es: $q = 1 - p$
- k es el número de variante
- r es 1 si corresponde a la variante correcta (se representa con "+").
  es 0 si corresponde a variantes erróneas (se representa con "–").
- n es el número de combinaciones

Así que tenemos las siguientes probabilidades:

p_n^+ si $f_n \in \boldsymbol{P}$ y k es la variante correcta

q_n^+ si $f_n \notin \boldsymbol{P}$ y k es la variante correcta

p_n^- si $f_n \in \boldsymbol{P}$ y k es variante errónea

q_n^- si $f_n \notin \boldsymbol{P}$ y k es variante errónea

Entonces la probabilidad de $\boldsymbol{P}$ es:

$$\mathrm{P}(\boldsymbol{P}) = \prod \alpha_n^{k,r} \quad (2)$$

puesto que cada característica de manera independiente está incluida en la frase $\boldsymbol{P}$ con las probabilidades α. Donde r la denotamos como:

$$r = \delta_i^k \begin{cases} 1 & \text{si } k = i \quad \text{(variante correcta)} \\ 0 & \text{si } k \neq i \quad \text{(otras variantes)} \end{cases}$$

Estas probabilidades pueden verse como una matriz V con k filas, una fila para cada variante, y n columnas, una columna para cada combinación. Entonces los valores en la matriz son:

$$\alpha_n^{k,r} = \begin{cases} p_n^{\delta_i^k} & \mathrm{V}_k[n] > 0 \\ q_n^{\delta_i^k} & \mathrm{V}_k[n] = 0 \end{cases} \tag{3}$$

donde $\mathrm{V}_k[n]$ representan los valores de las probabilidades de ocurrencia de las combinaciones presentes, $n \in \mathrm{V}_k$. Si la combinación n está presente, entonces $\mathrm{V}_k[n] > 0$, de lo contrario $\mathrm{V}_k[n] = 0$.

El diccionario $\boldsymbol{F}$ de las características es tan grande que es mucho más frecuente que cada característica específica f_n esté ausente de una frase, a que esté presente en ella. Este hecho es inherente a los textos, cada palabra, excepto algunas conjunciones y preposiciones muy comunes, aparece en una minoría de las frases en el texto. En (2) el producto se toma para todas las variantes y para todas las combinaciones en $\boldsymbol{F}$.

Considerando el conjunto de las variantes de la estructura sintáctica $\boldsymbol{V} = \{V_1, \ldots, V_N\}$ construidas por el analizador sintáctico para la frase $\boldsymbol{P}$, es posible usar la fórmula (2) para desambiguación. Supongamos que una de ellas es exactamente la correcta (de esta forma ignoramos los casos raros donde no se puede construir una variante correcta de estructura sintáctica para una frase dada). Sea H_j la hipótesis de que la variante V_j es la correcta. Sea ξ el evento de obtención de exactamente el conjunto $\boldsymbol{V}$, es decir, la matriz V, como resultado del análisis sintáctico. Entonces, empleando la fórmula de Bayes tenemos:

$$\mathrm{P}(H_j \mid \xi) = \mathrm{P}(\xi \mid H_j) \frac{\mathrm{P}(H_j)}{\mathrm{P}(\xi)} \tag{4}$$

Para abreviar, podemos denotar $\mathrm{P}(H_j \mid \xi) \equiv \mathrm{P}_j$, la probabilidad de que la variante V_j sea la verdadera. Puesto que exactamente una variante es verdadera, se ve claramente que:

$$\sum_{V_j \in V} \mathrm{P}j = 1 \tag{5}$$

Para calcular el valor de P ($\xi \mid H_j$) consideramos que:

1º. No tenemos información *a priori* acerca de las probabilidades de las hipótesis individuales.
2º. Todas las variantes son ruido, excepto una que es la correcta.

Puesto que el evento ξ no depende de j por completo, podemos ignorar P (ξ), y como no tenemos información *a priori* acerca de las probabilidades de las hipótesis individuales[37], consideramos que todas tienen la misma probabilidad, tanto la correcta como las erróneas, así que P (H_j) es una constante, entonces (4) puede reescribirse como (6):

$$\mathrm{P}_j \sim \mathrm{P}\ (\xi \mid H_j), \tag{6}$$

donde ~ significa *proporcional*, es decir, $\mathrm{P}_j = C \times \mathrm{P}\ (\xi \mid H_j)$ con una constante de normalización C determinada de (5).

Si tuviéramos cualquier información *a priori* acerca de la probabilidad de variantes individuales V_i, por ejemplo basadas en la longitud media de enlaces sintácticos o en probabilidades de las reglas gramaticales correspondientes (Goodman, 1998), o en algún otro parámetro, podríamos mantener el factor P (H_j) en (6).

Para calcular el valor de P ($\xi \mid H_j$) consideramos que todas las variantes son ruido, excepto una, que es la correcta. Suponemos que la hipótesis H_j es verdadera, es decir, que $V_j = \boldsymbol{P}$ y todas las otras variantes V_k, donde $k \neq j$, son variantes espurias, es decir, ruido. Supongamos que el ruido ocurre en el conjunto $\boldsymbol{V}$ independientemente de la estructura verdadera de $\boldsymbol{P}$. Nuevamente, esto no es correcto del todo, pero además de no tener ninguna información útil acerca de la naturaleza de su dependencia ni de sus interdependencias, es una simplificación común en los métodos estadísticos.

---

[37] Que deberían basarse exactamente en los árboles V_i, sin su comparación entre ellos.

Entonces,

$$P(\xi \mid H_j) \sim \prod_{k=1}^{K} \prod_{n=1}^{N} \alpha_n^{k,\delta_i^k} \quad (7)$$

donde N es el número de combinaciones y K es el número de variantes.

Presentamos ahora una suposición sobre el ruido, considerando dos fuentes de información, una fuente de señales verdaderas que modela la variante verdadera, y una fuente de ruido, que modela todas las variantes incorrectas. Es decir, una fuente S^+ de frases correctas genera las frases ***P*** y una fuente S^- de errores genera las variantes de ruido del análisis (ver la figura 22), donde las figuras geométricas representan las combinaciones.

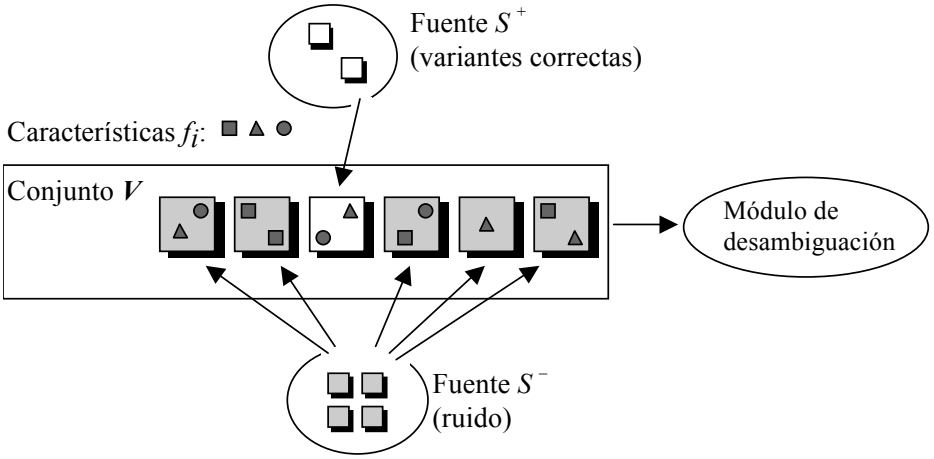


Figura 22**.** Modelo de dos fuentes de generación

Así que el conjunto ***V*** de elementos (conjunto V_j de características f_i) es generado por ambas fuentes, S^+ y S^-. Solamente un elemento de ***V***, la variante verdadera, es generada por la fuente S^+, y todas las otras por S^-. Entonces, un módulo de desambiguación recibe ese conjunto ***V***, y su tarea es estimar qué elemento de ***V*** generó la fuente S^+. La estimación se basa en las características f_i encontradas en cada uno de los elementos.

Supongamos que tenemos unas estadísticas de las frecuencias de características individuales en los elementos generados por S^+ y S^-. Entonces, considerando que la variante que se está generando es la correcta, S^+ incluye una característica f_i con la frecuencia p_i^+, y la fuente S^- la incluye con la frecuencia p_i^-. Nuevamente suponemos independencia, que las variantes generadas por la fuente S^- son independientes una de la otra y son independientes de la variante generada por S^+.

Partiendo de estas suposiciones, la hipótesis H_j es equivalente a la afirmación de que la variante V_j fue generada por la fuente S^+, mientras que las restantes lo fueron por S^-. La fuente S^+ genera las probabilidades p^+ y q^+, y la fuente S^- las probabilidades p^- y q^-.

Manipulando ahora algebraicamente la ecuación (7), mediante la introducción de un elemento unitario compuesto de las probabilidades q correspondientes a todas las combinaciones presentes en las variantes, es decir, para las p ($n \in V_k$) en toda la matriz, tenemos que:

$$\prod_{k=1}^{K}\prod_{n=1}^{N}\alpha_n^{k,\delta_i^k} =$$

$$\prod_{n=1}^{K}\left(\left(\prod_{n=1}^{N}\alpha_n^{k,\delta_i^k}\right)\left(\frac{\prod_{n\in V_k} q_n^{k,\delta_i^k}}{\prod_{n\in V_k} q_n^{k,\delta_i^k}}\right)\right) = \prod_{n=1}^{K}\left(\left(\prod_{n=1}^{N} q_n^{k,\delta_i^k}\right)\left(\prod_{n\in V_k}\frac{p_n^{k,\delta_i^k}}{q_n^{k,\delta_i^k}}\right)\right)$$

donde $\prod_{n=1}^{K}\prod_{n=1}^{N} q_n^{k,\delta_i^k}$ es la matriz llena de probabilidades q (de no selección de combinaciones). En esta matriz, las probabilidades q^+ están en la fila correspondiente a la variante correcta y las probabilidades q^- en K-1 filas. Ya que esta matriz no depende de las combinaciones presentes se puede eliminar. Esta manipulación puede verse como la limitación de la matriz a las combinaciones presentes en las variantes para la frase dada.

$$\prod_{k=1}^{K}\prod_{n=1}^{N}\alpha_n^{k,\delta_i^k} = \prod_{n=1}^{K}\prod_{n\in V_k}\frac{p_n^{k,\delta_i^k}}{q_n^{k,\delta_i^k}} \tag{8}$$

Nuevamente volvemos a manipular algebraicamente la fórmula anterior con el elemento unitario compuesto del cociente p^-/q^- para todas las combinaciones presentes en la variante correcta *i*.

$$\prod_{n=1}^{K}\prod_{n\in V_k}\frac{p_n^{k,\delta_i^k}}{q_n^{k,\delta_i^k}} =$$

$$\prod_{n=1}^{K}\left(\left(\prod_{n\in V_k}\frac{p_n^{k,\delta_i^k}}{q_n^{k,\delta_i^k}}\right)\left(\frac{\prod_{n\in V_i}\frac{p_n^-}{q_n^-}}{\prod_{n\in Vi}\frac{p_n^-}{q_n^-}}\right)\right)=\prod_{n=1}^{K}\left(\left(\prod_{n\in V_k}\frac{p_n^-}{q_n^-}\right)\left(\frac{\prod_{n\in V_i}\frac{p_n^+}{q_n^+}}{\prod_{n\in Vi}\frac{p_n^-}{q_n^-}}\right)\right)$$

Esta manipulación corresponde ahora a limitar el espacio de eventos a la parte de las combinaciones presentes en la variante correcta. El factor $\prod_{n=1}^{K}\prod_{n\in V_k}\frac{p_n^-}{q_n^-}$ corresponde a todas las combinaciones que no están presentes en la variante correcta, así que lo podemos eliminar con cierta pérdida:

$$\prod_{k=1}^{K}\prod_{n=1}^{N}\alpha_n^{k,\delta_i^k} \approx \prod_{n\in V_i}\frac{p_n^+}{q_n^+}\frac{q_n^-}{p_n^-} = \prod_{n\in V_i}\frac{p_n^+}{p_n^-}\frac{(1-p_n^-)}{(1-p_n^+)} \tag{9}$$

Como p^- y p^+ son valores pequeños, entonces $(1 - p^-) / (1 - p^+)$ tiende a uno, por lo que obtenemos finalmente:

$$\prod_{k=1}^{K}\prod_{n=1}^{N}\alpha_n^{k,\delta_i^k} \approx \prod_{n\in V_i}\frac{p_n^+}{p_n^-} \tag{10}$$

Así que para calcular el peso de la variante *j*-iésima, deben tomarse del diccionario ***F*** las frecuencias p_i^+ y p_i^- de todas las características f_i encontradas en esta variante V_j, y después aplicarse en la fórmula (10).

La crítica a los métodos estadísticos basados en corpus que se enfocan a las preferencias léxicas (Franz, 1996), se refiere a las pocas variables estadísticas que se consideran, y a que cuando se consideran varias de ellas, todo su manejo es en base a suposiciones de eventos independientes que no fueron motivados intuitivamente o que no tienen pruebas de que hay poca correlación. En este caso, la ecuación (10) es intuitivamente tan clara como que en la vida diaria la gente cree en algunas noticias del radio y no cree en otras, basándose en las probabilidades de los eventos correspondientes y en la frecuencia con la cual las fuentes que las generaron cometen errores en un tipo específico de temas.

5.2.5 LIMITACIONES DEL MODELO

En la ecuación (10) se presentan dos circunstancias a considerar, cuando $p_i^+ = 0$ y cuando $p_i^- = 0$. Cuando $p_i^- = 0$, la ecuación puede causar una división por cero. Este problema fue introducido artificialmente al manipular algebraicamente la fórmula (7) para obtener las ecuaciones (8) y (9).

Más adelante presentamos la forma de resolver el problema que se introduce con las combinaciones que aparecen escasamente y que producen que p_i^- sea muy bajo y p_i^+ / p_i^- alcance valores muy grandes.

La segunda consideración: $p_i^+ = 0$, está relacionada con el caso en el que la frase contiene una palabra que no existía previamente en los datos de entrenamiento. Obviamente, para cualquier combinación f_i conteniendo esa palabra, su $p_i^+ = 0$. Entonces, $P_j = 0$ para toda j, lo que contradice la condición de normalización (5).

En lugar de introducir un caso especial para $p_i^+ = 0$, podemos usar un número muy pequeño, $\varepsilon << 1$, es decir, cuando $p_i^+ = 0$ lo cambiamos por $p_i^+ = \varepsilon$, y hacemos lo mismo con p_i^-. Esto no introduce una inexactitud significante y permite usar normalmente la expresión (10) en todos los casos.

La debilidad del razonamiento del modelo, característica de muchos modelos estadísticos, son las hipótesis de independencia, principalmente la introducción de las combinaciones de las estructuras incorrectas de forma independiente a la estructura correcta de la frase, y la independencia entre combinaciones de una frase.

Sin embargo, estas dos hipótesis nos permiten usar las expresiones como $\prod_{V_j} p_i$ para las probabilidades de las variantes V_j, sin tomar en cuenta las dependencias entre las variantes V_k ni entre ellas y la frase ***P***. De otra forma, deberíamos tener datos cuantitativos útiles disponibles sobre esas dependencias. Los resultados obtenidos, que se discuten en la sección 5.3, no dan muestras de que esas hipótesis sean del todo erróneas.

5.2.6 AFINIDADES CON OTROS MÉTODOS

Aunque no tenemos conocimiento de que otras investigaciones hayan empleado los errores del propio analizador para eliminar variantes incorrectas, conocemos que en la teoría de radar la detección de ataques se lleva a cabo por una evaluación diseñada cuidadosamente para medir tanto las razones de falsa alarma de ataques recientes como de razones de detección. Estas falsas alarmas son una indicación del radar de un objetivo detectado, aún cuando no exista ese objetivo, lo cual es causado por una señal de ruido o por niveles de interferencia que exceden el umbral de detección, que equivaldrían a la consideración de las variantes incorrectas generadas por el analizador sintáctico.

La teoría de señales, en la cual se basa la teoría de radar, se ha empleado en otras disciplinas, por ejemplo la sicología, en los años cincuenta y sesenta, como un intento de entender alguna de las características del comportamiento humano cuando se detectan estímulos muy tímidos, que no habían sido explicados por las teorías tradicionales de umbrales. En este caso se introduce un elemento de decisión, un acto cognitivo, para decidir si la señal está presente o ausente. Entonces, puede distinguir un éxito o un error cuando el estímulo está presente, o cuando el estímulo está ausente,

la decisión será entre falsa alarma y rechazo correcto. En nuestro caso, la evaluación estadística p_i^- es equiparable a la falsa alarma.

En la teoría de radar, las evaluaciones iniciales de los sistemas de detección de intrusos tendieron a enfocarse exclusivamente a la probabilidad de detección, sin considerar la probabilidad de las falsas alarmas. Posteriormente, al incluir sesiones de ataques previos en sesiones normales, se pudieron medir simultáneamente tanto razones de detección como de falsas alarmas. Los conceptos matemáticos: espacios lineales de señales y proyecciones ortogonales, son conceptos claves para describir los problemas de procesamiento estadístico de señales como la detección y estimación (Scharf, 1991).

En teoría de ecuaciones diferenciales de control automático y en otras disciplinas igualmente matemáticas, para probar la existencia de una solución se han empleado los Teoremas de punto fijo, uno de los más antiguos teoremas de este tipo es el de Brouwer, que es una generalización del corolario del Teorema de valor intermedio. Una generalización del teorema de Brouwer fue después simplificada por Kakutani (Debreu, 1959).

El teorema de Brouwer establece lo siguiente: Sea $f : S \rightarrow S$ una función continua de un conjunto convexo, compacto, no vacío, $S \subset R^n$ que mapea al mismo conjunto, entonces existe un $x^* \in S$ tal que $x^* = f(x^*)$ (es decir, x^* es un punto fijo de la función f). La prueba de la existencia de todas las soluciones es extremadamente difícil y no es posible en todos los casos.

Aunque en la teoría de señales la incorporación de la medición de falsas alarmas tiene el propósito de solucionar la detección exitosa de los objetivos empleándola para regularizar las detecciones, en nuestro caso, la incorporamos para minimizar las variantes incorrectas, empleándola para medir la diversidad de variantes.

5.2.7 PROCESO ITERATIVO

Los pesos calculados con la ecuación (10) son los pesos de las variantes del análisis. Si tomamos una oración y la analizamos con un analizador sintáctico específico obtenemos un número de

variantes, la mayoría de las cuales son análisis incorrectos debidos al propio analizador. Si tuviéramos alguna información *a priori* para ese analizador acerca de las probabilidades de las combinaciones en las variantes, podríamos estimar las probabilidades de cada una de las variantes. Basándonos en estos pesos de variantes asignaríamos nuevos pesos a las combinaciones p_i^+ y p_i^- en la oración. Estos nuevos pesos de combinaciones permiten obtener a su vez nuevos pesos para cada una de las variantes de la frase, otra vez conforme a (10).

La ecuación (10) nos permite entonces obtener el peso de las variantes de análisis con los pesos anteriores de cada una de sus combinaciones y contribuir con esos nuevos valores para su reestimación. Teniendo unas probabilidades iniciales podemos proceder con todas las oraciones de un corpus, y el proceso irá modificando tanto los pesos de las variantes como los pesos de las combinaciones. Mientras más oraciones se analicen, más datos contribuirán a los pesos de combinaciones y emergerán las combinaciones específicas, es decir, la información léxica. Este es el proceso iterativo que proponemos. Para obtener las estimaciones de todas las posibles combinaciones de un corpus y calcular sus pesos, desarrollamos el algoritmo que se detalla en la figura 23.

El algoritmo resuelve dos problemas en los pasos iterativos:

– Resuelve la ambigüedad en el corpus a través de asignar pesos de probabilidad de las combinaciones a las variantes

– Compila el diccionario de las combinaciones para el diccionario de PRA y acumula los pesos estadísticos de las combinaciones.

El procedimiento iterativo se necesita para:

1 Extraer las características estadísticas de ocurrencia concurrente de las preposiciones o de otras construcciones sintácticas con las palabras específicas, basándose en los resultados ambiguos de análisis sintáctico.

1. En el inicio todos los pesos son cero.
2. Para cada frase de entrada, se construyen todas las variantes de análisis de acuerdo a la gramática que el analizador sintáctico emplea.
3. Para cada variante se estima su peso w_k , conforme a (10), es decir, el producto de las frecuencias de las combinaciones presentes en la variante.
4. Los pesos se normalizan.
5. Cada variante se separa en estructuras locales de los nodos (ver la figura 24). Estas estructuras se incorporan al diccionario.
6. Para cada nodo de cada variante, se adiciona el peso de la variante al peso p^+, y el cálculo $(1 - w)$ al peso p^-.
7. Se toma nuevamente el corpus y se sigue al paso 3.

Figura 23. Algoritmo para calcular los pesos de combinaciones

2 Usar los pesos estadísticos ya obtenidos para mejorar los resultados de análisis y resolver o disminuir la ambigüedad.

Estos dos pasos se ejecutan repetidamente. Al final, los pesos estadísticos de ocurrencia concurrente de diferentes combinaciones de las preposiciones con palabras específicas forman el diccionario de PRA, el cual es el paradigma principal de nuestro modelo de análisis sintáctico del capítulo anterior.

El algoritmo termina cuando los pesos dejan de cambiar significativamente. Conforme se obtiene la información de las ocurrencias de las combinaciones, en las variantes correctas y falsas,

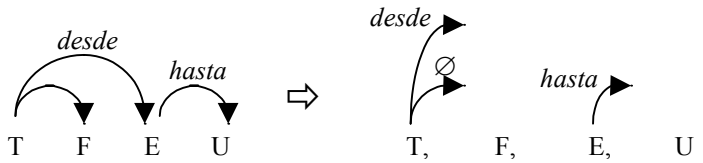


Figura 24. Las combinaciones como estructuras locales de los nodos para el ejemplo *Trasladaron la filmación desde los estudios hasta el estadio universitario*

se acumulan los pesos de las combinaciones en un diccionario. Los dos conjuntos de pesos, los de variantes y los de las combinaciones, obtenidos después de un número suficiente de iteraciones, son respectivamente el corpus con la ambigüedad resuelta y el diccionario base de PRA.

El conocimiento para definir las probabilidades *a priori* para el analizador sintáctico podría basarse en las longitudes de los vínculos, pesos de las reglas sintácticas, etc. Como por el momento no tenemos ningún conocimiento de este tipo que nos asegure un grado de corrección en las variantes, podemos hacer equiprobables las variantes del primer procesamiento del corpus.

De entre todas las estructuras generadas por el analizador sintáctico para la oración, la variante con el peso más grande es la variante considerada como correcta. Al finalizar el proceso, el corpus con los pesos de las combinaciones es un corpus marcado sintácticamente. Con el procedimiento iterativo de reestimación propuesto podemos usar solamente textos sin marcas sintácticas.

5.3 Aplicación del método a textos reales

En la aplicación de nuestro método a corpus reales de textos aparecen complicaciones introducidas por parámetros, como el tamaño del corpus, diferentes géneros de textos, la estructura sintáctica, etc. Entonces, la problemática de la aplicación de nuestro método a corpus reales de textos se divide en dos: la problemática del corpus y la del analizador sintáctico.

La aplicación a corpus reales de textos implica la solución de diversos problemas del texto en sí mismo, es decir, el análisis de textos. La fuente de entrada debe analizarse respecto a varios criterios: la adquisición de los textos con la información requerida, la cobertura del corpus respecto a los fenómenos lingüísticos requeridos, la confiabilidad inherente corpus, la independencia del método respecto al corpus, etc.

Idealmente es deseable emplear una muestra grande y representativa de lenguaje general. La razón de que la muestra sea

grande es que mientras mayor es el corpus se espera un mayor número de palabras, lo que implicaría una mayor cobertura del diccionario del lenguaje y, principalmente, supone mayor evidencia de los fenómenos lingüísticos diversos requeridos. Que sea representativa supone diferentes niveles culturales del lenguaje, distintos temas y géneros. Sin embargo, estas cualidades no se implican mutuamente, es más, en algunos casos se contraponen. Una contraposición que también se debe considerar es la que se presenta entre calidad y cantidad. El hecho de tener un corpus grande no garantiza que posea la calidad esperada.

Por lo tanto, el corpus debería estar balanceado entre esas cualidades. Sin embargo, parece no ser posible balancear un corpus apropiadamente, al menos no sin un elevado esfuerzo. Además de que desafortunadamente los métodos de muestreo para seleccionar calidad, por ejemplo, son muy caros. Así que debemos asumir los problemas obvios de trabajar con datos desbalanceados, ya que construir un corpus balanceado requiere de mucho tiempo y de un costo muy elevado.

Asumiendo la imposibilidad de tener un corpus con todas las cualidades deseables, podemos limitar las cualidades del corpus a las más importantes para nuestro método particular: la información requerida y el tamaño. Respecto a que el corpus tenga la información requerida, por ejemplo, Biber (1993) indica el diferente uso de frases preposicionales según el género de los textos. Roland y Jurafsky (1998) encontraron que hay diferencias significantes entre las frecuencias de subcategorización encontradas en diferentes corpus. Los autores identificaron dos fuentes distintas para esas diferencias: la influencia del discurso y la influencia semántica. La primera es causada por los cambios en las formas de lenguaje que se usan en diferentes tipos de discurso. La influencia semántica se basa en el contexto semántico del discurso. Por lo que un corpus con diferentes géneros sería muy adecuado.

Respecto al gran tamaño del corpus, los corpus actuales andan en el rango de un millón de palabras a cientos de millones, dependiendo del tipo, es decir, si son texto plano o con marcas de diversas clases. Por ejemplo, Berthouzoz y Merlo (1997) discuten

que, para obtener buenas aproximaciones de probabilidades, el corpus tiene que ser suficientemente grande para evitar los datos esparcidos y reflejar el uso natural del lenguaje. Ellas usaron el Wall Street Journal, un corpus de un millón de palabras. A diferencia de ellas, en otros trabajos no se emplea el corpus completo, sino subcorpus con características específicas para una determinada investigación (Collins y Brooks, 1995; Yeh y Vilain, 1998; Ratnaparkhi, 1998). El corpus LEXESP que empleamos tiene cinco millones de palabras, marcas de POS y diferentes géneros.

Para procesar el corpus empleamos el analizador sintáctico de reglas ponderadas ya descrito en el capítulo anterior. En cuanto a estructura sintáctica y número de variantes, Church y Patil (1982) demostraron que para una gramática real el conjunto de posibles análisis permitidos por la gramática para una entrada real analizada puede estar en los miles. Por ejemplo, en grupos nominales analizados usando una regla binaria recursiva ($N \rightarrow N\ N$) el número de análisis correlaciona con la serie de números Catalan. Un compuesto de 3 palabras tiene 2 análisis, uno de 4 tiene 5, uno de 5 tiene 14, uno de 9 tiene 1430, etc.

Este elevado número de variantes incrementa los pesos de combinaciones incorrectas, pero como nosotros los asociamos a las palabras específicas, el número de oraciones con esas palabras en el corpus y las combinaciones de adjetivos y sustantivos contribuyen a mejorar los pesos en las combinaciones correctas.

Para nuestro método, la mayor importancia del corpus radica en la posibilidad de obtener las combinaciones para verbos, adjetivos y sustantivos. Roland y Jurafsky (1998) explican que conforme la cantidad de contexto circundante aumenta (yendo de una sola oración a un discurso conectado) decrece la necesidad de expresar manifiestamente todos los argumentos del verbo. Esta situación también se presenta en las oraciones muy largas. Por lo que, a diferencia de las oraciones para pruebas de analizadores sintácticos, para nosotros son de gran utilidad las frases que no son largas, e incluso nos permite eliminar las oraciones largas que presentan una cantidad elevada de variantes.

5.3.1 PROCESO GENERAL

El procedimiento que utilizamos es el proceso iterativo descrito en la sección 5.2. Como ya habíamos indicado, aproxima dos metas en pasos alternados: primero estima las variantes de análisis sintáctico basándose en los pesos existentes en el diccionario de combinaciones, después revalúa los pesos de sus combinaciones basándose en los nuevos pesos de las variantes de análisis sintáctico de cada frase, y repite el proceso (ver la figura 25).

El proceso comienza con un diccionario de combinaciones vacío. En la primera iteración, para cada frase, todas las variantes producidas por el analizador sintáctico tienen los mismos pesos. Enseguida, se determinan las frecuencias p_i^+ y p_i^- para cada combinación encontrada al menos una vez en cualquiera de las variantes producidas por el analizador sintáctico para todas las frases del corpus.

Puesto que en esta etapa se desconoce cuáles variantes son las correctas, para determinar el número de ocurrencias de la combinación en las variantes correctas sumamos los pesos w_j de cada variante j donde se encontró la combinación, a p_i^+. Similarmente, para determinar p_i^- le sumamos el valor $(1-w_j)$ que representa la probabilidad de que la variante dada sea incorrecta. Entonces, podemos considerar todo el proceso de cálculo de los pesos como el proceso iterativo de solución de un solo sistema de ecuaciones, considerando la fórmula (9):

$$p_i^+ = \frac{\sum w_j}{S},$$

$$p_i^- = \frac{\sum (1 - w_j) + \lambda}{V - S},$$

$$w_j = C \times \prod \frac{(p_i^+ + \lambda)(q_i^- + \lambda)}{(p_i^- + \lambda)(q_i^+ + \lambda)}$$

$$\sum w_k = 1$$

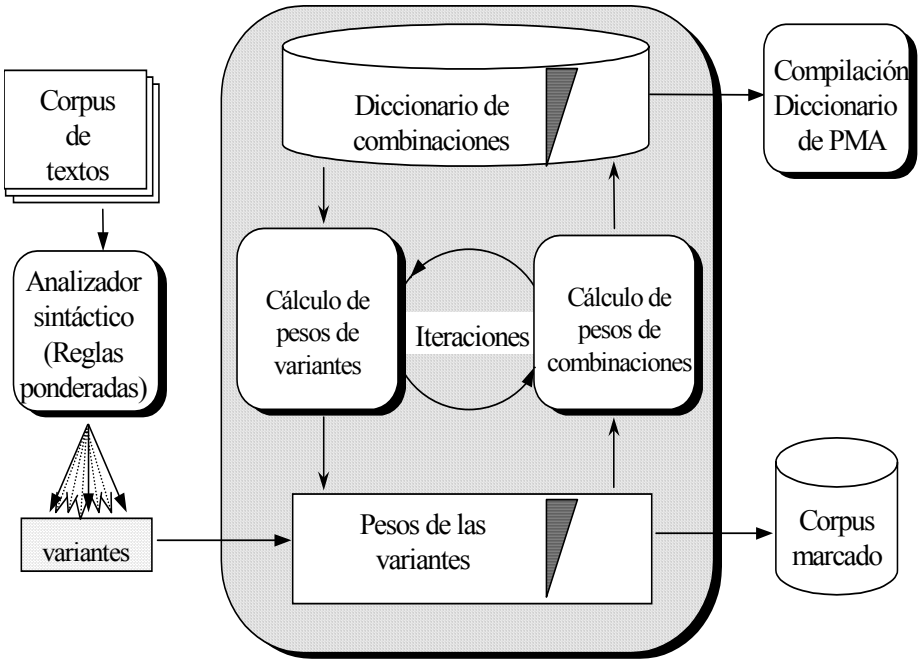


Figura 25. El procedimiento iterativo con corpus de textos[38]

donde *S* es el número total de oraciones, *V* es el número total de variantes en el corpus. En las primeras dos líneas, la suma sólo se realiza para las variantes donde la combinación *i* aparece. El significado de λ, como ya lo presentamos en la sección anterior, está relacionado con las palabras ausentes en el corpus.

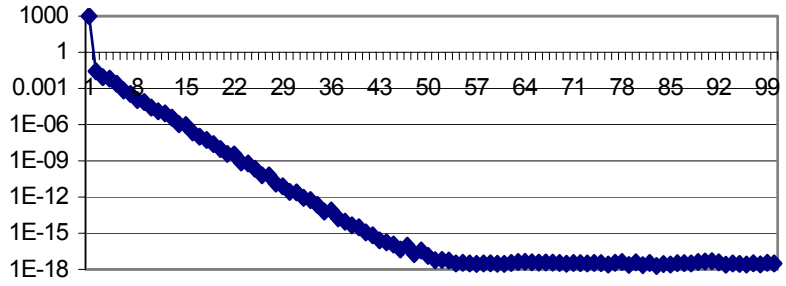
En la tercera línea, la multiplicación se hace para todas las combinaciones que aparecen en la variante *j*, para obtener su peso. En la cuarta línea la suma se hace para todas las variantes de la estructura de la frase específica bajo análisis, para normalizar. Los divisores en las dos primeras líneas y la constante C de la tercera

[38] Con el triángulo mostramos un histograma de pesos, es decir, desde las variantes o combinaciones con el mejor peso hasta las variantes o combinaciones con los peores pesos.

línea solamente se introducen para normalización: S es el número total de variantes correctas supuestas y $(V-S)$ son las incorrectas. Así que los coeficientes los proporcionan el analizador sintáctico y el corpus de textos.

En los experimentos que realizamos, $\frac{S}{V-S}$ no probó ser la mejor opción, en su lugar experimentamos con diferentes valores: 0.01, 0.0001 y finalmente con 10^{-10} que probó ser la mejor opción. La expresión para λ es entonces un factor introducido como parámetro en las iteraciones, para alisar los efectos de los casos mu raros, aunque es inherente al lenguaje que estos casos estén presentes.

Los valores de convergencia se muestran en la siguiente gráfica:



Realizamos también el cálculo de los pesos de las variantes con la fórmula (10) y no obtuvimos diferencias muy grandes en los resultados. Para este último caso la convergencia es muy similar a la anterior.

Al finalizar el proceso del corpus, tenemos el diccionario de todas las combinaciones encontradas, es decir, tenemos:

- Las frecuencias p_i^+ de las combinaciones en las frases *correctas*.
- Las frecuencias p_i^- de las combinaciones en las variantes *incorrectas* del análisis, es decir, en los errores del analizador sintáctico.

Teniendo estas probabilidades y un corpus resultante, analizado sintácticamente, a cada variante o hipótesis se le asigna un peso, el cuál es la probabilidad de que esa hipótesis sea la verdadera. El peso se calcula con (10) como un producto de los pesos en el diccionario de todas las combinaciones encontradas en él. Estos productos se normalizan dentro del conjunto de hipótesis producidas para la misma frase. Este proceso corresponde al siguiente algoritmo:

1 Para cada nodo del árbol de cada variante se busca en el diccionario su estructura local, o sea, la *combinación*. Se calcula el peso w_i de la variante multiplicando los p^+ / p^- de cada combinación. Si no se encuentra la combinación en el diccionario, se usa una constante ε pequeña.

2 Los pesos se normalizan mediante $\Sigma\, w_i = 1$.

Las variantes se ordenan por sus pesos. Las variantes con mayor peso se consideran como las correctas.

5.3.2 PESOS DE LAS COMBINACIONES Y SU USO

En el diccionario de combinaciones tenemos entonces sus pesos, basados en el corpus seleccionado. La utilidad de esos pesos se manifiesta en diferentes usos:

- Los pesos menores disminuyen el peso de la variante donde se encuentran. Por ejemplo, una combinación muy raramente empleada, incluida en el diccionario, no debe dar mucha preferencia a una hipótesis donde aparezca esa combinación.
- Los pesos de combinaciones desambiguan enlaces correctos pero opuestos. Por ejemplo, una preposición puede introducir una valencia de un verbo y de un sustantivo en la misma frase. En este caso, la preferencia se da a las hipótesis conteniendo los enlaces más frecuentes, es decir, a la combinación que tiene un peso mayor. Por ejemplo "*Hablo con el director de la universidad*, donde *director de* tiene más peso que *hablar de*.

– Los pesos dan una idea de los errores que comete el analizador sintáctico. Un peso mayor a uno significa que la combinación aparece en variantes correctas, menor a uno que aparece en variantes falsas. Las combinaciones que tienen la misma probabilidad en variantes correctas e incorrectas no ayudan, es decir, no contribuyen al peso de las variantes correctas y por lo tanto no tiene ningún valor mantenerlos en el diccionario.

El cálculo de los pesos se rehace cada vez que una modificación significante se hace al algoritmo de análisis sintáctico o a la gramática.

5.3.3 VERBOS CON COMBINACIONES COMPILADAS AUTOMÁTICAMENTE

En el Anexo *Resultados del proceso iterativo* aparecen los resultados al finalizar las 100 iteraciones del proceso del corpus LEXESP, que dan las estadísticas de las combinaciones compiladas. Para analizar estos resultados escogimos una muestra de cuatro verbos, dos de ellos corresponden a ejemplos ya mencionados y dos más corresponden a nuevos ejemplos.

Las combinaciones se toman de los árboles tipo dependencias, por lo que no hay un orden como en los árboles de constituyentes. Las combinaciones se denotan como:

Lexema, [*realizaciones sintácticas*$_{\text{n}}$]

donde las realizaciones sintácticas son una lista de dos tipos: frases preposicionales y grupos nominales. Las frases preposicionales solamente están representadas por la preposición. Cada grupo nominal está representado por "?". Hacemos notar que esta descripción no considera el orden, por ejemplo: *convertir*, *dobj_suj:?, dobj:?, obj*:*en* es equivalente a:

convertir, dobj:?, obj:*en*, *dobj_suj:?*
convertir, *obj*:*en*, *dobj_suj:?*,*dobj:?*

donde *obj* indica objeto directo, *dobj_suj* indica sujeto pospuesto u objeto directo.

Esta representación es la forma más cómoda para obtener, revisar y aceptar las combinaciones correctas.

El siguiente ejemplo, para el verbo *comprobar*, muestra la posibilidad de tener el sujeto y el objeto directo pospuestos al verbo.

Combinación	p^+/p^-	p^+	p^-
Comprobar,dobj_suj:?,dobj_suj:?	3.26143	0.000179674	5.50906e-05
comprobar,dobj:?	2.19999	2.63402e-05	1.19729e-05
comprobar,dobj_suj:?	1.70269	0.000280344	0.000164648

Tanto en este ejemplo como en los siguientes solamente presentamos el rango de combinaciones con mayores pesos y omitimos todas las demás combinaciones con pesos bajos para el mismo lexema.

Para el verbo *acusar* observamos que, además de las valencias ya mencionadas a lo largo de los diferentes capítulos, se reporta la realización sintáctica de un circunstancial, representado por la frase preposicional introducida por "con".

Combinación	p^+/p^-	p^+	p^-
acusar,dobj_suj:?,obj:de,clit:?	11.0483	0.0002935	2.656e-05
acusar,dobj_suj:?,obj:con,obj:de,clit:?	11.0483	0.0001174	1.062e-05
acusar,dobj_suj:?,dobj_suj:?,obj: de, clit:?	11.0482	5.870e-05	5.313e-05
acusar,obj:con,obj:de,clit:?	11.0481	2.935e-05	2.656e-05
acusar,dobj_suj:?,dobj_suj:?,obj:con,obj:de,clit:?	11.0481	2.935e-05	2.656e-05
acusar ,obj:de,clit:?	4.3799	0.0003353	7.657e-05
acusar,obj:de,obj:de,clit:?	3.5313	1.743e-05	4.937e-06
acusar,clit:?	2.9477	0.0003837	0.0001301
acusar,dobj_suj:?,dobj_suj:?,obj:a,obj:de	1.3144	1.69e-05	1.286e-05
acusar,dobj_suj:?,dobj_suj:?,obj:a	1.2847	3.967e-05	3.088e-05

También observamos que por su aparición en pocas oraciones, el sentido de *acusar* como *revelar*, aparece con peso muy bajo: 0.1575 para *acusar,dobj_suj:?* y 0.1526 para *acusar,dobj_suj:?,dobj_suj:?*.

5.3.3.1 TIPOS DE ELEMENTOS NOVEDOSOS

Tomar las combinaciones del árbol de dependencias permite considerar todos los objetos del lexema, incluyendo los sujetos, y

los objetos que en las oraciones se encuentran antes del verbo (realizadas como grupos nominales y clíticos). No se han considerado hasta ahora los clíticos que están insertados en el verbo, principalmente por el trabajo laborioso que requiere modificar el corpus LEXESP, sin embargo, este trabajo se considera a futuro.

Esta inclusión en nuestra investigación es muy importante, a diferencia de todos los trabajos de obtención de marcos de subcategorización ya mencionados en la sección 5.1. En esos trabajos, por el empleo de constituyentes, no se consideran el sujeto ni los objetos que se encuentran en un orden previo al verbo, y también porque su objetivo es el lenguaje inglés, donde el orden de palabras es más estricto.

También se incluyó la consideración del sujeto pospuesto, que es más interesante que el sujeto previo al verbo, ya que en español siempre existe el sujeto, aunque no esté explícitamente se deduce de las características morfológicas del verbo.

Con este método, los valores bajos nos permiten dos tipos de acciones:

- A pesar de que las combinaciones correctas no cumplan con los valores esperados, mayores a uno, por la cantidad de oraciones con el lexema es posible que los lingüistas, con una inspección visual rápida, reconozcan otras combinaciones correctas.
- Las combinaciones incorrectas presentan valores muy bajos e indican, además de su ocurrencia en las variantes incorrectas, las frecuencias más usuales de sus POS.
- Las combinaciones incorrectas incluyen complementos circunstanciales obvios.

Por ejemplo, para el adjetivo *ideal*, se obtuvo el peso 1.06275 para la combinación *ideal,pred:en,pred:para*, donde la frase preposicional circunstancial introducida por la preposición “para” es obvia como tal.

5.3.3.2 RUIDO DE INFORMACIÓN.

Existe cierta información que causa problemas en la obtención de las combinaciones. Además de problemas de datos escasos, marcas morfológicas y frecuencias de aparición, detectamos dos casos importantes:

Los objetos de los infinitivos cuya frecuencia es grande.

Por ejemplo, para el verbo *ir* que introduce infinitivos con la preposición *a*, obtuvimos la combinación *ir,dobj_suj:?,dobj_suj:?, obj:a,obj:a* con el peso 1.66206 debido a los infinitivos que a su vez realizan objetos con la misma preposición.

La preposición "de", cuya frecuencia es muy alta.

Por ejemplo la combinación *llenar,dobj_suj:?,dobj_suj:?,obj:de, obj:de* aparece con el peso 101.693, y la razón de duplicar un objeto con la preposición "de" se debe a su alto empleo en grupos nominales.

Como ejemplo del problema que se presenta por frecuencias de ocurrencia presentamos el caso de *comer*. Indica que aparece "*como*", con 3 POS: adverbio, conjunción y verbo, y que la aparición es mucho más frecuente con las dos primeras categorías gramaticales que con la tercera. Sólo la combinación *comer,clit:?* corresponde a frases del tipo *lo comieron*.

Combinación	p^+/p^-	p^+	p^-
comer,obj:de,obj:de,obj:en	7.5429	1.267e-05	1.68e-06
comer,dobj_suj:?,obj:?,obj:sobre	4.2059	1.607e-06	3.822e-07
comer,dobj_suj:?,obj:de,x:?	3.4159	4.655e-06	1.362e-06
comer,dobj_suj:?,obj:sobre	3.0431	2.102e-05	6.907e-06
comer,dobj_suj:?,obj:a_punto_de	29.157	0.0001507	5.171e-06
comer,dobj_suj:?,dobj_suj:?,obj:de,obj:sobre	2.6545	9.067e-07	3.415e-07
comer,dobj_suj:?,obj:de,obj:sobre	2.4906	2.872e-06	1.153e-06
comer,obj:de,obj:en	2.3024	8.995e-05	3.906e-05
comer,clit:?	1.8792	0.0002290	0.0001218
comer,dobj_suj:?,dobj_suj:?,obj:sobre	1.8030	1.852e-06	1.027e-06
comer,obj:de,obj:sin	1.7763	3.043e-07	1.713e-07

La solución a este tipo de problemas sería seleccionar un grupo de oraciones donde se asegure el tipo de verbo deseado, o intentar corpus más grandes.

5.4 Comparación de resultados de la obtención de estructuras de las valencias en forma tradicional y en forma automatizada

La elaboración de los patrones de rección que se han compilado para distintos lenguajes (inglés, Mel'čuk y Pertsov (1987), ruso Apresyan *et al.* (1973) y Mel'čuk y Zholkovsky (1984), francés, Mel'čuk *et al.* (1984, 1988, 1992, 1999)) se ha realizado manualmente. Para el español compilamos, también manualmente, un conjunto de patrones de rección de cerca de 500 verbos (Galicia *et al.,* 1997; Bolshakov *et al.,* 1998).

Esta compilación se realizó con la intención de cubrir el análisis de la mayoría de las peculiaridades de los PR de los verbos del español en su totalidad. Empleamos la descripción de manejo preposicional presentada en varias gramáticas y una colección de artículos políticos seleccionados de periódicos mexicanos actuales. Luego estos patrones fueron revisados por varios hablantes nativos. La colección cumplió con el objetivo de presentar una descripción teórica y descubrir peculiaridades imprescindibles en las descripciones de los PR.

De los manuales gramaticales consideramos el manejo de frases preposicionales. Como su estudio es general, analizamos estas descripciones para separar las frases preposicionales que realizan complementos circunstanciales de las que realizan los actuantes. El orden de palabras lo obtuvimos intuitivamente.

En este estudio detectamos la importancia de la descripción del uso de pronombres personales, como sujeto, objeto directo e indirecto, es decir, de pronombres personales con dirección. Esta descripción tiene dos aspectos:

– La descripción del sujeto pronominal. El sujeto pronominal siempre permanece en la forma de caso nominativo (yo, tú, él, etc.) y en el mismo lugar del sustantivo sustituido. Por lo que su descripción solamente considera la opcionalidad de realizarse mediante un grupo nominal o un pronombre personal.

– La descripción de objetos pronominales. Esta descripción es más complicada. Con las formas en imperativo, infinitivo y gerundio, estos objetos se expresan a través de formas clíticas (pronombres personales en los casos acusativo o dativo, o ambos) ligadas a la forma verbal. Por lo que se requiere la enumeración completa de los posibles órdenes del verbo con sus valencias expresadas de esta forma, y su duplicación, como ya se describió en la sección 2.6

Manualmente puede describirse de una manera general este tipo de particularidades, pero la descripción de los órdenes usuales sólo se pueden obtener mediante el análisis de corpus de textos. Otro empleo del corpus de textos es la investigación adicional para reunir más estadísticas, que probaran el grado real de corrección de los PR compilados.

Con el método semiautomático encontramos la diversidad en el uso de realizaciones sintácticas de las valencias y de sus posibles órdenes de aparición. Por ejemplo, encontramos que la modificación del orden, considerado normal en las oraciones del español, es muy usual. Esta situación es ignorada por algunos autores (Monedero *et al.,* 1995) por considerarse un recurso estilístico que aparece de forma excepcional.

También encontramos que la realización de valencias mediante clíticos y la duplicación de valencias tampoco deben despreciarse. Por todo lo anterior, la estructura formal que presentamos en el capítulo 2 se modificó dando como resultado la estructura final que presentamos en la figura 26, donde incluimos la representación de las valencias duplicadas.

En la compilación semiautomática verificamos que algunas frases preposicionales que se marcan en los manuales gramaticales corresponden a dominios muy específicos, y por lo tanto no se encontraron en textos comunes o su aparición fue extremadamente baja.

En la figura 27 presentamos la estructura final formal obtenida en forma semiautomática para el verbo *acusar*$_1$.

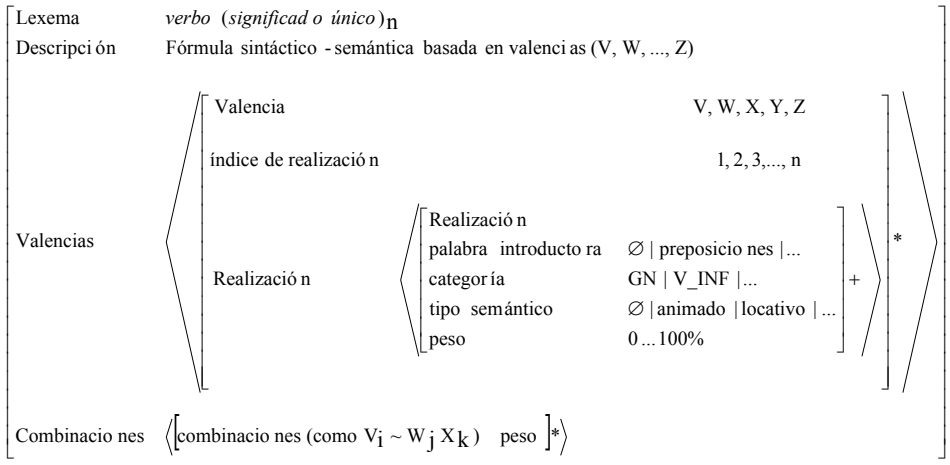


Figura 26. Estructura final formal de los PRA

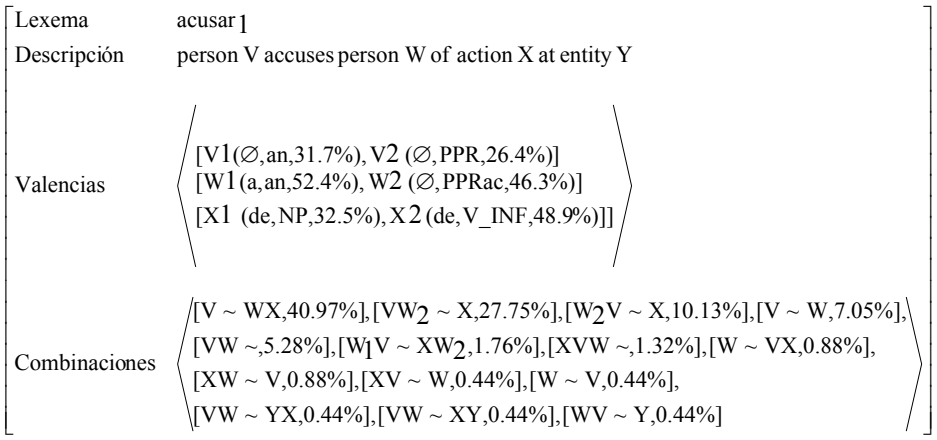


Figura 27. PRA para el verbo *acusar*$_1$

La obtención de la estructura de valencias en la forma tradicional, es decir, en forma manual conforme a los métodos lexicográficos, se realiza mediante un trabajo introspectivo, buscando interiormente en la observación del propio uso del lenguaje los diferentes actuantes de los lexemas y sus realizaciones sintácticas. En la obtención en forma semiautomática, el trabajo que se realiza consiste en

confirmar la validez de las realizaciones sintácticas obtenidas y enlazar estas realizaciones con los actuantes de los lexemas asociados, es un trabajo más sencillo que va de las realizaciones sintácticas a los sentidos.

La idea del algoritmo para construir el diccionario de PRA con base en el diccionario de combinaciones incluye la participación de un lingüista. El algoritmo para compilar el diccionario es supervisado, a diferencia del algoritmo para compilar las combinaciones que no es supervisado. Brevemente, se describe a continuación.

Se presenta la lista de los lexemas para los que se obtuvieron las combinaciones del corpus y se escoge el lexema. Se extraen todas las combinaciones para el lexema dado. Se extrae la lista de preposiciones que aparecen en las combinaciones. Con esta lista se forman todos los grupos posibles, con la única restricción de que no se encuentren en el mismo grupo dos o más preposiciones que aparecen en una misma combinación.

De todos los posibles agrupamientos se eligen los que resultan en el mínimo número de conjuntos que contienen todas las preposiciones. Se ordenan los agrupamientos, primero los que empatan con las combinaciones encontradas de acuerdo a sus pesos. Los demás agrupamientos se ordenan alfabéticamente. Estos agrupamientos representan las realizaciones de cada valencia, es decir, un actuante.

Los agrupamientos se presentan al lingüista en ese orden, para su aceptación y asignación de la información sobre el significado de los actuantes. Después de que se hayan definido los actuantes, se solicita la confirmación de dos tipos de información:

– De actuantes obligatorios. El programa solamente los propone si aparecieron en todas las combinaciones.

– De hipótesis de incompatibilidad de los actuantes. El programa solamente los propone si nunca aparecen juntos en una oración.

Por ejemplo, para el lexema *huir* se tienen las combinaciones: *huir,dobj_suj:?,obj:hacia* con el peso 4.59491, *huir,obj:hacia* con

3.47915, *huir,obj:a* con 2.6778, *huir,dobj_suj:?,obj:a* con 1.27592, entonces un grupo de preposiciones es {hacia, a}.

También debe ser posible que el lingüista agrupe manualmente algunos casos que no se encuentren. Otras facilidades necesarias para esta herramienta son la presentación de ejemplos y la posibilidad de presentar otras características de las realizaciones sintácticas de los actuantes, que deberían almacenarse previamente en el diccionario.

5.5 Algunas conclusiones a favor de la automatización

En la lexicografía ha habido una gran tradición de métodos empiristas, en contraste con los racionalistas. Para construir los diccionarios, estos métodos empiristas se basan en el análisis humano de hechos, es decir, en el análisis de textos reconocidos por su calidad y uso estándar del lenguaje. En estos estudios se define principalmente la información que desde el punto de vista de los hablantes nativos requiere explicación. Los diccionarios necesarios para el procesamiento lingüístico de textos por computadora tienen que detallar este conocimiento del lenguaje, además del conocimiento que es obvio para los hablantes nativos y que no requiere descripción.

Las teorías gramaticales actuales persiguen esa meta. Como ya lo habíamos mencionado, la MTM tiene este objetivo desde sus inicios. El diccionario concebido bajo la MTM, el diccionario combinatorio y explicativo, contiene las relaciones o correspondencias que se dan entre diferentes niveles del lenguaje. Entre otras cosas, en ella se definen las realizaciones sintácticas de las valencias y la correspondencia entre valencias sintácticas y actuantes. Razón por la cual nosotros hemos basado nuestra investigación en ella. Sin embargo, como Kittredge (2000) lo explica, la MTM requiere mucho detalle descriptivo y, por lo tanto, considerable tiempo para construirlo. Esto queda de manifiesto con el tiempo que Mel'čuk y sus seguidores han empleado en la

compilación del diccionario combinatorio del francés (Mel'čuk *et al.,* 1984; Mel'čuk *et al.,* 1988; Polguère, 1998).

Mel'čuk, mismo [39] , considera que únicamente es posible desarrollar el diccionario combinatorio con lingüistas de habilidades intrínsecas, y con el estudio introspectivo (observación interna) de lingüistas entrenados para definir y describir las formas del uso del lenguaje. Aunque reconoció que esta labor requiere meses para unos cuantos vocablos, contando con varios lingüistas especializados. Por lo que un diccionario de ese tipo, aún a pesar de su gran utilidad, es impensable a corto plazo, además de muy costoso.

Una forma más rápida de obtener los para, pero costosa, sería si se dispusiera de corpus de textos marcados sintácticamente. Este tipo de tarea requiere mucho trabajo manual, aunque menor que el diccionario combinatorio. Sin embargo, se presentan problemas humanos, por ejemplo, Leech y Garside (1991) discuten el problema que surge al analizar sintácticamente de forma manual un corpus, concerniente a la disminución de exactitud y consistencia de los análisis en relación con el analista y con el paso del tiempo, la naturaleza intensiva de la labor de producir análisis detallados, etc. Indican además que intentar que se construyan manualmente análisis consistentes con una gramática de cualquier tamaño y sofisticación pondría una enorme carga adicional en el analista.

Conforme han crecido las oportunidades de obtener corpus y marcarlos automáticamente ha sido más fácil compilar diccionarios tradicionales y para computadoras. Ahora es más común que los lexicógrafos empleen los corpus de textos, por las múltiples ventajas que ofrecen. Sinclair escribió en el prefacio de COBUILD (Sinclair *et al.*, 1987) que por primera vez un diccionario había sido compilado por la inspección detallada de un grupo representativo de textos en inglés, hablados y escritos, con millones de palabras. Que esto significaba que además de las herramientas para hacer diccionarios comunes (lectura y experiencia amplias en el inglés, otros diccionarios y por supuesto ojos y oídos) ese diccionario se basaba en evidencia física, mensurable. Recientemente, algunas de

[39] En su participación de clausura del congreso CICLing-2000.

las mayores casas lexicográficas coleccionan grandes cantidades de corpus de datos.

Con nuestro método es posible compilar semiautomáticamente el diccionario de PRA, por supuesto sólo en la parte relacionada a combinaciones posibles e imposibles, no en la parte del significado de los actuantes, ya que el significado de los actuantes debe asignarse manualmente. De esta forma, se restringe la labor de un lingüista, ya que con toda esta información estadística solamente tiene que hacer las ligas de nivel superior.

Aunque no se obtiene la meta deseable de los métodos por computadora de eliminar por completo la labor humana, tales métodos ahorran tiempo y costo en gran cantidad. Por otro lado, una ventaja de que no sea completamente automático el proceso de elaboración del diccionario es que algunas combinaciones, que no alcanzan a presentar valores distintivos porque no aparecen en el corpus con suficiente frecuencia, pueden recuperarse por la selección del lingüista. Además de que el desarrollo en el área semántica no provee todavía los métodos requeridos para asignar la información semántica de los actuantes.

Así que la ventaja de la automatización es obtener resultados en un tiempo mucho más corto, aunque no completos. Otra ventaja es la rapidez con que puede trabajarse en distintos dominios y distintos corpus de textos. También la posibilidad de determinar el uso actual de las combinaciones en esos dominios, en distintos géneros y en variantes del lenguaje mismo.

5.6 Analizador sintáctico con estadísticas de rección

El sistema que compila los pesos de las combinaciones consta de los siguientes módulos:

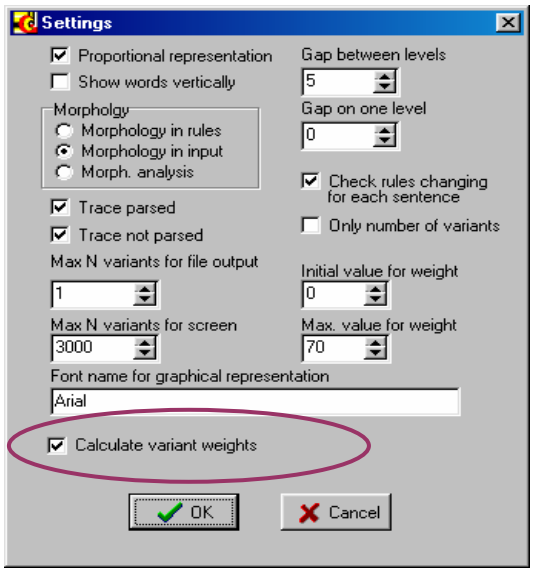
Un módulo que analiza sintácticamente el corpus de textos y obtiene para cada oración: el número de variantes, el número de combinaciones y las combinaciones de cada variante. Este módulo emplea el analizador básico con la gramática de reglas ponderadas. Con opciones para definir el número máximo de variantes, el rango de pesos en

las reglas ponderadas, la longitud máxima de las oraciones, las relaciones de dependencia consideradas en las combinaciones, y otras opciones para facilidades de proceso.

Un módulo que realiza el proceso iterativo de calcular los pesos de las variantes, y los pesos de las combinaciones, alternadamente. Con opciones para seleccionar el tipo de cálculo o el valor de lambda, el cálculo de los pesos de las variantes (entre ellas las fórmulas 9 y 10) y opciones de facilidades de proceso.

Un módulo para crear una base de datos con las cadenas de las combinaciones y los pesos calculados para uso del analizador.

El analizador permite emplear los pesos de las combinaciones, como se muestra a continuación, con la marca en "Calculate variant weights".

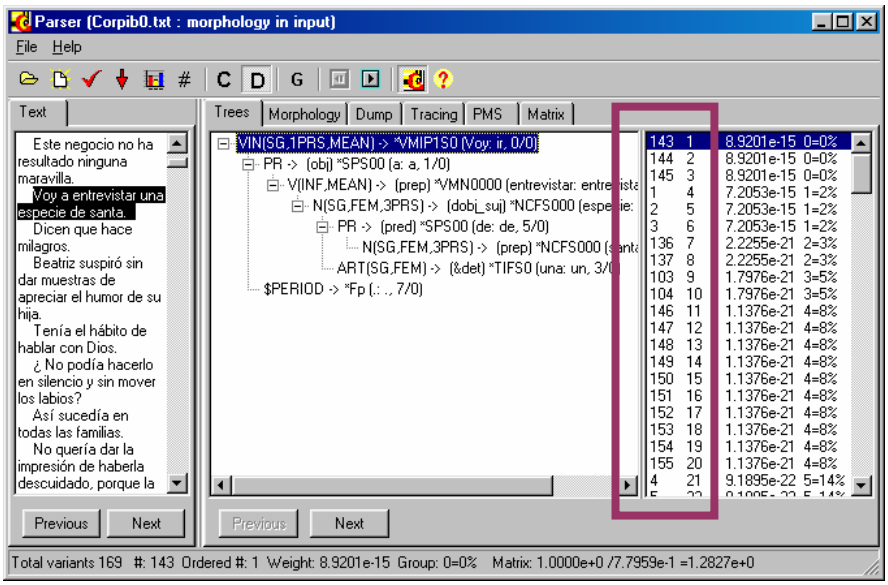


El proceso de compilación es tipo batch. Por el tiempo de proceso, el corpus se dividió en tres partes y se procesó paralelamente. El proceso de análisis sintáctico y extracción de combinaciones tomó 15 horas para cada tercera parte del corpus total. El proceso iterativo de cálculo de pesos de variantes y pesos

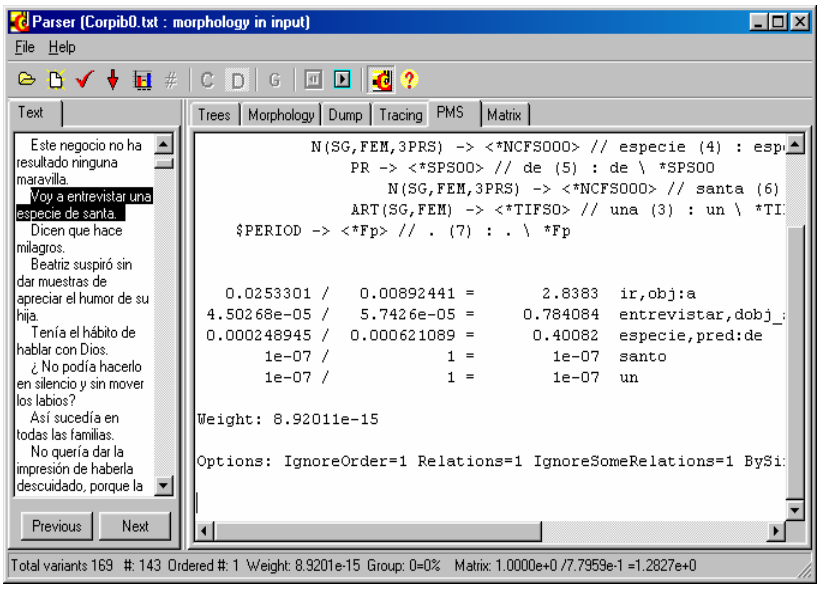
de las combinaciones alternadamente, tomó 17 horas para las 100 iteraciones.

A continuación mostramos algunos resultados de la aplicación de los pesos obtenidos de las combinaciones en el analizador básico. Los resultados totales los presentamos en la sección siguiente, aquí sólo presentamos dos ejemplos.

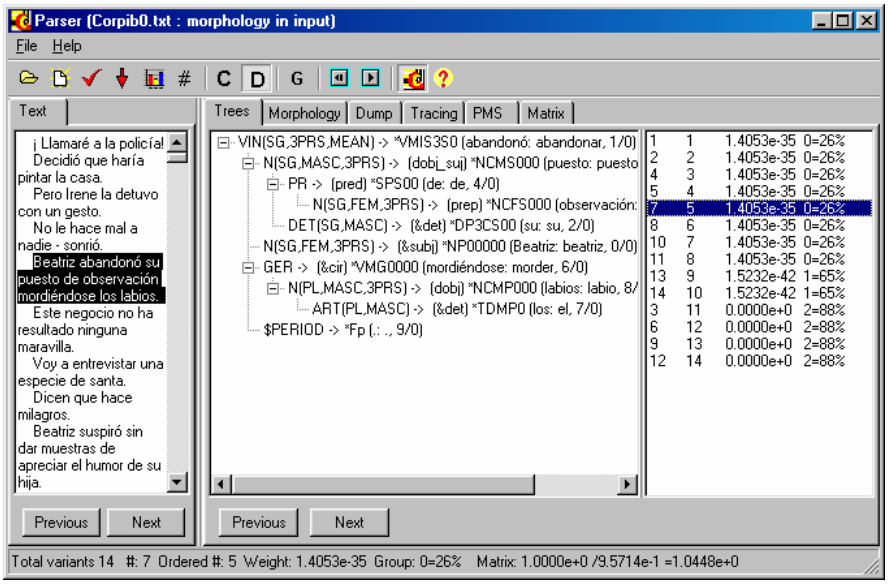
1) Una oración donde los pesos de las combinaciones determinan la variante correcta, la oración es *Voy a entrevistar una especie de santa*. En la parte izquierda la primera columna indica la posición de la variante en la salida del analizador básico, la segunda columna la posición de la variante debido a los pesos de las combinaciones, la tercera columna el peso de la variante y la cuarta columna el grupo de variantes con el mismo peso y su porcentaje de colocación.



Los valores de las combinaciones que logran este resultado se presentan enseguida, donde es de notar el peso de la combinación "ir, obj:*a*".



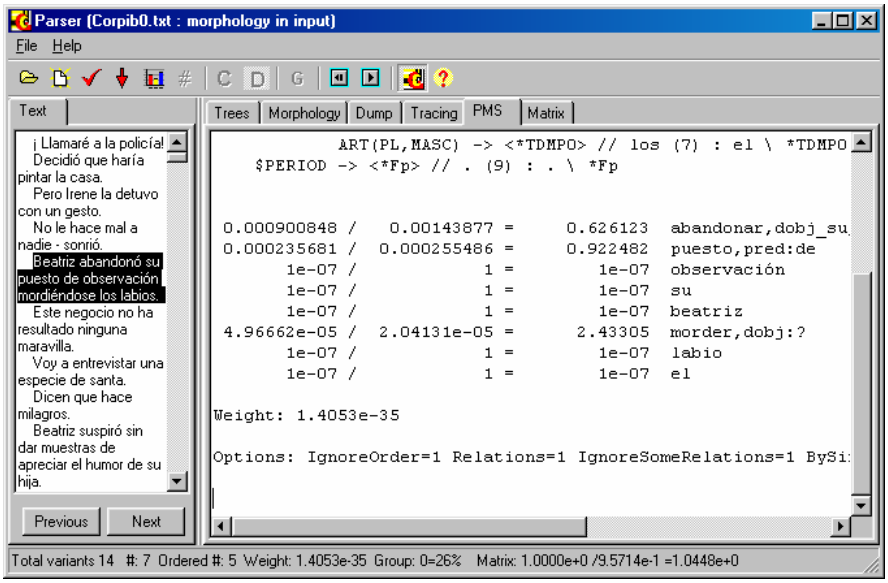
2) El ejemplo a continuación, para la frase *Beatriz abandonó su puesto de observación mordiéndose los labios*, muestra un caso de falla de posición por valores muy bajos de las combinaciones.



La variante correcta tiene la posición 5 de 14 variantes. A continuación se muestran las combinaciones y sus pesos y se observa un peso muy bajo para la combinación *abandonar algo*, por la falta de datos en las oraciones analizadas del corpus. En este ejemplo, la diferencia entre la variante 1 y la 5 es la relación de la frase *mordiéndose los labios* respecto al verbo. En la primera variante como un modificador del verbo y en la segunda variante como circunstancial de la oración: *abandonó su puesto de observación.*

5.6.1 RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LOS PESOS DE COMBINACIONES EN EL ANALIZADOR BÁSICO

Compilamos las combinaciones y sus pesos en una base de datos para ser utilizada por el analizador básico ya descrito. Con estos valores el analizador básico calcula los pesos de las diversas variantes que generó. Las variantes se clasifican de acuerdo a los pesos obtenidos para cada una de ellas. Esta clasificación promueve el grupo de variantes con mayor posibilidad de ser el correcto a la posición tope de la lista de variantes clasificadas.



Para realizar la prueba de efectividad del método tomamos un conjunto de oraciones del corpus LEXESP, con menor número de variantes. Este conjunto se presenta en el Anexo Conjunto de prueba. El método simple que consideramos es el siguiente:

1 Determinamos la variante correcta de entre todas las variantes generadas.

2 El analizador básico construido clasifica las variantes mediante los pesos de las combinaciones.

3 Anotamos la posición de la variante correcta en la clasificación anterior y calculamos el rango medio de esa posición respecto al total de variantes.

Cabe hacer notar que en el analizador básico la posición de salida no tiene ninguna relación con su posibilidad de ser la correcta, sino con el número de marca morfológica seleccionada para cada palabra y con la longitud y orden alfabético de las reglas empleadas. En la salida obtenida al aplicar los pesos de las combinaciones, la posición se debe únicamente a nuestro método.

En la tabla siguiente se observan los pesos obtenidos para 53 de las 100 oraciones del conjunto de prueba.

Oración	Posición variante correcta	Rango medio	Total variantes
1	2	50%	3
2	1	0%	14
3	4	15%	20
4	5	9%	44
5	5	26%	14
6	1	0%	2
7	1	0%	169
8	3	100%	3
9	669	40%	1660
10	25	5%	480
11	73	61%	118
12	–	–	Mal analizada
13	441	13%	3144
14	555	59%	936
15	3	4%	48

Oración	Posición variante correcta	Rango medio	Total variantes
16	2	33%	4
17	–	–	Mal analizada
18	1	0%	42
19	1	0%	10
20	1	0%	288
21	1	0%	6
22	28	31%	88
23	25	14%	170
24	17	41%	40
25	–	–	160200
26	1	0%	12
27	1	0%	6
28	1	0%	15
29	–	–	Mal analizada
30	–	–	Mal analizada
31	4	42%	8
32	–	–	Demasiadas
33	–	–	Mal analizada
34	4	60%	6
35	–	–	Una variante
36	–	–	Mal analizada
37	1	0%	18
38	1	0%	11
39	–	–	Una variante
40	5	12%	32
41	–	–	Mal analizada
42	–	–	Mal analizada
43	–	–	Mal analizada
44	2	100%	2
45	1	0%	26
46	5	17%	24
47	–	–	Mal analizada
48	5	57%	8
49	1	0%	16
50	–	–	Mal analizada
51	1	0%	4
52	361	82%	440
53	19	56%	33

De los valores obtenidos se concluye que con nuestro método logramos como rango medio de colocación el 25%.

Capítulo 6 Otras fuentes de conocimiento para el análisis sintáctico

En este capítulo presentamos otros métodos para el análisis sintáctico del español y la desambiguación de variantes. Primero la combinación de métodos basados en diferentes fuentes de conocimiento. Posteriormente presentamos el algoritmo de proximidad semántica y su aplicación a la desambiguación sintáctica. Finalmente presentamos otras fuentes de conocimiento léxico: sistema de colocaciones y diccionarios específicos.

6.1 Combinación de métodos

Briscoe (1996) afirma que a pesar de más de tres décadas de investigación no ha sido posible desarrollar un analizador sintáctico práctico —independiente del dominio— de textos sin restricciones. El autor considera que para obtener esa clase de analizador sintáctico, que dé por resultado un análisis correcto o un análisis útil aproximado en el 90% de las oraciones de entrada, es necesario solucionar al menos los tres problemas que crean dificultades severas en los analizadores sintácticos convencionales que emplean algoritmos de análisis con una gramática generativa: delimitación de grupos sintácticos debido a elementos de puntuación [40] ,

[40] Ejemplos de este problema son las oraciones que contienen textos adjuntos delimitados por guiones, paréntesis o comas que no siempre se encuentran en una relación sintáctica con el texto circundante.

desambiguación por la gran cantidad generada de variantes de estructuras, y la insuficiencia de cobertura.

Estos tres aspectos que puntualiza Briscoe son muy importantes y presentan algunas características específicas en cada lenguaje, además de interdependencias entre ellos, a continuación los presentamos:

1) El problema de la delimitación de grupos sintácticos se ha intentado solucionar introduciendo la puntuación a las reglas de la gramática (Jones, 1994; Osborne, 1996). En lenguajes donde existen reglas claras para una puntuación estricta, la inclusión de reglas de puntuación en las reglas de la gramática generativa ayuda a eliminar variantes. En cambio, en los lenguajes donde la puntuación no se define de manera estricta, como es el caso del español, la inclusión de condiciones de puntuación ocasiona el aumento en la cantidad de reglas de la gramática. Este hecho también incide en la disminución de cobertura, por la imposibilidad de definir todas las posibilidades de puntuación de textos arbitrarios.

El empleo de procesos de edición previos al análisis, para delimitar los constituyentes, haría menos complejo el análisis sintáctico. Sin embargo, esta tarea requeriría reglas claras del uso de la puntuación en el lenguaje. Esto sin considerar otras características como la delimitación estilística mediante comillas, guiones, apóstrofos, etc., la cual tiene una variedad mayor.

2) La insuficiencia de cobertura, es decir, tratar con casos de oraciones de entrada que están fuera de la cobertura sintáctica del sistema de reglas, se ha considerado como un problema de labor intensiva y de compilación de cantidades extensas de conocimiento lingüístico, dada la propiedad de los lenguajes naturales de ser infinitos. Sin embargo, esa labor se tiene que detener en algún momento, por su imposibilidad de llegar a ser total. Entonces, debido a que cualquier modelo es limitado, no tiene una cobertura total del fenómeno que intenta representar. En el caso de las gramáticas generativas, cada una tiene su propia cobertura, siempre restringida.

La ampliación de la cobertura no se logra simplemente añadiendo más reglas, es necesario estudiar cómo afecta cada inserción a la gramática global. Además, como explicaremos más adelante, la cobertura se ve afectada por el grado de acierto de la gramática.

3) La desambiguación se requiere para disminuir la gran cantidad de variantes de estructuras generadas. A mayor cobertura menor número de restricciones, y, por lo tanto, mayor cantidad de variantes. La introducción de mayor cantidad de reglas para la delimitación de constituyentes (por la falta de reglas precisas) también introduce otras posibilidades de enlaces de constituyentes y una cantidad adicional de variantes. Por lo que el problema a enfocar es la desambiguación.

6.1.1 MODELOS EMPLEADOS

Los modelos matemáticos del lenguaje (Uszkoreit, 1996) son, básicamente, de dos tipos: los solamente simbólicos y los que adicionalmente aplican métodos estadísticos. Los simbólicos son sistemas formales axiomáticos compuestos por un conjunto de símbolos y de reglas que establecen las combinaciones de símbolos. Se postulan propiedades generales sobre los símbolos así como sus relaciones, y a partir de estos axiomas se obtienen nuevas propiedades de manera deductiva. Ejemplos de estos modelos son los ya vistos en los enfoques de constituyentes y de dependencias.

Los modelos estadísticos fueron desarrollados a partir de la Teoría de la Información (Shannon, 1949) y la estadística. Estos modelos describen el lenguaje como un conjunto de sucesos que presentan una determinada frecuencia; cada morfema, cada categoría sintáctica, cada sintagma, cada significado tiene una cierta probabilidad de aparecer en un determinado contexto. Los modelos estadísticos se fundamentan en los datos obtenidos a partir de corpus lingüísticos. La principal desventaja de los métodos estadísticos es que requieren una base estable, requieren corpus de textos que cuenten con todas las palabras necesarias y con frecuencias que permitan su estudio, es decir, son métodos que requieren una base más objetiva. Con estos modelos no es posible

distinguir si un grupo nominal es un objeto directo o si una frase preposicional es un objeto indirecto, tal vez sólo con corpus de tamaño de cientos de millones de palabras (Yuret, 1998).

Estos modelos estadísticos, que aparecieron en los años cincuenta y sesenta y que fueron muy criticados, han captado de nuevo el interés (Church y Mercer, 1993) gracias al desarrollo tecnológico que permite tratar enormes cantidades de datos mediante computadoras y programas accesibles a los investigadores. Este nuevo auge también se debe al estancamiento de los resultados obtenidos con los métodos clásicos simbólicos (Charniak, 1993). Los modelos matemáticos, en distintas variantes, son los que se han empleado en las últimas décadas para realizar el análisis sintáctico de textos por computadora. El modelo presentado en el capítulo 4 también pertenece a esta clasificación.

Los analizadores sintácticos que se han desarrollado para el análisis sintáctico de lenguajes naturales se han basado en un único formalismo gramatical. Casos de este tipo son: Grinberg *et al.* (1995) basándose en la LG (*Link Grammar*); Briscoe y Carroll (1993) basándose en CFG; XTAG (1995) basándose en las TAG. El modelo que presentamos en el capítulo 3, basado en constituyentes y unificación, pertenece a este tipo, ya que únicamente se basa en el formalismo de gramáticas generativas.

Con estos modelos se genera una gran cantidad de variantes de análisis para cada oración que se procesa. Puesto que usualmente las oraciones de los lenguajes naturales tienen varios análisis sintácticos posibles, el problema en la desambiguación sintáctica es escoger el o los posibles análisis correspondientes a la intención del autor. Para realizar esta elección en el análisis sintáctico, dada su complejidad, se han aplicado adicionalmente otros métodos. Principalmente, se ha intentado la desambiguación sintáctica mediante esos mismos formalismos, enriquecidos con estadísticas. Por ejemplo, Schabes (1992) y Carroll y Weir (1997) asocian información de frecuencias al formalismo LTAG (*Lexicalized TAG*); para gramáticas CFG se han desarrollado versiones probabilísticas, las cuales han sido investigadas por Lari y Young (1990), Charniak (1993), Manning y Carpenter (1997) y Mohri y Pereira (1998), entre otros; para HPSG,

Brew (1995) presenta la versión estocástica; también en analizadores sintácticos orientados por los datos (Bonnema *et al*., 2000).

6.1.2 COMBINACIÓN DE MÉTODOS

Basándonos en investigaciones realizadas, consideramos que la resolución de la ambigüedad sintáctica requiere un sistema compuesto de un conjunto de métodos. Es decir, se requiere desarrollar un conjunto de módulos basados en modelos de tipos diferentes de conocimiento que analicen las oraciones, y a partir de sus resultados tomar la decisión final acerca de cuáles son las variantes aceptables. Esta decisión puede ser una *votación*. De esta forma, cada uno de los módulos dará una medida cuantitativa de la probabilidad de una u otra variante de estructura, y finalmente el sistema completo elegirá las variantes con los valores máximos de esas evaluaciones estadísticas.

La idea no es muy nueva. En otras áreas, como en el marcaje de POS, ya se ha empleado. En ese marcaje existen métodos híbridos que combinan diferentes aproximaciones, por ejemplo el uso de recursos basados en estadísticas y en conocimiento lingüístico, como en Tzoukerman *et al.* (1994). Samuelson y Voutilainen (1997) presentan una discusión comparativa de marcadores de categorías gramaticales basados en lingüística y en estadística. Padró (1998) usa relajación, un algoritmo iterativo para realizar optimización de funciones basada en información local, que también permite el uso de restricciones con múltiples características provenientes de diversas fuentes.

En el análisis sintáctico se ha intentado emplear diferentes modelos como base de un solo método. Por ejemplo, Abney (1991) se basa en estudios sicolingüísticos de Gee y Grosjean (1983) para proponer el análisis sintáctico superficial. Gee y Grosjean (1983) enlazan duraciones de pausa en la lectura y esquematización de oraciones *ingenuas*, a grupos de texto, que de una manera muy general corresponden a la separación de una cadena de palabras después de cada núcleo-*h*. El análisis sintáctico superficial analiza partes de la oración. La oración se segmenta en partes no

traslapadas, el análisis de estos segmentos es la base del análisis sintáctico total que detecta los argumentos del verbo y pospone decisiones de enlaces de grupos preposicionales.

Magerman (1995) basa el análisis sintáctico en métodos estadísticos que reemplacen las habilidades de toma de decisiones del ser humano con algoritmos de toma de decisión. Emplea algoritmos de clasificación de árboles de decisiones, que además de identificar características relevantes para cada decisión y decidir la selección basándose en esas características, asignan una distribución de probabilidades a las elecciones posibles.

Para nosotros, dado que no podemos reproducir las habilidades humanas para entender una oración, el análisis sintáctico y su desambiguación deben basarse en modelos de conocimiento diverso. La elección de estructura debe hacerse en términos cuantitativos, asignando pesos, o evaluaciones estadísticas, a cada una de las variantes de estructura sintáctica. La variante con el peso más grande se considera como la mejor, mientras mayor sea el peso más posibilidades tiene de ser la variante correcta. Una ventaja es que el carácter cuantitativo de la estimación permite la combinación de diferentes métodos para el análisis y su desambiguación.

6.2 Estructura general del analizador

El mutimodelo de análisis que proponemos incluye principalmente los patrones de rección, las reglas ponderadas y la proximidad semántica. En la figura 28 presentamos el esquema general del análisis sintáctico propuesto, con resolución de ambigüedad. Cada uno de los métodos considerados tiene varias salidas con distintos pesos, que en la figura se representan mediante líneas ordenadas de mayor a menor. Las variantes de cada grupo, con mayores probabilidades, constituyen la entrada al módulo de votación, donde se seleccionan las más adecuadas. Hacemos notar en este esquema que a futuro este mismo sistema puede incluir otros modelos.

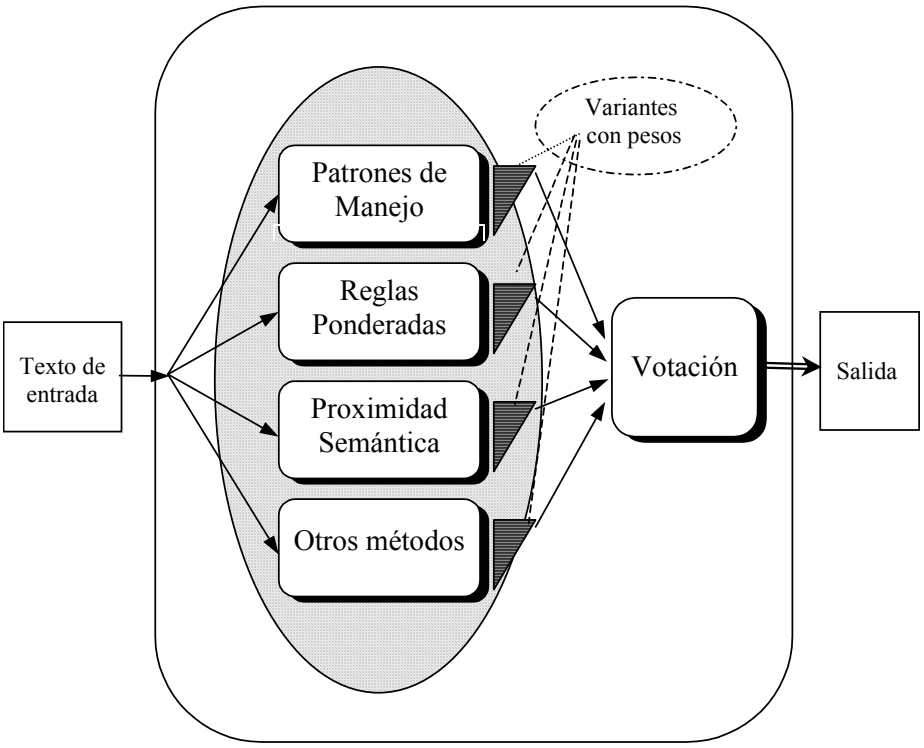


Figura 28. Estructura del analizador con resolución de ambigüedad

Los tres modelos que consideramos son modelos matemáticos y requieren de la compilación de diccionarios: el conjunto de PRA, el conjunto de reglas ponderadas y la red semántica. Los tres son fuentes de conocimiento muy diferente, son recursos léxicos diferentes, y todos son necesarios porque contribuyen con distintos puntos de vista para el análisis automático de textos sin restricciones. En el capítulo 4 presentamos el método semiautomático para la compilación del diccionario de PRA, en el capítulo 3 presentamos el modelo de reglas ponderadas, y en la sección 6.4 presentamos las bases para el modelo de proximidad semántica.

6.2.1 PATRONES DE RECCIÓN

Este método se basa en conocimiento lingüístico que adquieren los hablantes nativos durante el aprendizaje de su lenguaje, por lo que se considera el método principal. Este método es el más práctico para solucionar la mayoría de los problemas de ambigüedad, aunque por sí mismo no es suficiente para el análisis sintáctico de textos sin restricciones, por lo que se consideraron los otros modelos. En algunos casos, los modelos de proximidad semántica y reglas ponderadas resolverán la ambigüedad.

El conocimiento descrito en este modelo es la información léxica de verbos, adjetivos y algunos sustantivos del español, para enlazar las frases que realizan las valencias. No es posible establecer ese conocimiento mediante reglas o algoritmos pero es posible obtener la información léxica a partir de un corpus.

En el capítulo anterior mostramos el análisis y desarrollo teórico de esta herramienta para el español y se presentaron los resultados obtenidos. Para compilar el diccionario de PR desarrollamos un algoritmo iterativo y empleamos un corpus marcado con POS.

6.2.2 REGLAS PONDERADAS

Es uno de los modelos de resolución de ambigüedad sintáctica más simple, pero es mucho más cómodo de aplicar y es sencillo compilar los recursos necesarios. Se trata de la utilización del formalismo de gramáticas generativas que ya describimos en el primer capítulo. Se codifica directamente el conocimiento gramatical en reglas de reescritura, es decir, en gramáticas independientes del contexto.

El conocimiento que se describe en este modelo es la clasificación y segmentación de la oración conforme a las categorías gramaticales de las palabras que la forman. La gramática está constituida por un conjunto de reglas y por un conjunto de palabras, y corresponde a un lenguaje particular, ya que toda gramática es una teoría acerca de un lenguaje, y por lo tanto no existen en ella descripciones neutrales. Así que para este módulo creamos una gramática

independiente del contexto para el español, una gramática computacional.

Este método de gramáticas independientes del contexto también lo empleamos en el método de obtención de los patrones de rección, por lo que su construcción, descrita en el capítulo 3, considera como meta ambos usos.

6.2.3 PROXIMIDAD SEMÁNTICA

Este modelo está relacionado con el conocimiento semántico. Se requiere para desambiguar oraciones que son ambiguas debido a que sus estructuras sintácticas son perfectamente posibles, o para enlazar frases circunstanciales que al no estar directamente enlazadas con el sentido del lexema rector requieren un método conectado con la semántica de contexto.

Así que el conocimiento que describe es una clase de conocimiento semántico de contexto. Se trata de reconocer las palabras que están relacionadas, es decir, que están "más cercanas" semánticamente o que son "semánticamente compatibles". Por ejemplo, en la frase conocida *Veo un gato con un telescopio* no es claro si *telescopio* está relacionado con *ver* o con *gato*. La información semántica permite decidir que *telescopio* está más próximo semánticamente a *ver* y no a *gato*.

No se trata de desambiguar el sentido mismo de las palabras, esta tarea de desambiguación es distinta y se ha venido desarrollando como una subárea del procesamiento lingüístico de textos mediante computadora, considerando la desambiguación entre los sentidos dados en un diccionario, tesauro o similar. La desambiguación de sentidos de las palabras se ha estudiado con métodos estadísticos (Gale *et al.,* 1992; Yarowsky, 92, 1995; Pedersen, 2000), métodos basados en conocimiento (Agirre y Rigau, 1996), y con métodos mixtos (Jiang y Conrath, 1997; Rigau *et al.,* 1997). Aunque se han alcanzado altos estándares, en esta desambiguación usualmente sólo se han seleccionado pequeños conjuntos de palabras con distinciones claras en el sentido.

La idea del empleo de la red semántica es la siguiente, por ejemplo, consideremos las frases: *Me gusta beber licores con menta*

y *Me gusta beber licores con mis amigos*. En ambas frases, la clase semántica del sustantivo final ayuda a resolver la ambigüedad, es decir con qué parte de la frase están enlazadas las frases preposicionales, *con menta* y *con mis amigos*. Ni *menta* ni *amigos* son palabras ambiguas pero *amigos* está más cercana semánticamente a *beber* que a *licores* y *menta* está más cercana a *licor* que a *beber*. De esta forma se desambiguan los enlaces. Los detalles del uso de este modelo los presentamos en la sección 6.4.

6.2.4 MÓDULO DE VOTACIÓN

Para resolver la ambigüedad nos basamos en la asignación de pesos, o probabilidades, de cada variante del análisis. En el caso ideal, una sola variante debería tener l como probabilidad y todas las demás variantes 0. En la práctica no podemos obtener una sola variante ya que ni siquiera los hablantes nativos pueden elegir siempre una sola variante.

En esta propuesta para desambiguación sintáctica de textos sin restricciones enfatizamos la necesidad de diversos modelos. Cada uno de los módulos de los modelos propuestos da como resultado una serie de variantes de análisis sintáctico de la oración de entrada. De entre todas las variantes resultantes nuestro modelo selecciona las más adecuadas.

En cada módulo de modelo la salida resultante es un grupo de distintas variantes que no están ordenadas. Para ordenarlas asignamos un peso a cada variante. Nosotros proponemos la asignación de pesos a las variantes de acuerdo con la complejidad y con las características específicas de los métodos que las producen, como una forma de compatibilidad. Sin una transformación a una forma compatible no sería posible determinar las variantes sobresalientes porque sus valores no serían comparables.

La asignación de pesos a las variantes dentro de cada modelo la realizamos de acuerdo con las características que la especifican y probabilidades *a priori*. Las características específicas corresponden al modelo mismo: qué tanto satisface la variante esas características. Las probabilidades corresponden al uso más frecuente de determinadas estructuras o determinadas realizaciones sintácticas.

Estas posibilidades varían con cada modelo y la información disponible para ellos, pero en general, consideramos lo siguiente: enumeración de características distintivas del modelo, número de características o parámetros satisfechos dentro de cada modelo, diferenciación entre opciones en cada modelo y probabilidades de empleo de subestructuras.

En todas las secciones siguientes, en donde describimos cada módulo, presentamos la descripción de las asignaciones de pesos para cada uno de los modelos. Algunos ejemplos de las formas en las cuales se emplean los pesos y la votación, así como sus complejidades, se detallan en la sección 6.5

6.3 Reglas ponderadas

El algoritmo empleado para realizar el análisis sintáctico con las reglas ponderadas relaciona cadenas de símbolos con el conocimiento lingüístico almacenado en las reglas y el diccionario de palabras marcadas. Este algoritmo es el mecanismo computacional que infiere la estructura de las cadenas de palabras a partir del conocimiento almacenado.

6.3.1 EVALUACIÓN CUANTITATIVA

En este modelo consideramos como características las categorías gramaticales de las palabras, las reglas en sí mismas y el peso de las reglas. Para asignar valores cuantitativos analizamos la posibilidad de considerar lo siguiente:

- Las características del modelo corresponden al tipo de reglas empleadas. En este modelo se numeran las reglas por orden alfabético. La salida está ordenada por la prioridad de las reglas, por las POS y por el orden alfabético de las reglas. Así que las variantes no están agrupadas con algún criterio.
- Para ordenarlas podríamos hacerlo en cuanto a reglas que varían del tope hacia abajo de la estructura. Una vez teniendo este orden, y mediante análisis previo de algoritmos de

clasificación de árboles, probar diferentes clasificaciones por características para hacer sobresalir grupos similares.

- Las características satisfechas las asociamos con los diferentes POS. La idea es que sobresalga una variante y no varias para cada POS diferente. Por ejemplo, la palabra *la* tiene las categorías: PPR, PPR_C, N, Det. Así que si en un grupo de variantes solamente hay diferencias por una regla que utiliza diferentes POS de una misma categoría superior, puede marcarse una de las variantes con un peso mayor para hacerla sobresalir de las demás.
- Otra posibilidad más laboriosa es reducir las marcas de POS a grupos. En el ejemplo anterior serían el grupo del sustantivo y el grupo de determinantes. Así que una de las variantes con Det y una con una marca seleccionada del grupo, en este caso nominativo, tendrán un peso mayor. Otro camino es la asignación de usos más frecuentes. Se relaciona al ejemplo de la palabra *una* que tiene 3 formas de verbo, y su uso es mucho más probable como determinante. La solución sería darle un peso menor como verbo.
- Mayor diferenciación entre opciones considera el peso por la prioridad de las reglas. La prioridad de las reglas se aplica en forma descendente dependiendo de la posibilidad de asignar una estructura sintáctica. Las reglas de mayor prioridad se aplican primero y tienen un peso cero. Algunas oraciones requieren la aplicación de reglas de menor prioridad, pero aún en este caso se aplican reglas de diferentes pesos, y asociadas a ellos se cuantifica la diferencia entre variantes.

Sin embargo, la información sola de categorías de POS no nos ayuda a asignar pesos que diferencien las variantes correctas. Emplear las reglas para diferenciar grupos implica el uso de métodos complejos para hacer una clasificación de árboles con base en la cuál se podrían asignar valores cuantitativos. El peso de las reglas se utiliza directamente en el método, por lo que siempre se obtienen las variantes con menor peso en general, es decir, con

mayor prioridad. Solamente cuando se utilizan prioridades menores se utilizan reglas con diferentes prioridades.

El análisis de la labor requerida para realizar la clasificación y la asignación de valores, comparada con los resultados de un método que no distingue información léxica y da estructuras iguales por categorías gramaticales, nos hizo proponer una asignación de pesos por igual para todas las variantes, con la finalidad de que los métodos de PRA y de proximidad semántica sean los que hagan emerger las variantes correctas. Otras consideraciones se presentan en la siguiente sección.

6.4 Proximidad semántica

6.4.1 RED SEMÁNTICA

Existe una idea bastante extendida, tanto en la sicología como en la Inteligencia Artificial, de que en la mente humana los conceptos se encuentran relacionados entre sí formando una red. Bajo esta idea, cada concepto constituye un nodo de la red que se conecta con otros nodos mediante enlaces de distinta naturaleza. Los enlaces establecen el tipo de relación, entre ellos algunos de los más empleados son: el enlace que indica pertenencia a una clase ("es un tipo de"), el de meronimia ("es una parte de"), el de sinonimia ("es igual que"), el de función ("tiene la función de"), el de contención ("contiene un"), etc. Este conjunto de nodos y enlaces se conoce como red semántica.

La red semántica es un conjunto de relaciones entre pares de palabras, o una combinación de palabras, refiriéndose a una cosa específica o idea. Si la palabra tiene diferentes sentidos, éstos se incluyen en el diccionario en diferentes localidades y se marcan con diferentes números (por ejemplo $banco_1$, $banco_2$). Todos los sentidos de una palabra, aún los relacionados, tienen números diferentes y pueden conectarse explícitamente mediante relaciones. Así que una palabra puede representar muchos *conceptos* diferentes. De forma similar, un concepto puede representarse mediante varias

palabras (*banco*$_1$*, taburete*, etc.), pero por conveniencia el concepto se marca con una sola palabra y no con el grupo de homónimos.

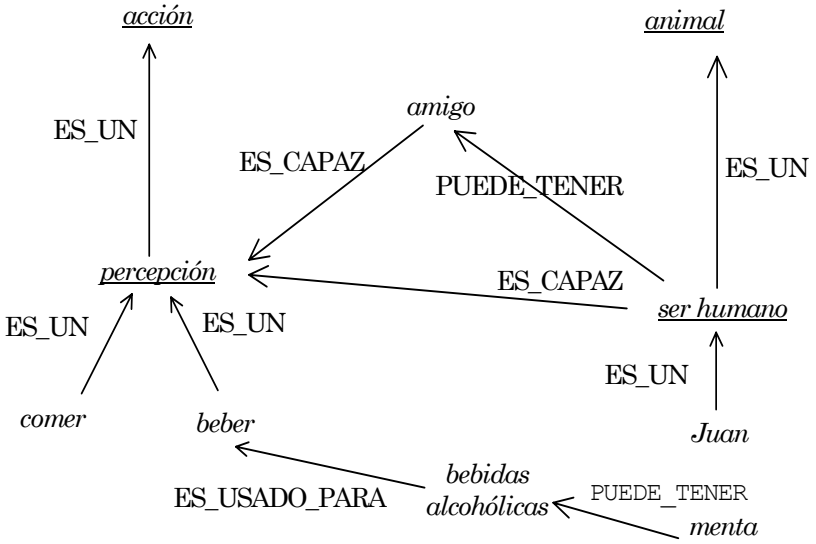


Figura 29. Red semántica para la frase
Juan bebe bebidas alcohólicas con sus amigos

Como se observa en la figura 29, una red semántica es un grafo. En ese grafo, hay cadenas de relaciones como las antes descritas. Una trayectoria se traza siguiendo las relaciones de una palabra a otra. De esta forma se puede medir que tan cercanos o lejanos en la red se encuentran pares de palabras. Dos consideraciones importantes deben tomarse en cuenta. Primero, que algunas relaciones solamente están presentes de forma implícita, por lo que se presenta el problema de generar todas esas relaciones aplicando reglas de inferencia. Segundo, que algunas veces la relación entre pares de palabras no se puede establecer mediante alguna relación existente, por ejemplo, un ser humano PUEDE_TENER un amigo que ES_CAPAZ de beber, entonces se deben emplear las dos relaciones.

La dificultad que plantea este modelo simbólico es la delimitación de los diversos conceptos y de las relaciones que intervienen en la

red. Todavía se está muy lejos de poder establecer cuáles son los conceptos básicos y de asignarles un contenido fijo. No hay por el momento un conjunto de conceptos o de primitivas semánticas universales. Por lo que cada grupo investigador tiene su conjunto de conceptos, aunque haya coincidencias entre ellos.

Aunque las redes semánticas también son una aproximación a las habilidades humanas, y por lo tanto son modelos simplificados, pueden usarse de una forma acorde con sus limitaciones. Existen investigaciones en el área de lingüística computacional que han utilizado redes semánticas para resolver cierta clase de ambigüedad. Por ejemplo, Sanfilippo (1997) emplea WordNet (Miller, 1990) para obtener automáticamente restricciones semánticas de ocurrencia concurrente para conjuntos de palabras relacionadas sintácticamente a partir de un corpus de textos. Propone crear clases de restricciones de ocurrencia concurrente utilizando valores de entropía de los conceptos más informativos que incluyen en una categoría superior pares de palabras en la jerarquía.

Otro trabajo es el de Rigau *et al.* (1997), quienes proponen un método para desambiguar sentidos de palabras en un corpus grande sin marcas. Emplean diversas heurísticas, de entre ellas una es la *distancia conceptual*, que utilizan para determinar la cercanía entre significados de palabras. Esta distancia conceptual es la distancia más corta que conecta los conceptos en la jerarquía. Emplearon WordNet como jerarquía y la distancia se mide entre la entrada de la definición del hipónimo y el *genus* de la definición del hiperónimo candidato.

Para describir el conocimiento semántico de contexto local en la oración nos basamos en una red semántica. Crear una red de este tipo es una tarea de labor intensa en extremo, y difícil de lograr aún a largo plazo. En estos trabajos de investigación consideramos la red semántica que se está desarrollando a partir de la red FACTOTUM[41]. La idea de su desarrollo se presenta en Gelbukh *et al*. (1998). La idea en que se sustenta su uso para resolver la

[41] *FACTOTUM® SemNet*, es una red semántica compilada por la empresa MICRA, Inc., USA.

desambiguación sintáctica es la de buscar un análisis más profundo basado en la semántica de contexto. Para resolver la ambigüedad sintáctica, los enlaces de palabras o de grupos de palabras se realizan determinando qué tan cercanos semánticamente están esas palabras o grupos de palabras.

La determinación de la proximidad semántica se basa en las características de la red semántica, que son: los conceptos, las relaciones y las trayectorias. Describimos la proximidad semántica como un valor cuantitativo, esta idea también ha sido empleada por Sekine *et al.* (1992) y Rigau *et al.* (1997). Para determinarla no solamente consideramos la longitud por el número de enlaces, sino también un peso asignado de acuerdo al tipo de relación. La trayectoria misma representa un valor cualitativo. Las relaciones explícitas tienen un valor en sí mismas que refleja la importancia de la relación. Mientras una relación ES_UN ("es un tipo de") indica una cercanía entre pares de palabras, y en algunos casos probablemente puedan ser sustituibles una por otra, la relación PUEDE_TENER refleja un grado mucho menor de cercanía, es lejana.

Entonces, la proximidad en las relaciones inferidas depende de la clase de relación que se involucra y de la longitud de la secuencia lógica. Por ejemplo, puede existir una secuencia larga de relaciones ES_UN, y entonces su valor será grande. De lo que se infiere que no solamente la longitud es importante. Ahora, si consideramos la red semántica completa, tanto *humano* como *perro* son *animales*, y podría llegarse a una trayectoria donde *perro* PUEDE_TENER *amigo*, por lo que el tipo de relación, donde la transitividad únicamente se da en cierto grado, también debe tener un peso.

Así que la proximidad entre un par de palabras es un valor que depende de la longitud y del tipo de relación. Para nosotros depende de las siguientes asignaciones:

1 Un valor para cada tipo de relación. Por ejemplo: 1 para ES_UN, 10 para PUEDE_TENER.

2 Valores específicos para enlaces individuales. Por ejemplo: el enlace *cosa* ES_UN *objeto* tiene una longitud mayor, o un peso mayor, que *Ford* ES_UN *carro*.

3 Un valor mayor a relaciones implícitas.

La primera asignación contempla los valores mismos de las relaciones explícitas, es decir, su importancia. Algunos de los valores asignados: ES_UN:1, PARTE_DE: 5, PUEDE_TENER: 10, ES_USADO_PARA: 5, etc.

La segunda asignación pretende corregir el problema que se presenta conforme las relaciones están más cercanas al tope de la jerarquía. Por ejemplo, en la figura 30: *carro* ES_UN *objeto* y *libros* ES_UN *objeto*, por lo que se obtiene que la trayectoria entre *carro* y *libros* no es larga. En esta jerarquía las palabras tienen más aspectos comunes mientras más alejadas están del tope.

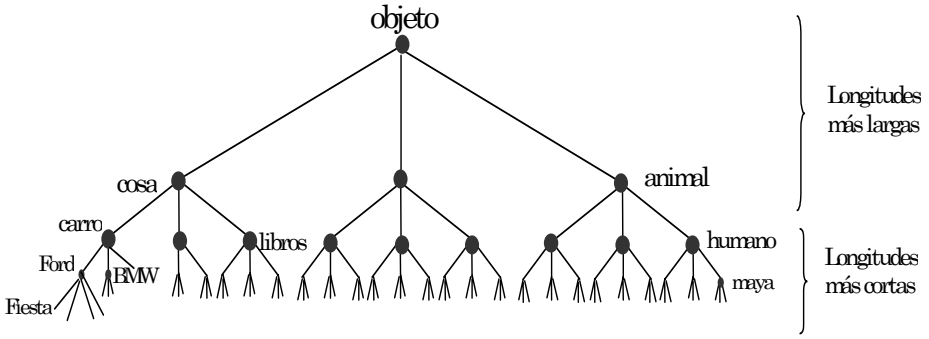


Figura 30. Diferentes longitudes en los enlaces de la jerarquía

Por ejemplo, una red como FACTOTUM tiene los siguientes niveles antes de llegar a un concepto de movimiento:

1) P. Physical Universe
2) Material Phenomena
3) Simple Actions of Physical Objects
4) MOTION
5) MOTION WITH REFERENCE TO DIRECTION

por lo que los tres primeros niveles deben tener valores de longitud muy grande, por ejemplo: 100, 75, 50.

La tercera asignación considera la problemática de las inferencias. Por ejemplo *carro* ES_UN *objeto* y *objeto* TIENE_SUBTIPO *libros*. De esta forma, la trayectoria es corta a pesar de que no hay muchos

aspectos comunes. Para resolver este problema se asigna un peso mayor a una relación implícita que a una explícita. La precisión se obtiene junto con la segunda asignación, que hace mayor la longitud de *carro* ES_UN *objeto* que de *Ford* ES_UN *carro*. Otro caso similar se presenta entre *Ford* y *maya,* que por la segunda asignación adquiere una distancia mayor. Así que para las relaciones implícitas un valor doble respecto al de una explícita sería adecuado.

6.4.2 DESAMBIGUACIÓN SINTÁCTICA

En el empleo de la red semántica para la desambiguación sintáctica realmente se está incorporando la componente semántica faltante en el módulo de las reglas ponderadas. La estructura sintáctica en este modelo se toma de la salida producida en ese módulo de modelo. Algunas de las gramáticas más actuales, derivadas precisamente de las gramáticas generativas, incorporan restricciones semánticas, como la HPSG que las considera en la entrada de cada lexema en el diccionario. Esto equivale a tener la red semántica interna de cada palabra con las ligas a las posibles palabras con las que puede relacionarse en cualquier oración en el diccionario, lo cual implica una labor ardua en extremo.

En nuestro método, esas restricciones semánticas se buscan en la red y se definen a través de la proximidad semántica, que involucra la distancia menor entre pares de palabras y su valor asignado. La evaluación de la proximidad no está relacionada nada más con estos valores obtenidos de la red misma, como se mostró anteriormente, sino que es necesario considerar además el tipo sintáctico de la relación. No todas las trayectorias son aceptables en un contexto específico. En algunos casos se tendrá que buscar la trayectoria con las relaciones que sean más adecuadas al contexto sintáctico de la oración. Por ejemplo, si en la oración aparece la frase preposicional *con un telescopio*, la relación más cercana será USO y una relación más cercana tipo ES_UN no será la más adecuada para ese contexto.

Así que la tarea de desambiguación está muy relacionada con el método para encontrar las trayectorias aceptables mínimas y de contexto sintáctico. En una red semántica existe un número infinito

de trayectorias conectando dos palabras. Los aspectos matemáticos de solución y de implementación computacional son descritas por Gelbukh (1998). Para nuestro propósito solamente describiremos su uso en el caso de la desambiguación sintáctica.

Consideramos el ejemplo de ambigüedad sintáctica, muy conocido, *Juan ve un gato con un telescopio*. El enlace de la frase preposicional *con un telescopio* puede hacerse a *Juan* o a *gato*. El significado entonces puede ser: Juan utiliza un telescopio para ver un gato, o Juan ve un gato que tiene un telescopio. Esta ambigüedad no puede resolverse con información léxica y sintáctica únicamente, puesto que los enlaces son igualmente posibles desde esos puntos de vista. En la figura 31 se muestran las estructuras posibles. Como se observa en esta figura, de acuerdo a los significados presentados, la primera estructura muestra la relación USO (*Juan usa un telescopio*) y la segunda estructura una relación TIENE (*un gato tiene un telescopio*). Por lo que una relación de ES_UN no es útil para desambiguar esta frase.

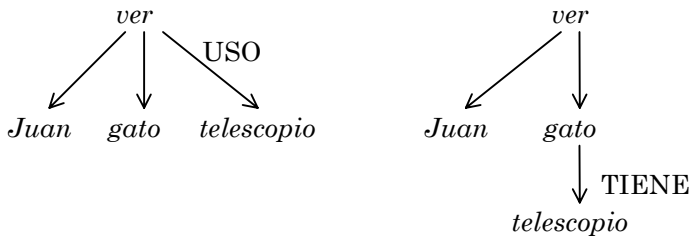


Figura 31. Ambigüedad sintáctica

Las relaciones sintácticas cruciales para desambiguar la frase son: *ver* → *telescopio* y *gato* → *telescopio*. En la red semántica existe una trayectoria corta entre *ver* y *telescopio* en el fragmento de la red semántica para la frase *Juan ve un gato con un telescopio*, como se muestra en la figura 32 con el tipo ES_USADO_PARA. Este tipo de relación se reforzaría con la indicación de una relación sintáctica instrumental entre *ver* y *telescopio*. La relación entre *gato* y *telescopio* es mucho más larga a través de las relaciones más cercanas al tope de la jerarquía, como resultado su peso es mayor.

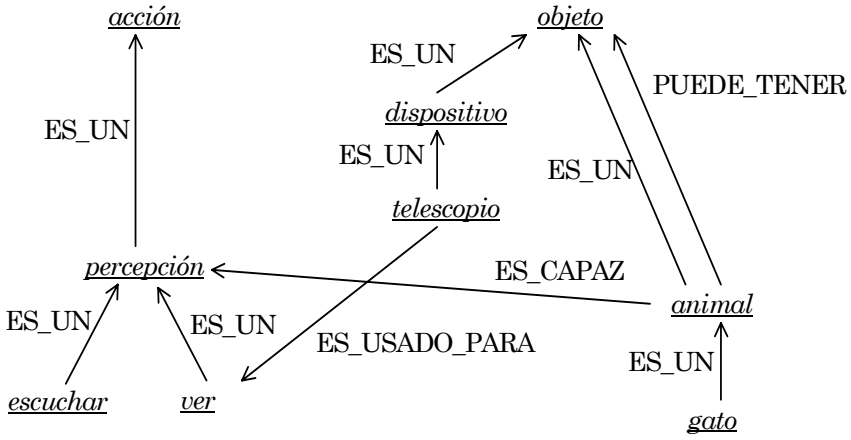


Figura 32**.** Red semántica para la frase,
Juan ve un gato con un telescopio

Por lo tanto, con base en esas trayectorias se escoge la primera variante. En el caso más simple, la medida cuantitativa de la proximidad semántica (el peso de la longitud de la trayectoria) se emplea para una comparación.

Para una mejor calidad de análisis la trayectoria completa podría revisarse contra el tipo sintáctico esperado de la relación. Por ejemplo, en la frase *Juan ve un gato con un niño*, existe una trayectoria corta entre *ver* y *niño* porque *niño* ES_CAPAZ *ver*. Pero en este caso, el tipo de relación contradice la hipótesis de que sea un instrumento para ver (*ve con un niño*). Esta es la razón que obliga a considerar todas las trayectorias posibles hasta que se encuentre una aceptable.

6.4.3 Evaluación cuantitativa

Para este modelo nos basamos en las características del modelo que se emplea para obtener los valores de las trayectorias mínimas, es decir, para determinar la proximidad semántica entre palabras o grupos de palabras, y consideramos lo siguiente:

– El número de características del modelo corresponde al valor obtenido de la proximidad semántica entre pares de palabras o

grupos, normalizado. Como ya lo expusimos en la sección anterior, el valor total depende del valor de la relación, el valor del enlace dependiendo de su posición en la jerarquía y del valor que tienen por ser relaciones explícitas o implícitas.

– El número de características satisfechas indica las relaciones encontradas para la oración, en la red semántica, que concordaron con restricciones sintácticas a partir del modelo de reglas ponderadas

Por ejemplo, *ver con un telescopio* tiene marcada una restricción sintáctica por la preposición *con* y asociada una restricción semántica de instrumento (en la misma red semántica), a diferencia del posible enlace *ver con un niño* de la frase *ver un gato con un niño.*

$$\text{Peso}_{PS} = (\text{Valor prox.semántica}) \times \left(\frac{\#\text{restricciones satisfechas}}{\#\text{restricciones planteadas}} \right).$$

6.5 Análisis sintáctico basado en diferentes fuentes de conocimiento

Cada uno de los modelos propuestos para el análisis sintáctico analiza las oraciones de entrada y obtiene diferentes variantes de estructura en la mayoría de los casos. La salida de cada módulo es el conjunto de variantes sin un peso asociado a su estructura, sino en una secuencia de acuerdo a motivos arbitrarios del modelo mismo. Así que este "orden" se basa en características de construcción del método. Por ejemplo, en el modelo de reglas ponderadas, las estructuras de salida aparecen conforme a la secuencia de marcas de POS, al orden alfabético de las reglas aplicables y de acuerdo a la ponderación permitida de las reglas a aplicar.

Para la resolución de ambigüedad sintáctica, el nivel superior del analizador multimodelo realiza una estimación de las variantes para determinar cuáles son las variantes sobresalientes. Primero requiere que las variantes de salida de cada módulo tengan un valor

cuantitativo y en segunda requiere que sean compatibles. Proponemos que una asignación de pesos de acuerdo a características distintivas del método y a otra información estadística relevante disponible sea el valor cuantitativo. Por ejemplo, en el modelo de PRA, podemos considerar cuántos patrones de rección avanzado se aplicaron para la oración analizada, qué probabilidad tiene cada realización de valencia, etc.

Modificamos la salida del modelo de reglas ponderadas a árboles de dependencias, de la misma forma que las estructuras de salida del modelo de PRA. De esta forma es posible considerar un método de evaluación que tome directamente las salidas de ambos módulos. Las variantes que se pueden obtener con el módulo de proximidad semántica también se modificarían en la misma estructura de dependencias, con el algoritmo de la sección 6.1. De hecho, la única diferencia entre las salidas modificadas de los modelos de reglas ponderadas y proximidad semántica es el peso asignado, como se verá más adelante.

La evaluación de las variantes sobresalientes (ver la figura 33), entonces, puede realizarse con un método de votación, en nuestro caso un modelo simple de votación. Primero sumando los valores cuantitativos de las variantes sin importar de qué módulo salieron y enseguida ordenando las variantes por su peso. Esto permite que los diferentes conocimientos contribuyan con sus valores a las variantes. El módulo de votación del analizador selecciona las variantes con mayor peso de entre todas las disponibles. En la figura 33 marcamos con líneas más gruesas las variantes con pesos mayores y las intersecciones indican las variantes con estructuras iguales.

Para poder hacer la votación nuestro modelo requiere una evaluación cuantitativa, para ordenar las variantes construidas por cada modelo, y una forma que las haga compatibles para su evaluación.

6.5.1 EJEMPLOS DE EVALUACIÓN CUANTITATIVA

En las secciones de los modelos de reglas ponderadas y de proximidad semántica describimos la evaluación cuantitativa de las

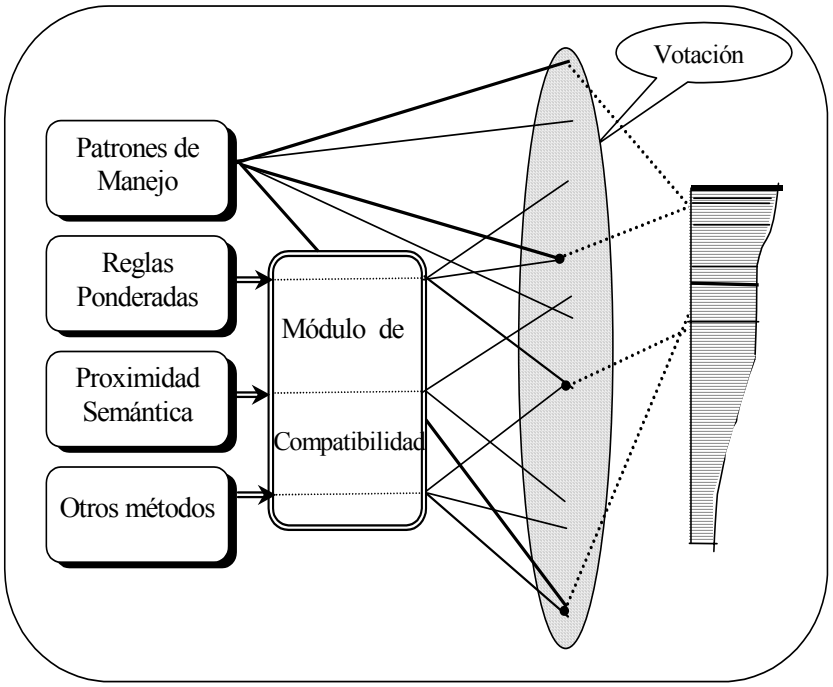


Figura 33. Modelo de análisis sintáctico y desambiguación

variantes. A continuación presentamos la evaluación en el modelo de PRA. En este modelo, mediante unas reglas, se emplean los patrones de rección disponibles para las palabras que constituyen la oración, con la finalidad de construir las variantes de análisis sintáctico. Las palabras que se buscan corresponden a los verbos, adjetivos y sustantivos de la oración que se analiza. Por lo que la especificidad del método se relaciona con el número de PR que se aplicaron en la variante, las valencias sintácticas empatadas y el número de homónimos (número de posibilidades de empate con cada palabra).

Así que para obtener una medida cuantitativa de la posibilidad de que una variante dada sea la correcta dentro de este modelo, consideramos las siguientes características:

- El número de características del modelo implica el número de patrones que se emplearon para cada variante. Por ejemplo, para analizar la oración *me percaté de que el banco estaba lleno de niños*, supongamos que se cuenta con los PRA correspondientes a *percatarse* y *lleno*, es decir un PRA de un verbo y otro de un adjetivo, de un total de cinco palabras con posibilidad de tener PRA: *percaté, banco, estaba, lleno, niños.*
- El número de características satisfechas corresponde a cuantas valencias pueden empatarse. Por ejemplo teniendo el PRA de $acusar_1$ es posible analizar la frase *María acusó a su jefe de fraude*. Donde se pueden empatar las tres valencias del PRA. En cambio en la frase *María acusó a su jefe* sólo pueden empatarse dos de las tres valencias.
- Las estadísticas disponibles, que obtenemos conn base en el método de adquisición semiautomática que describimos en el siguiente capítulo, corresponden a la frecuencia de uso de las realizaciones sintácticas de las valencias. Por ejemplo, para analizar la frase *habló con el director del CIC,* contamos con las frecuencias de empleo de *director de*, y de *hablar de.* Con estos pesos la variante con *director de* tendrá un peso mayor a la variante que considera el segundo caso.

Basándonos en esta información proponemos la siguiente medida cuantitativa:

$$\text{Peso}_{PMA} = \left(\sum_{tipo} C \frac{\#\text{PMA}}{\#\text{palab. contenido}} \right) \times \left(\frac{\#\text{Valencias empatadas}}{\#\text{total de valencias}} \right) \times \left(\prod \text{peso de } rsv \right)$$

donde C es una constante que depende del tipo, si es verbo su valor es mayor, comparado con adjetivos y sustantivos; *rsv* significa realización sintáctica específica de valencias

A continuación presentamos en una forma breve la contribución de los modelos propuestos. Las características de las herramientas las detallamos en el siguiente capítulo.

Para la frase *El productor trasladó la filmación de los estudios al estadio universitario*, consideramos lo siguiente:

1) Patrones de rección. Consideramos la siguiente información:

4.34896 trasladar, dobj_suj, obj:a, obj:de, x:?
0.436967 trasladar, obj:a, x:?

donde los números de la primera columna representan los valores de realización sintáctica específica obtenidos del método de compilación de información para los patrones de rección, método que se discute en la siguiente sección. Los valores menores a uno corresponden a muy escasas apariciones, por lo que no los consideramos, como el:

0.202283 estadio,pred:de

La marca "x:?" representa una valencia repetida mediante clíticos. Así que considerando únicamente el patrón de *trasladar* se favorecen las variantes con la estructura de: trasladar algo a algún lugar desde otro lugar.

2) Con el modelo de reglas ponderadas obtenemos 8 variantes con el mismo peso.

3) Con la proximidad semántica, encontramos las siguientes relaciones:

filmación → *director*
→ subtipo de *espectáculo*

trasladar → con referencia a una dirección o a un lugar
→ con relación a traslación de un objeto
→ subtipo trayectoria

estudio cinematográfico → lugar

estadio → como subtipo de *espectáculo*

filmación → *cine* → *director*

Así que únicamente la relación entre *trasladar* y *estudio* como "lugar" puede considerarse, con lo que favorece las estructuras *trasladar del estudio*.

En este ejemplo el método de patrones de rección es el que da mayor contribución para reconocer las variantes correctas,

sobresalen por los pesos de PRA principalmente, y enseguida con la información del modelo de proximidad semántica.

Con la frase *Trasladó el productor la filmación del cortometraje al estadio universitario de la ciudad* aparecen otras consideraciones.

1) Patrones de rección. La misma información anterior. En este ejemplo, la frase preposicional *del cortometraje* puede considerarse como la realización sintáctica "de algún lugar", de igual forma la frase preposicional *de la ciudad*. Por lo que se favorecen estructuras ambiguas. A menos que hubiera un peso mayor para *filmación de* o para *estadio de*.

2) En el modelo de reglas ponderadas obtenemos 28 variantes con el mismo peso.

3) En la proximidad semántica contamos además de las anteriores con las siguientes relaciones:

filmación → *cortometraje*
ciudad → *gobierno* → *edificio público* → *estadio*

De lo anterior observamos que las frases preposicionales: *del cortometraje*, *de los estudios* y *de la ciudad* involucran mayor número de variantes en los tres modelos. Pero que con la proximidad semántica se puede enlazar la subfrase *estadio universitario de la ciudad*.

En este ejemplo el método de proximidad semántica contribuye con mayor información para la desambiguación.

6.5.2 Características de votación del analizador sintáctico

Los tres modelos emplean características específicas que permiten el análisis de las frases con diferentes conocimientos. Los patrones de rección cuentan con cierta información léxica, sintáctica y semántica de la palabra misma, pero desafortunadamente ni todas las palabras tienen PR distintivos ni contamos con los patrones para todas las palabras posibles. Las reglas ponderadas hacen uso de la categoría gramatical, por lo que no distinguen palabras específicas pero presentan todas las posibles combinaciones conforme a las reglas gramaticales. Finalmente, la proximidad semántica considera

la semántica de contexto en la oración, que no está presente en los otros métodos.

El método de votación que empleamos es un método simple de conteo. Existen otros métodos, el tipo regla o cuenta Borda es el más empleado, asigna puntos de una manera descendente a cada candidato para ordenar cuantitativamente las selecciones y después sumar esos puntos. En nuestro caso, cada modelo asigna esos puntos. De esta forma ordenamos las variantes primero en base a la evaluación del método que las produce y después calculamos la suma de ellas para ordenar la totalidad de variantes, así que la variante ganadora es la de mayor valor. Fishburn y Gehrlein (1976), Van Newenhizen (1992) y Saari (1994) han mostrado que el método de Borda es el método óptimo de votación posicional con respecto a distintas normas.

En el método Borda se intenta maximizar la satisfacción del votante. Asigna puntos de manera descendente a cada uno de los votos para la lista de candidatos con el fin de ordenar las selecciones. Obviamente la satisfacción del votante declina conforme los sucesos se van tomando de la lista de preferencias. Se asume como simplificación que la caída de la satisfacción sea igual entre cada rango. El resultado es que Borda otorga la elección a un grupo porque tiene más candidatos. Esto debido a que el método supone que los votos ABC prefieren B sobre C exactamente con la misma fuerza que prefieren A sobre B.

En nuestro modelo las preferencias se asignan conforme a características de cada método y no son iguales predefinidamente, salvo en el caso de las reglas ponderadas. Aunque el método Borda privilegia la fuerza de preferencia, otro método, el de Tideman (Mueller, 1996) no se basa en niveles de preferencia, privilegia cuántos prefieren A sobre B. Asignando diferentes puntos a diferentes rangos es posible tratar todos los tipos de métodos diferentes. Estos métodos posicionales (Black, 1987) tienen el problema de que la elección se ve afectada por el número de candidatos que representan a cada facción.

De las características expuestas de cada método, en nuestro modelo el número mayor de candidatos se obtiene del método de

reglas ponderadas, donde además no asignamos una medida cuantitativa que las haga diferenciables. Por eso la votación puede dar como resultado una clasificación que no sigue la ley Zipf como pretendemos, sino una salida sin salientes obvias, en los siguientes casos:

- En oraciones formadas de varias frases, donde escasos lexemas tienen asociados PRA.
- En oraciones donde los enlaces evaluados con proximidad semántica no tienen marcadas diferencias.
- En oraciones compuestas de varios verbos y pocos objetos para cada uno.

En estos casos, necesitamos entonces agregar alguna información para hacer mayor la distinción entre variantes clasificadas. Podemos seguir dos estrategias, la primera sería la aplicación de información más detallada en cada método, es decir mantener un método único de votación pero basado en una mayor complejidad de la asignación cuantitativa. La segunda estrategia es eliminar la votación y en su lugar insertar un módulo de multievaluación, como lo indicamos en la figura 34. Emplear diferentes criterios de evaluación implica una selección de métodos para la toma de decisiones multicriterios.

Lansdowne (1996) analiza diversos métodos de clasificación dadas múltiples alternativas y múltiples criterios, su objetivo es agregar información del criterio y obtener una clasificación total de alternativas. En este estudio muestra que la presencia de empates en los criterios de clasificación pueden disminuir la potencia teórica de un método e incluso puede aumentar la dificultad de aplicarlo. También argumenta la necesidad de utilizar varios métodos de clasificación para el mismo problema, con el fin de obtener diversas características que permitan una mejor decisión.

Para nuestro módulo de multievaluación podemos emplear diferentes métodos simultáneamente o en fases, entre los cuales podemos considerar: métodos de votación, métodos estadísticos, métodos lingüísticos o métodos híbridos. Muchos métodos, de los tipos mencionados, se han intentado como método único para

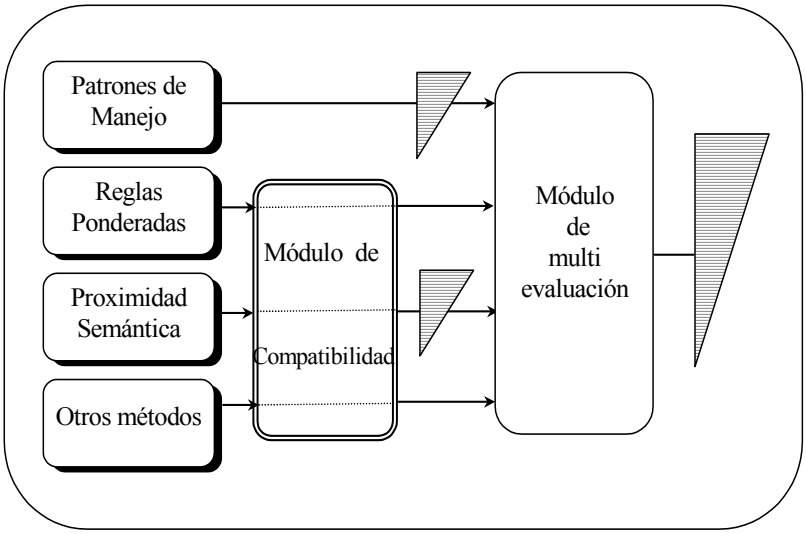


Figura 34**.** Multievaluación de variantes sintácticas

desambiguar las variantes del análisis sintáctico, aunque su resultado no ha sido óptimo. Sin embargo, en tareas más específicas, como la que proponemos de contribuir en la distinción de variantes ya clasificadas, su aplicación promete mejores resultados.

6.6 Colocaciones

Otro conocimiento para mejorar la calidad del análisis sintáctico es la relación que existe entre las palabras, es decir, las relaciones comunes. Las relaciones más importantes entre palabras son:

1 los vínculos de dependencia entre palabras, con combinaciones de palabras (colocaciones) que ocurren en los textos, con o sin interrupción. Ejemplos:

intervenir → [*en*] *asuntos* *ataque* → [*de*] *nervios*
profunda → *gratitud* *recibir* → *favorablemente*

2 los vínculos semánticos de todos tipos. Ejemplos:

chico — pequeño *casa — recámara*
pequeño — grande *tratamiento — doctor*
manzano — árbol

La información de estas relaciones es útil para filtrar las variantes del análisis sintáctico que consideran esos vínculos, como los análisis más probables. Las relaciones mencionadas, para el vocabulario del lenguaje, constituyen una base de datos lingüística para el analizador sintáctico.

Un concepto importante, que ha sido incluido en la lexicografía, es el de las colocaciones. Consideramos que las colocaciones son pares de palabras relacionadas en el sentido de la gramática de dependencias, unidas directamente o a través de preposiciones. Existen diccionarios de colocaciones (como Benson *et al.,* 1989; OCD, 2003) y existen bases de datos como WordNet project (Miller, 1990) que incluye solamente vínculos semánticos; un sistema que cubre relaciones sintácticas y semánticas es CrossLexica (Bolshakov y Gelbukh, 2000).

Una base de datos con ese contenido se puede utilizar directamente para el análisis sintáctico y la desambiguación léxica. Si una colocación aparece directamente en una oración se prueba la parte del árbol de dependencias en la cual sus componentes desempeñan los mismos roles sintácticos. La base de datos de colocaciones funciona como un filtro de posibles árboles de análisis sintáctico. Puede realizarse a través del incremento del peso de los árboles opcionales con subestructuras ya encontradas en la base de datos. Esta idea está directamente conectada con la de Sekine *et al.* (1992).

Diversos homónimos tienen generalmente sus propias colocaciones (muy rara vez se traslapan). Por ejemplo, banco_1 (financiero) tiene las cualidades: *comercial, de crédito, de reserva, de ahorro*, etc., mientras que banco_2 (en la orilla) tiene cualidades *rugoso, inclinado, escarpado*, etc. Así, si la palabra *banco* tiene atributos, puede desambiguarse con alta probabilidad en la etapa del análisis sintáctico.

6.6.1 ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE COLOCACIONES

La estructura del sistema de colocaciones es un sistema de "muchas a muchas" relaciones en un diccionario general. Los tipos de relaciones se eligen de una manera tal que cubran la mayoría de las relaciones entre palabras y no dependan de la lengua específica, al menos para los idiomas europeos importantes. Las relaciones textuales vinculan palabras de diversas categorías gramaticales. Se consideran cuatro categorías gramaticales: sustantivos N, verbos V, y los adjetivos ADJ y los adverbios ADV en sus roles sintácticos. El rol sintáctico de un adjetivo o de un adverbio también puede ser desempeñado por un grupo preposicional, por ejemplo: *viento* → (*del sur*) o *llamar* → (*al azar*). Cada flecha representa un vínculo sintáctico con dirección, que corresponde al método de dependencias en la sintaxis. Es posible recuperar esas relaciones moviéndose a lo largo de la cadena orientada de dependencias o en contra de ella.

Una relación sintáctica entre dos palabras se puede observar en un texto mediante: una preposición entre ellas, una forma finita específica del verbo, un orden de palabras de las palabras vinculadas, o una combinación de cualquiera de estas formas. Todas estas características se reflejan en las entradas del sistema. Puesto que los sustantivos en diversos números gramaticales pueden corresponder a diferentes conjuntos de colocaciones, los conjuntos deben incluirse por separado en el diccionario del sistema.

Todos los tipos de colocaciones comúnmente usadas se guardan en el sistema: combinaciones absolutamente libres como "camisa blanca" o "leer un libro", combinaciones léxicamente restringidas como "té cargado" o "prestar atención" (funciones léxicas, Wanner, 1996) y combinaciones idiomáticas (fraseológicas fijas) como "estirar la pata" o "campo santo". El criterio de incluir una combinación estricta y fraseológica es lo mismo que el hecho de que la combinación se pueda atribuir a una de esas clases. La inclusion de combinaciones libres no es tan evidente, y se han considerado de manera arbitraria. Sin embargo, la semántica misma esencialmente restringe el número de las posibles combinaciones libres.

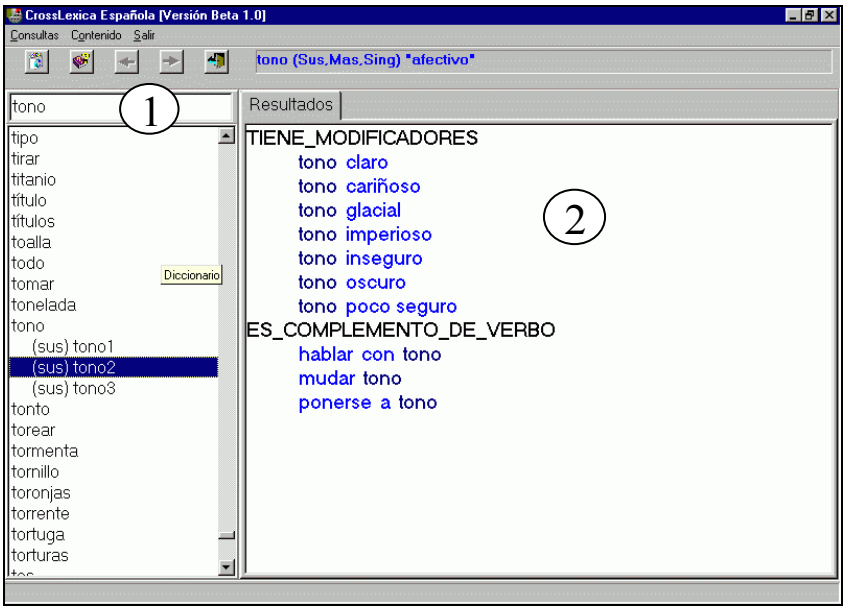


Figura 35. Sistema de colocaciones para el español

Algunas combinaciones, sin interrupción, idiomáticas o conmunmente usadas, se incluyen en el diccionario como entradas directas. Las relaciones semánticas ligan palabras de diversas categorías gramaticales de una manera de "muchas a muchas". En la figura 35 se muestra una vista del sistema de colocaciones para el español; 1 es el lugar de la palabra clave (entrada) y 2 el lugar que muestra las relaciones existentes. Todas las características que a continuación se presentan están incluidas en la versión más completa para el ruso (Bolshakov, 1994).

6.6.1.1 Principales tipos de relaciones

Se dividen en tres grupos que corresponden a las diversas relaciones entre las palabras, es decir, semántica, sintáctica, y el resto.

Relaciones semánticas:

- *Sinónimos*: dan un grupo de sinonimia para la palabra clave de la pregunta. El grupo está encabezado por su dominante, con el significado más generalizado y más neutral.
- *Antónimos*: dan la lista de los antónimos de la palabra clave, como *pequeño* para *grande* y viceversa. Nótese que actualmente sólo los sinónimos y antónimos se usan en los procesadores de texto comerciales.
- *Genus*: es la noción genérica (superclase) para la palabra clave. Por ejemplo, todas las palabras *radio, periódicos*, y *television* tienen la superclase "medios masivos de comunicación".
- *Especies*: son conceptos específicos (subclases) para la palabra clave. Esta relación es inversa al *Genus*.
- *Completo* representa una noción holística con respecto a la palabra clave. Por ejemplo, todas las palabras: *embrague, frenos,* y *motor* dan *carro* como posible valor del conjunto. Por supuesto, cada una de estas palabras puede tener un valor diferente del concepto holístico y todos los conceptos contenidos en la base de datos se dan como una lista.
- *Partes* representan piezas con respecto a la palabra clave, de modo que refleje la relación inversa a *completo*.
- *Sem*. representa los derivados semánticos de la palabra clave. Por ejemplo, cada palabra de la estructura

N	*posesión*	***Adj***	*posesivo*
	propiedad		*poseido*
	poseedor	***Adv***	*en posesión*
V	*posee*		*poseyendo*
	es poseido		

que forme una búsqueda, da las otras palabras de la misma estructura como sus derivados semánticos. Todas estas palabras corresponden al mismo significado, pero lo expresan mediante

diversas categorias gramaticales y puntos de vista disímiles (puede desempeñar diversos roles semánticos).

Relaciones sintácticas

- *Tiene-atributos* representa una lista de colocaciones en las cuales la palabra clave, siendo un sustantivo, un adjetivo o un verbo, se atribuye a alguna otra palabra: un adjetivo o un adverbio. Por ejemplo, el sustantivo *acto* puede atribuirse con *bárbaro, valeroso, criminal*; el sustantivo *punto*, con *de incubación, prehistórico, transitorio*, etc.
- *Es-atributo-de* es inversa de la relación anterior y representa una lista de las colocaciones en cuya palabra clave, siendo adjetivo o adverbio, da *atributos* a otra palabra de cualquier categoría gramatical. Por ejemplo, el adjetivo *nacional* puede ser una cualidad para los sustantivos *autonomía, economía, instituto, moneda*; el adjetivo *económica*, para los sustantivos, *actividad, ayuda, zona*, etc.
- En lenguas románicas y eslavas, un adjetivo usualmente concuerda su forma morfológica con su sustantivo, por ejemplo en español, *trabajos científicos*. En todos los casos necesarios la concordancia la hace el sistema automáticamente. Los predicados representan una lista de las colocaciones, en las cuales el sustantivo buscado es el tema gramatical y varios verbos son predicados comunes para él. Por ejemplo, el sustantivo *corazón* utiliza comúnmente predicados *naufraga, duele, sangra*; el sustantivo *dinero* utiliza *quema, circula, fluye*, etc.
- *Verbos rectores*. Los verbos *representan* la lista de colocaciones en la cual el sustantivo buscado es un complemento y un verbo común es el rector. Por ejemplo, el sustantivo *cabeza* puede tener verbos rectores: *rapar*, *sacudir*, *menear*; el sustantivo *enemigo* puede tener *acordar* (con), *atacar, perseguir*, etc.
- *Sustantivos rectores* representan la lista de colocaciones en la cual el sustantivo buscado es regido por otros sustantivos.

Por ejemplo, el sustantivo *reloj* puede ser regido por (de) *mano*, (de) *regulación*, etc.

– *Adjetivos rectores* representan la lista de colocaciones en la cual la palabra clave substancial está regida por diversos adjetivos. Por ejemplo, el sustantivo *rabia* puede ser regido por *loco* (de).

– *Patrones de rección* representan esquemas de acuerdo a los cuales la palabra clave (generalmente verbo o sustantivo) gobierna otras palabras, generalmente sustantivos, y también dan las listas de colocaciones específicas para cada subpatrón. En el caso de verbos éstos son justo sus marcos de subcategorización, pero con orden de palabras no fijo en el par. Por ejemplo, el verbo *tener* tiene el patrón ¿qué/ a quién?, con ejemplos de dependientes *capacidad, dinero, familia*; el patrón ¿en dónde? con ejemplos *en la mano, al alcance*; y el patrón ¿entre qué/entre quiénes? con ejemplos: *amigos, ojos*. Conceptualmente, esta función es inversa a Sustantivos rectores, Verbos rectores y Relaciones Predicativas. El sistema forma los patrones automáticamente, a travéz de la inversión de las funciones mencionadas.

– *Pares coordinados* representan una palabra complementaria a la palabra clave, si ambas constituyen un par coordinado estable como “blanco y negro”, “sano y salvo”, “cuerpo y alma”, etc., que se presentarán en la siguiente sección.

Relaciones de otros tipos

– *Parónimos* representa la lista de palabras de la misma categoría gramatical y de la misma raíz pero con significado y colocaciones potencialmente diversos. Por ejemplo, *sensación* es un representante del grupo de parónimos: *sensacionalismo*, *sentido*, *sensibilidad*, *sensualidad*, *sentimiento*.

– *Formas clave* representan la lista de todas las formas morfológicas (paradigma morfológico) posibles para esa palabra clave. Los verbos irregulares tienen todas sus formas explícitas.

- *Homónimos.* Cada palabra homónima en la base de datos forma una entrada separada del diccionario del sistema. Cada entrada se provee con una etiqueta numérica y una explicación corta del significado. Es importante que cada homónimo tenga sus vínculos sintácticos y semánticos específicos.
- *Marcas de uso.* El conjunto simple de marcas de uso seleccionadas para los registros de la base de datos parece suficiente para un usuario comun. En contraste con muchos otros diccionarios, contiene solamente dos coordenadas:
- *Idiomacidad* refleja el uso (figurado) metafórico de palabras y de colocaciones. Para una colocación idiomática, el significado no es simplemente una combinación de los significados de sus componentes. Se consideran tres diversos grados: (1) uso literal (ninguna etiqueta); (2) interpretaciones idiomáticas y no-idiomáticas (*estirar la pata*), y (3) solamente interpretación idiomática posible (*campo santo*).
- *Alcance de uso* tiene cinco grados: (1) neutral: ninguna etiqueta y ninguna limitación en uso; (2) especial, erudito u obsoleto: el uso en textos se recomienda cuando el significado es bien conocido por el usuario; (3) coloquial: el uso en textos no se recomienda; (4) vulgar: se prohibe en textos y en uso oral; y (5) incorrecto (contradice la norma de la lengua).

En general, las etiquetas de alcance dadas a una palabra se transfieren a todas sus colocaciones.

6.6.2 INFERENCIA

El sistema tiene una única característica de habilidad de inferencia en línea para enriquecer su base de colocaciones. La idea es que si el sistema no tiene información sobre un cierto tipo de relaciones (por ejemplo en atributos) de una palabra, pero la tiene para otra palabra de alguna manera similar a la anterior, la información disponible se transfiere a la palabra sin especificar o con menor especificación. Los tipos de semejanza de palabra son los siguientes:

Genus. Supongamos la descripción combinatoria completa de la noción *bebida refrescante*. Por ejemplo, se conocen los verbos que combinan con ella: *embotellar, tener, verter*, etc. En contraste, la misma información en *Coca-Cola* no se da en la base de datos del sistema, excepto que esta noción es una subclase de *bebida refrescante*. En este caso, el sistema transfiere la información conectada con la superclase a cualquiera de sus subclases que no tenga su propia información del mismo tipo. Así se determina que los verbos mencionados son también aplicables a *Coca-cola*.

Sinonimia. Supongamos que el sustantivo *cubierta* no tiene colocaciones en la base de datos, pero pertenece al grupo de sinonimia con *capa* como grupo dominante. Si *capa* se caracteriza totalmente en la base de datos, el sistema transfiere la información conectada con ella a todos los miembros del grupo que carecen de la descripción completa.

Número suplementario del sustantivo. Si un sustantivo se da en el diccionario del sistema en ambas formas singular y plural, pero solamente una de estas formas está totalmente caracterizada en el sistema, entonces las colocaciones de ese número se transfieren al suplementario. Estos tipos de autoenriquecimiento se aplican a todas las relaciones sintácticas excepto a los Patrones de rección, puesto que esta transferencia refleja propiedades semánticas que no siempre corresponden a las sintácticas.

Enriquecimiento de antónimos. Además de los antónimos registrados en diccionarios comunes, los sinónimos de estos antónimos y los antónimos de los sinónimos dominantes de la palabra se dan a la salida como cuasi antónimos. Esta es la única relación semántica, que es sujeto de enriquecimiento.

Precauciones en inferencias. En cada caso, la información heredada se indica visualmente en la pantalla como “no garantizado”. De hecho, algunas inferencias son incorrectas. Por ejemplo, las *moras* como superclase pueden tener casi cualquier color (entre rojo y morado), olor y sabor, pero su subclase arándano son azules. Por lo tanto, las reglas de inferencia tienen que evitar por lo menos los errores más frecuentes.

– *Clasificación de adjetivos*. Los atributos de adjetivos implican a veces combinaciones incorrectas al deducir cosas como

**Argentina europea* (a través de la cadena de inferencia *Argentina* ⇒ *país* y *país europeo*). Para evitarlas, el sistema no utiliza los adjetivos llamados *clasificados para enriquecimiento*. Reflejan las propiedades que convierten una noción específica a sus subclases, por ejemplo *país* ⇒ *europeo* / *americano* / *africano*. Por el contrario, los adjetivos que no clasifican como *agrario, hermoso, grande, industrial, pequeño*, no traducen la superclase *país* a cualquier subclase, así que la colocación *Argentina hermosa* se considera válida en el enriquecimiento.

– Las colocaciones etiquetadas *idiomáticas* y de *alcance* no se transfieren a ninguna subclase tampoco. Es obvio que la colocación *campo San Juan* basada en la cadena (San Juan ⇐ santo) y (campo ⇒ santo) es incorrecta.

Sin considerar todas estas precauciones, la corrección cien por ciento de inferencias es imposible, además de una investigación semántica adicional.

6.7 Diccionarios especializados

6.7.1.1 PARES COORDINADOS

Todas las construcciones coordinadas (CC) son importantes y difíciles para el procesamiento automático de textos, tanto en el análisis como en la generación y también en la corrección de errores. En el marco de la Teoría Significado ⇔ Texto se ha realizado para el español (Bolshakov, 2002) una descripción generalizada de las CC en aspectos morfológicos y sintácticos. Aunque las CC también se han descrito en el marco de la HPSG (Sag y Wasow, 1997), en adelante seguimos la MTT, basándonos en la gramática de dependencias.

Las CC como *modernizó al Estado y fortaleció las instituciones*; *vía pacífica y legal*; *la prensa escrita, la radio y la televisión*; *Canadá y México*, son muy frecuentes en diferentes géneros de lenguas europeas. De acuerdo con nuestras observaciones, en

promedio, una de cada cinco oraciones de los artículos del sitio web de un periódico mexicano contiene una CC.

Denominamos una CC a un par coordinado estable (PCE) si la información mutua de sus componentes es mayor que uno (Manning y Schütze, 1999). Una parte significante de las CC son los PCE, por ejemplo: *comentarios y sugerencias*, *aire y tierra*, *noche y día*, *sano y salvo*, *tarde o temprano*. En los textos del periódico mexicano casi una de cada tres CC es un PCE. También se encuentran ternas coordinadas estables como *la paz, el desarme y la libertad*, pero en una cantidad menor, por lo que no las consideramos aquí.

Un PCE, como unidad entera, puede desempeñar el rol sintáctico de cualquier categoría gramatical: sustantivo, adjetivo, verbo o adverbio. Morfológicamente, un PCE es un segmento contiguo de texto, aunque una o más palabras en él pueden variar en su forma morfológica dependiendo del contexto externo, especialmente en lenguajes flexivos, como el español.

Léxicamente, las palabras en los PCE son fijas y el reemplazo de cualquiera de ellas, aún por un sinónimo, convierte a los PCE en una CC no estable, generalmente muy burda. Por ejemplo, en español, *sano y salvo* es un PCE, pero *sano e indemne* no lo es, aunque *salvo* e *indemne* son sinónimos y ambas expresiones formalmente tienen el mismo significado 'saludable y sin lesiones'. Otro ejemplo: *ayer y ahora* es un PCE, pero *ayer y presente* o *pasado y ahora* no lo son. Pero los componentes de muchos PCE pueden usarse en una cantidad limitada de otros PCE, con sentido global diferente, por ejemplo, *paz* es componente de: *paz y seguridad*, *la paz y la libertad*, *paz y cooperación*, *justicia y paz*, etc.

En un lenguaje dado, el número de CC es infinito, pero es mucho menor el número de PCE. Nuestra hipótesis es que podemos compilar un diccionario con los más comunes, con todas sus características necesarias, de naturaleza morfológica, sintáctica, semántica, referencial y pragmática. Este diccionario sería de utilidad en diferentes tareas del procesamiento automático de textos y, por supuesto, en el análisis sintáctico automático.

En los siguientes párrafos exponemos los parámetros más importantes para la clasificación de los PCE, mostramos las

estadísticas de los PCE usando los parámetros de clasificación introducidos, y analizamos en forma general las subestructuras de dependencias correspondientes a varios PCE.

La base del estudio es una colección de PCE para el español. Un estudio semejante se realizó para el ruso (Bolshakov y Gaysinsky, 1993) cuya colección contiene ahora más de 3200 entradas. La colección para el español contiene actualmente alrededor de 600 elementos, que muestran una intersección grande, de los sentidos globales, con los pares rusos.

6.7.1.2 Parámetros para la clasificación de los pares coordinados

Categorías gramaticales. La categoría gramatical de un PCE se determina por su rol en una oración. Este rol puede ser un sustantivo (formando un grupo sustantival GS), un adjetivo (GAdj), un adverbio (GAdv), o un verbo (GV). Ejemplos: *frutas y verduras* es un GS, *científico y tecnológico* es un GAdj, *lisa y llanamente* es un GAdv, *dividir y vencer* es un GV. Un grupo preposicional puede tener el rol de GAdj o de GAdv, por ejemplo, *a capa y espada* es un GAdj cuando modifica el sustantivo *defensa*, y un GAdv cuando modifica el verbo *sostener*. Estos PCE se consideraron como homónimos. Abajo se indica este parámetro como CAT.

Flexion. Un PCE es flexivo cuando al menos uno de sus componentes cambia su forma morfológica dependiendo del rector sintáctico del PCE. Por ejemplo, el GV *estirar y aflojar* tiene varias formas: *estira y afloja*, *estiras y aflojas*, *estira y afloje*...

Puesto que los componentes de un PCE tipo GS raramente tienen ambas formas, singular y plural, y puesto que la correspondencia entre sentidos de los dos números no es trivial, consideramos tales PCE como *mamá y papá* versus *mamás y papás*, de manera independiente. El número gramatical de un PCE tipo GS en su rol externo es usualmente plural, independientemente del número de los componentes, compare los ejemplos dados (la única excepción son los PCE correferenciales, ver más adelante). Abajo se indica este parámetro como FLEX.

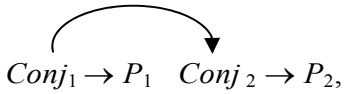
Uso de conjunciones y subestructuras de árboles. En una mayoría aplastante, los componentes coordinados se unen mediante una conjunción copulativa estándar, en español: *y/e*. Como alternativa más rara, la conjunción puede ser disyuntiva: *o/u*. También existe una conjunción contrastiva no estándar: *versus* (*vs*.), por ejemplo: *realismo político vs. idealismo*, *evolución vs. creación*. Debemos diferenciar el uso de *vs*. conjuncional de su uso predicativo en el español: por ejemplo en *el papa vs. la guerra*, *vs*. significa 'se opone a'.

Para todos los casos de una conjunción singular *Conj*, las gramáticas de dependencias (Mel'čuk, 1988) atribuyen las CC a los componentes P_1 y P_2 dentro del siguiente subárbol, en el nivel sintáctico superficial:

$$P_1 \rightarrow Conj \rightarrow P_2$$

El nodo P_1 es la raíz del subárbol total. Los componentes P_1 y P_2 son subárboles de dependencias, siendo nodos únicos en los casos simples y usuales. Pero en los PCE como *paz y derechos humanos*, P_2 contiene el subárbol de dos nodos: *derechos* → *humanos.*

Existen también los PCE que incluyen un par disjunto de conjunciones: *y...y*, *ni...ni*, *o...o*, *sin...ni*, por ejemplo: *y van y vienen*, *o todos o ninguno*, *ni uno ni otro*, *ni fu ni fa*. La estructura sintáctica de estos PCE es diferente:



donde la raíz es $Conj_1$.

En el caso más simple y más usual, los componentes P_1 y P_2 con la conjunción (o conjunciones) cubren la expresión completa: *comentarios y sugerencias*, *aire y tierra, noche y día*, *tarde o temprano*. Preservamos también otras palabras, como parte propia de la construcción, solamente si se trata de un único ambiente conocido para el par coordinado dado. En el ejemplo (*Secretaría de*) *Industria y Comercio* la parte exterior que se considera inseparable se aparta con paréntesis. Pero, en cuanto se encuentra en los textos

otro sustantivo rigiendo el par *Industria y Comercio* preservamos solamente la parte interior.

*Esfera de uso***,** es un parámetro semántico que indica el tipo de situaciones en las cuales es apropiado el uso de la expresión dada, tal como documentos oficiales o uso coloquial. Los siguientes valores parecen ser suficientes:

- *ofc*: en documentación oficial y en clichés de medios masivos, incluyendo los títulos de organizaciones bien conocidas: *Hacienda y Crédito Publico*, *ARIC Independiente y Democrática*.
- *com*: entidades empresariales incluyendo los nombres de tiendas comunes y talleres: *tintorería y lavandería*, o departamentos de almacenes: *frutas y verduras*, *carnes y lácteos*.
- *scit*: términos culturales, científicos y técnicos: *mecánico y eléctrico*, *álgebra y geometría*.
- *prop*: al menos un componente es un nombre propio: *Asia y África*, *América Latina y el Caribe*, *Adán y Eva*. Estos nombres están incluidos en las enciclopedias, como conocimiento geográfico, de personalidades, etc.
- *vida*: clichés de la vida diaria, por ejemplo: *mamá y papá*, *ajos y cebollas*.

Abajo se indica este parámetro como USO.

*Vínculo semántico entre componentes***,** es un parámetro semántico. Los siguientes valores parecen ser suficientes:

- syn: sinónimos, casi-sinónimos, y repeticiones: *autoridad y prestigio*, *agitación y propaganda*, *más y más*.
- ant: antónimos, casi-antónimos, y nociones opuestas: *material y espiritual*, *más o menos*, *terrorismo y antiterrorismo*.
- coh: co-hipónimos en una jerarquía de nociones: *maestría y doctorado*, *axiomas y teoremas*, *ginecología y obstetricia*.

– cop: coparticipantes de una situación: *gerencia y presupuesto*, *productos y servicios*.

El último tipo es el más complicado semánticamente:

– En *gerencia y presupuesto*, la situación está determinada principalmente por *gerencia* mientras que *presupuesto* es un recurso de la *gerencia*.

– El par puede reflejar una secuencia lógica: el primer componente P_1 contiene un antecedente, mientras que el segundo P_2 es su consecuencia lógica.

– En *muerto y enterrado* hay una secuencia de tiempo en las acciones: el tiempo de P_1 precede al de P_2.

– En *madre e hija* hay un vínculo de causa—consecuencia: la madre da a luz a la hija. Otro ejemplo es *guerra y destrucción*.

– En *periódicos y otros medios impresos*, hay un vínculo de genus-especie: P_1 es una especie y P_2 contiene su genus.

Abajo se indica este parámetro como SEM.

Idiomacidad. Los PCE se consideran frases idiomáticas si su significado no es la suma de los significados de sus componentes. Las frases idiomáticas cuyo significado contiene el de P_1 o el de P_2, pero no ambos, son semifrasemas (Mel'čuk, 1995). Por ejemplo: *de su puño y letra* 'de su propio puño'. Las frases idiomáticas cuyo significado no contiene directamente ningún significado de los componentes son frasemas completos (Mel'čuk, 1995). Por ejemplo, *a tontas y a locas* 'sin pensar o razonar', *a diestra y siniestra* 'sin orden ni cuidado', *tener entre ceja y ceja* 'constantemente, en la cabeza'. Las frases idiomáticas cuyo significado sí contiene el significado del principal componente más otros elementos semánticos son los casi-frasemas (Mel'čuk, 1995), por ejemplo: *sin pena ni gloria* 'sin interés, sin destacar'.

Para representar la semántica de las frases idiomáticas su significado se debe especificar explícitamente en el diccionario. Afortunadamente, la mayoría de los PCE no son idiomáticos en los términos de Mel'čuk (1995).

Abajo se indica este parámetro IDIOM.

Reversibilidad. Para algunos PCE, los componentes pueden aparecer en textos en ambos órdenes, con frecuencias comparables, por ejemplo: *crack y cocaína* (= *cocaína y crack*), *estudiantes y maestros, paz y justicia*. Los almacenamos separados, como PCE diferentes, sin indicación de un orden predominante.

Los pares irreversibles, llamados "binomios irreversibles" en Malkiel (1959), a menudo contienen secuencias temporales, lógicas o causativas, ya mencionadas. Por ejemplo: *principio y fin*, *revisar y dictaminar*, *fabricar y comercializar*.

Abajo se indica este parámetro como REV. En principio puede ayudar a restaurar el orden usual en los pares reversibles, pero sólo en los que se almacenan en un orden único.

Peculiaridad léxica significa que al menos un componente no puede usarse fuera de los PCE, por ejemplo: *dimes y diretes* 'chismes y respuestas', *toma y daca* 'de manera repetitiva entre dos partes'. Las entradas para esas palabras en el diccionario pueden tener sólo la referencia a sus PCE.

Correferencialidad. En casos muy raros, P_1 y P_2 se refieren a la misma entidad, por ejemplo: *esposa y amiga*, *padre y esposo*. Este parámetro semántico determina la concordancia sintáctica en número con el ambiente sintáctico externo: esos PCE siempre son singulares (*El padre y esposo ejemplar trabajó* ...).

Estilo es un parámetro pragmático: el hablante se dirige a una audiencia específica. Consideramos los siguientes niveles de estilo: elevado (muy raro: *alpha y omega*); neutral (usual en discursos y textos); coloquial (usado por todos para cualquiera; muy frecuente en el habla diaria, marcado en los diccionarios comunes como *coloquial*); y coloquial vulgar (comúnmente usados por hombres, para hombres, no son raros en el habla pero si lo son en diccionarios).

Abajo se indica este parámetro como EST, con el valor 0 correspondiente al neutral y 1 al coloquial.

6.7.1.3 ALGUNAS ESTADÍSTICAS

Actualmente, el conjunto de PCE para el español consta de 620 entradas. La distribución de categorías gramaticales de PCE se muestra en la siguiente tabla. La mayoría son sustantivos.

CAT	español
Sustantivos	82%
Adjetivos	6%
Adverbios	7%
Verbos	5%

La distribución de los tipos de vínculos semánticos entre los componentes se muestra en la siguiente tabla. La mayoría son co-hipónimos y le siguen los antónimos.

SEM	español
Sinónimos	2%
Antónimos	7%
Co-hipónimos	86%
Co-participantes	5%

En nuestra colección de PCE españoles contamos nueve PCE (1.4%) con nombres propios y doce PCE (1.9%) con conjunciones no estándar. La mayoría de los PCE son grupos sustantivales coordinados mediante la conjunción copulativa estándar, de estilo neutro, con vínculo semántico co-hipónimo, sin correferencia entre los componentes ni peculiaridades léxicas o nombres propios.

6.7.1.4 USO DE LOS PCE EN ANÁLISIS SINTÁCTICO

Si la colección de PCE contiene, para cada entrada, su subárbol de dependencias con todos los nodos, provistos de sus correspondientes etiquetas de sentido del lexema y características morfológicas, el análisis sintáctico local se vuelve trivial: el analizador solamente necesita encontrar la secuencia de palabras correspondientes a la entrada dada y copiar su subárbol desde el diccionario al árbol total de la oración que se está construyendo.

Para el español como para otras lenguas flexivas eso incluye lematización. Por ejemplo, el par textual *sanas y salvas* se debería reducir a *sano y salvo,* su forma en el diccionario de PCE.

Puesto que el rol sintáctico del PCE se conoce de antemano, es necesario buscar dentro de la oración la palabra que rige al PCE. En el ejemplo anterior, se busca una palabra como *mujeres*, *muchachas*, *están* o *llegaron.* Se debe revisar la concordancia morfológica entre el PCE y la palabra rectora. Algunas veces también se ponen de manifiesto los nodos subordinados a uno de los nodos del PCE, pero esa operación no influye en la estructura interna del PCE revelado ni en sus características morfológicas internas.

En muchos casos, esa manifestación resuelve todas las fuentes de la homonimia léxica y morfológica. Por ejemplo, en el PCE *entre el cielo y la tierra* la palabra *entre* puede ser la forma personal del verbo *entrar* o la preposición *entre*. La secuencia de palabras permite la falsa interpretación pero el hecho de encontrar la cadena de palabras en el diccionario de los PCE excluye todas las ambigüedades.

6.7.1.5 Descripción formal de algunos pares coordinados estables

Para aclarar la descripción formal de cada PCE en el diccionario correspondiente, tomamos unos ejemplos. Los nombres de lexemas se dan en mayúsculas y están provistos con características morfológicas, las cuales dependen del ámbito exterior; son nombres de parámetros, los cuales son inmanentes para el PCE dado, son valores de los parámetros correspondientes.

- $\text{SANO}_{\text{GEN?NUM?}} \rightarrow \text{Y} \rightarrow \text{SALVO}_{\text{GEN?NUM?}}$
- CAT = GAdj; USO = vida; SEM = syn; REV = SI; FLEX = NO; EST = 0; IDIOM = NO;
- $\text{BIENES} \rightarrow \text{Y} \rightarrow \text{SERVICIO}_{\text{PLUR}}$
- CAT = GS; USO = com; SEM = coh; REV = SI; FLEX = NO; EST = 0; IDIOM = NO;

- ENTRE → CEJA $_{SING}$ → Y → CEJA $_{SING}$
- CAT = GAdv; USO = vida; SEM = syn; REV = NO; FLEX = NO; EST = 1; IDIOM = SI: '*constantenente en la cabeza*';
- ESTIRAR $_{IND\ PER?NUM?}$ → Y → AFLOJAR $_{IND\ PER?NUM?}$
- CAT = GV: USO = vida; SEM = ant; REV = SI; FLEX = SI; EST = 1; IDIOM = NO
- $ESPECIE_2$ → Y → $FAMILIA_5$
- CAT = GS; USO = scit; SEM = coh; REV = SI; FLEX = NO; EST = 0; IDIOM = NO;

Una lista más amplia de los PCE en la representación formal (pero sin subárboles) se da a continuación.

EXPRESIÓN	CAT	USO	EST	SEM	REV	IDIOM	FLEX
pan y agua	GS	vida	1	coh	SI	NO	NO
abrir y cerrar	GV	com	0	ant	SI	NO	SI
adolescentes y jóvenes	GS	vida	0	coh	SI	NO	NO
Agrícola y ganadero	GAdj	ofc	0	coh	NO	NO	NO
ambiente y recursos naturales	GS	ofc	0	cop	SI	NO	NO
aquí y allá	GAdv	vida	0	coh	SI	NO	NO
artículos y noticias	GS	com	0	coh	SI	NO	NO
Axiomas y teoremas	GS	scit	0	coh	SI	NO	NO
fabricación y distribución	GS	com	0	cop	SI	NO	NO
blanco y negro	GS	vida	0	ant	SI	NO	NO
industriales y comerciales	GAdj	ofc	0	coh	SI	NO	NO
cable y video	GS	com	0	cop	SI	NO	NO
Castilla y León	GS	prop	0	coh	NO	NO	NO
chicos y grandes	GS	vida	0	ant	SI	NO	NO
ciencia ficción y fantasía	GS	scit	0	coh	SI	NO	NO
ciencia y tecnología	GS	scit	0	coh	SI	NO	NO
coma y beba	GV	com	0	coh	SI	NO	SI
dimes y diretes	GS	vida	1	coh	NO	SI	NO
entre la vida y la muerte	GAdv	vida	1	ant	SI	NO	NO
fácil y rápida	GAdj	vida	0	coh	SI	NO	NO
fabricación y distribución	GS	com	0	coh	NO	NO	NO
Hacienda y Crédito Público	GS	ofc	0	cop	NO	NO	NO
Proteger y defender	GV	ofc	0	coh	NO	NO	SI
Urbanas y rurales	GAdj	ofc	0	coh	SI	NO	NO

Glosario

Constituyente: elemento lingüístico que forma parte de una construcción superior donde las oraciones se analizan mediante un proceso de segmentación y clasificación. Se segmenta la oración en sus partes constituyentes, se clasifican estas partes como categorías gramaticales, después se repite el proceso para cada parte dividiéndola en subconstituyentes, y así sucesivamente hasta que las partes sean las partes de la palabra indivisibles dentro de la gramática (morfemas).

Clítico: elemento átono fonológicamente dependiente de otro dotado de acento, ejemplos: los pronombres *me*, *te le*, etc.

Concordancia: en muchos lenguajes, las formas de ciertos elementos pueden variar para indicar propiedades de persona, número, género, etc. Estas variaciones a menudo se describen por afijos. Algunas relaciones gramaticales entre pares de elementos requieren el acuerdo entre estas propiedades.

Coordinación: se refiere a la unión de dos palabras o frases de condición sintáctica equivalente.

Desambiguación: eliminación de ambigüedades.

Descriptivo (método): estudio de la estructura o funcionamiento de una lengua o dialecto sin atender a su evolución, es decir, sin considerar los fenómenos que ocurren a lo largo del tiempo, evaluando los datos objetivamente definibles o mensurables.

Ditransitividad o doble transitividad. El esquema típico para la doble transitividad en español es verbo seguido de objeto directo, seguido de objeto indirecto.

Especificadores: término que cubre sujetos de oraciones, determinantes de grupos nominales y cierta clase de constituyentes que no son núcleos ni complementos de los núcleos.

Extraposición: en este fenómeno lingüístico se mueven ciertos complementos del tipo nominal a la posición final de la oración y se sustituyen con un pronombre vacío.

Gramaticalidad: cualidad de una secuencia oracional por la que se ajusta a las reglas de la gramática.

Lematización: reducción de las formas flexivas de los lexemas que aparecen en un texto a su respectivo lema o forma de cita convencional. Por ejemplo: las formas *amo*, *amas*, *aman*, en su lema *amar*.

Lexema: unidad léxica abstracta que no puede descomponerse en otras menores aunque sí combinarse con otras para formar compuestos, y que posee un significado definible por el diccionario, no por la gramática. Por ejemplo: *fácil* es el lexema básico de *facilidad*, *facilitar*, *fácilmente*.

Lexicalismo (lexicismo): a menudo se refiere a la teoría que propone que la estructura interna de las palabras es independiente de cómo se juntan para hacer oraciones y de que las plabras son los átomos de las combinaciones sintácticas. Está relacionado a la reducción de la potencia y capacidad de las reglas sintácticas de cualquier clase, y por lo tanto con un énfasis mayor en los diccionarios.

Mapear: es una forma de asociar objetos únicos a cada punto de un conjunto dado.

Morfema: palabra de la terminología gramatical moderna con que se designan los elementos lingüísticos que se incorporan a las palabras con significado fijo y forma variable. Morfema puede ser una palabra, prefijo, infijo, sufijo, desinencia, etc.

No terminales: son variables sintácticas que denotan conjuntos de frases o cadenas de palabras. Estos conjuntos ayudan a definir el

lenguaje generado por la gramática imponiéndole una estructura jerárquica. Se corresponden con las categorías gramaticales.

Prescriptivo (método): en oposición a descriptivo, método que propone y sanciona ciertas normas lingüísticas consideradas canónicas al tiempo que condena los usos desviados y las innovaciones procedentes de cualquier otro modelo.

Recursividad: método matemático para definir funciones que consiste en partir de una base e ir construyendo los componentes de la función haciendo referencia a la definición de la función misma, en una especie de "círculo vicioso controlado". Familia: recursión, recursivo.

Rema: lo que se dice del tema.

Subcategorización: clasificación rigurosa, sistemática y jerárquica, según rasgos de las unidades léxicas de la lengua, para describir cuántos y de qué tipo son los elementos con los que combina para hacer oraciones completas. Cuando se dice que subcategoriza determinada categoría gramatical, significa que combina con ella.

Subsumir: Incluir algo como componente en una síntesis o clasificación más abarcadora.

Tema: aquello de lo que se habla en la oración (sujeto sicológico).

Terminales son los símbolos básicos con que se forman las frases del lenguaje. Coinciden más o menos con las palabras de una lengua y se agrupan en el diccionario.

Topicalización: se mueve un constituyente al inicio de la oración para hacer énfasis. Por ejemplo: *Tortas como ésta, mi mamá nunca comería*, donde *tortas como ésta* va al final usualmente: *mi mamá nunca comería tortas como ésta*.

Unificación: la unificación es una operación para combinar o mezclar dos elementos en uno solo que concuerde con ambos. Esta operación tiene gran importancia en estructuras de rasgos (género, etc.). La unificación difiere en que falla si algún atributo está

especificado con valores en conflicto, por ejemplo: al unificar dos atributos de número dónde uno es plural y otro es singular.

Verbos de ascensión: como el verbo *seems* (parecer) que introduce otro verbo como predicadoy donde se considera que cada verbo tiene un sujeto, incluso el infinitivo. Se denomina sujeto de ascensión (*subject raising*, en inglés) si es transparente en cuanto a que el sujeto también es sujeto del verbo que introduce. Se denomina objeto de ascensión, (*object raising*, en inglés) si el objeto es el sujeto del verbo que introduce.

Verbos de control o verbos *equi*. En estos verbos que introducen otros grupos verbales, el sujeto no es transparente. El controlador y el controlado son ambos temáticos.

Verbo finito (o en forma finita): es un verbo que tiene marcas de tiempo.

Vocabulario bilingüe de términos (inglés — español)

actuante	*actant*
ambigüedad	*ambiguity*
análisis	*analysis*
analizador sintáctico ascendente	*botom-up parsing*
analizador sintáctico descendente	*top-down parsing*
analizador sintáctico	*syntactic analyzer*
analizador	*analyzer*
árbol de constituyentes	*constituent tree*
árbol de dependencias	*dependency tree*
ascensión del objeto	*object raising*
ascensión del sujeto	*subject raising*
cadena	*string*
caso gramatical	*grammatic case*
CFG	*context-free grammar*
comprensión de lenguaje natural	*natural language understanding*
constituyente	*constituent*
dependencia	*dependency*
desambiguación	*disambiguation*
estructura de frase	*phrase structure*
estructura profunda	*deep structure*
estructura sintáctica	*syntactic structure*
fonología	*phonology*

forma de la palabra	*wordform*
frase	*phrase*
generación	*generation*
Gramática de Estructura de Frase dirigida por el Núcleo	*Head-driven Phrase Structure Grammar*
Gramática Generalizada de Estructura de Frase	*Generalized Phrase Structure Grammar*
gramáticas generativas	*generative grammars*
gramáticas libres de contexto	*context-free grammars*
gramáticas transformacionales	*transformational grammars*
homonimia	*homonymy*
homónimo	*homonym*
HPSG	ver *Head-driven Phrase Structure Grammar*
lexema	*lexeme*
lexicografía	*lexicography*
lingüística sociológica	*sociolinguistcs*
marco de subcategorización	*subcategorization frame*
morfología	*morphology*
morfosintáctico	*morphosyntactic*
no terminal	*nonterminal*
núcleo	*head*
parser (analizador sintáctico)	*parser*
partes del habla (de la oración)	*part of speech*
patrón de manejo o rección	*government pattern*
polisemántico	*polysemic*
polisemia	*polysemy*
predicado sintáctico	*syntactic predicate*
red semántica	*semantic network*
reescribir	*rewritting*

rema	comment
restricción	*constraint*
semántica	*semantics*
sicolingüística	*psycholinguistics*
signo lingüístico	*linguistic sign*
sinonimia	*synonymy*
sinónimo	*synonym*
sintáctica	*syntactics*
sintaxis	*syntax*
síntesis	*synthesis*
tema	topic
Teoría Significado ⇔ Texto	*Meaning ⇔ Text theory*
unificación	*unification*
valencia	*valency*

Índice analítico

Referencias

(Abney, 1991) Abney, S. P. *Parsing by chunks*. In R. C. Berwick, S. P. Abney, and C. Tenny, editors, Principle-Based Parsing: Computation and Psycho-linguistics, pages 257–278. Kluwer, Dordrecht, 1991.

(Agirre y Rigau, 1996) Agirre, E. and Rigau, G. *Word Sense Disambiguation using Conceptual Density*. In Proceedings of the 16th International Conference on Computational Linguistics (COLING96). Copenhagen, Denmark, 1996; xxx.lanl.gov/ps/cmp-lg/9606007.

(Aho *et al.,* 1986) Aho, A. V., R. Sethi and J. D. Ullman. *Compilers. Principles, Techniques and Tools*. Addison Wesley Publishing Company, 1986.

(Alarcos, 1984) Alarcos-Llorach, E. *Gramática Estructural*. Editorial Gredos. Madrid, 1984.

(Allen, 1995) Allen, J. F. *Natural Language Understanding*. Benjamin Cummings, 1995.

(Alonso, 1960) Alonso Pedraz, M. *Diccionario Ideoconstructivo*. En Ciencia del Lenguaje y Arte del Estilo. Editorial Aguilar. Madrid, España, 1960.

(Anttila, 1995) *Anttila*, A. *How to recognise Subjects in English*. In Karlsson, F., Voutilainen, A., Heikkilä, J. and Anttila, A. (eds.) Constraint grammar: A Language-Independent System for Parsing Unrestricted text. Mouton de Gruyter, 1995.

(Apresyan *et al.,* 1973) Apresyan, Yu. D., I. A. Mel'čuk and A. K. Zolkovsky. *Materials for an explanatory combinatory dictionary of modern Russian*. In Trends in Soviet Theoretical Linguistics.

Edited by F. Kiefer. Foundations of Language Supplementary Series., vol. 18. Reidel, Dordrecht, 1973.

(Argamon *et al.,* 1998) *Shlomo* Argamon, Ido Dagan and Yuval Krymolowski. *A Memory-Based Approach to Learning Shallow Natural Language Patterns*. In Proceedings Intern. Conference COLING-ACL'98. August 10–14 Quebec, Canada. 1998; xxx.lanl.gov/ps/cmp-lg/9806011.

(Arjona-Iglesias, 1991) *Arjo a*-Iglesias, M. *Estudios sintácticos sobre el habla popular mexicana*. Universidad Nacional Autónoma de México, 1991.

(Atkins *et al.,* 1986) Atkins, B., Kegl, J., and Levin, B. *Explicit and Implicit Information in Dictionaries*. In Proceedings of the Second Conference of the UW Center for the New Oxford English Dictionary, pp. 45–65. Waterloo, Canada, 1986.

(Benson *et al.,* 1989) Benson, M. *et al., The BBI Combinatory Dictionary of English*. John Benjamin, 1989.

(Basili, 1994) Basili, R., *et al., A "Not-so-shallow" parser for Collocational Analysis*. In Proceedings International Conference COLING-94. August 5–9 Kyoto, Japan, pp. 447–453, 1994.

(Basili, 1999) Basili, R., *et al., Adaptive parsing and Lexical learning*. In Proceedings Conference Venecia per il Trattamento Automatico delle Lingue (VEXTAL), November 22–24, Venezia, Italy pp. 111- 120, 1999.

(Berthouzoz y Merlo, 1997) Berthouzoz, C. and Merlo, P. *Statistical ambiguity resolution for principle-based parsing*. In Proceedings of the Recent Advances in Natural Language Processing. Pag. 179–186, 1997

(Biber, 1993) Biber, D. Using Register. *Diversified Corpora for general Language Studies*. Computational Linguistics 19 (2) pp. 219—241, 1993.

(Black, 1987) Black, D. *The theory of comitees and Elections*. Boston, M. A. Kluwer Academic Press, 1987

(Bleam *et al.,* 1998) Bleam, T.; Palmer, M. and K. Vijay-Shanker. *Motion verbs and Semantic Features in TAG*. TAG+4 Workshop. University of Pennsylvania, 1998.

(Boguraev y Briscoe, 1987) Boguraev, B. and Briscoe, E. *Large lexicons for natural language processing: utilising the grammar coding system of the Longman Dictionary of Contemporary English*. Computational Linguistics 13.4: 219–240 1987.

(Boguraev *et al.,* 1987) Boguraev, B., Briscoe, E., Carroll, J., Carter, D. and Grover, C. *The derivation of a grammatically-indexed lexicon from the Longman Dictionary of Contemporary English*. In Proceedings of the 25th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics, pp. 193–200. Stanford, CA. 1987.

(Bolshakov, 1994) Bolshakov, I. A. *Multifunction thesaurus for Russian word processing*. Proceedings of 4th Conference on Applied Natural language Processing, Stuttgart, 13–15 October, 1994, p. 200–202.

(Bolshakov *et al.,* 1998) Bolshakov, I., A. Gelbukh, S. Galicia Haro, M. Orozco Guzmán. *Government patterns of 670 Spanish verbs*. Technical report. CIC, IPN, 1998.

(Bolshakov y Gaysinsky, 1993) Bolshakov, I. A., A.N. Gaysinsky. *A dictionary of stable coordinated pairs in Russian*. Nauchnaya i Tekhnicheskaya Informatsiya. Ser. 2, No. 4, 1993, p. 28–33.

(Bolshakov y Gelbukh, 2000) Bolshakov, I. A., A. Gelbukh. *A Very Large Database of Collocations and Semantic Links*. NLDB'2000: Applications of Natural Language to Information Systems. Lecture Notes in Computer Science N 1959 Springer-Verlag, 2000, pp. 103–114. (2000)

(Bolshakov y Gelbukh, 2002) Bolshakov, I. A., A. Gelbukh. *Word Combinations as an Important Part of Modern Electronic Dictionaries*. Procesamiento de Lenguaje Natural, No. 29, 2002, p. 47–54.

(Bolshakov, 2002) Bolshakov, I. A. *Surface Syntactic Relations in Spanish*. In: A. Gelbukh (Ed.). Computational Linguistics and Intelligent Text Processing. Proc. 3rd Int. Conf. CICLing-2002, LNCS 2276, Springer, 2002, p. 210–219.

(Bonnema *et al*., 2000) Bonnema, R., P. Buying, R. Scha. *Parse Tree Probability in Data Oriented Parsing*. In Proceedings International Conference CICLing-2000, February 13–19, Mexico City, pp. 219–232, 2000.

(Bozsahin, 1998) Bozsahin, Cem. *Deriving the Predicate-Argument Structure for a Free Word Order Language*. In Proceedings International Conference COLING-ACL'98. August 10–14 Quebec, Canada, pp. 167–173, 1998; xxx.lanl.gov/ps/cmp-lg/9808008.

(Branchadell, 1992) Branchadell, A. *A Study of Lexical and Non-lexical datives*. Tesis doctoral inédita. Universitat Autónoma de Barcelona, 1992.

(Brent, 1991) Brent, M. *Automatic acquisition of subcategorization frames from untagged text*. In Proceedings of the 29th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics, 209–214. Berkeley, CA. 1991.

(Brent, 1993) Brent, M. *From grammar to lexicon: unsupervised learning of lexical syntax*. Computational Linguistics 19.3: 243–262, 1993

(Bresnan, 1978) Bresnan, J. *A Realistic transformational Grammar*. In M. Halle, J. Bresnan and G. A. Miller (eds.), Linguistic Theory and Psychological Reality. Cambridge, Mass. MIT Press, 1978.

(Bresnan, 1982) Bresnan, J. W., editor. *The Mental Representation of Grammatical Relations*, MIT Press, Cambridge, MA. 1982.

(Bresnan, 1995) Bresnan, J. W. *Lexicality and Argument Structure 1*. Paris Syntax and Semantics Conference. October 12, 1995

(Brew, 1995) Brew, C. *Stochastic HPSG*. In Proceedings of the 7th European Conference of the Association for Computational Linguistics. Pages 83–89, 1995; xxx.lanl.gov/ps/cmp-lg/9502022.

(Brill, 1995) Brill, E. *Unsupervised Learning of disambiguation Rules for Part of Speech Tagging*. In Proceedings of 3rd Workshop on Very Large Corpora. Pages. 1–13. Masachussets, 1995.

(Brill y Resnick, 1994) Brill, E., P. Resnik. *A rule-based approach to prepositional phrase attachment disambiguation*. In Proceedings International Conference COLING-94. August 5–9 Kyoto, Japan, pp. 1198–1204, 1994; xxx.lanl.gov/ps/cmp-lg/9410026.

(Briscoe y Carroll, 1993) Briscoe, E. and Carroll, J. *Generalized probabilistic LR parsing of natural language (corpora) with unification-based grammars*. Computational Linguistics, 19(1): 25–60, 1993.

(Briscoe y Carroll, 1997) Briscoe, E. and Carroll, J. *Automatic extraction of subcategorization from corpora*. In Proceedings of the 5th ACL Conference on Applied Natural Language Processing. Washington, DC. 1997; xxx.lanl.gov/ps/cmp-lg/9702002.

(Briscoe, 1996) Briscoe, E. *Robust Parsing*. In The State of the Art of Human Language Technology 1996; cslu.cse.ogi.edu/ HLTsurvey/ HLTsurvey.html.

(Bröker, 2000) N. Bröker. *Improving Testsuites via Instrumentation*. In Proceedings of ANLP–NAACL, Apr 29-May 4, pp. 325–330. 2000; xxx.lanl.gov/ ps/cs.CL/0005016.

(Brown *et al.,* 1990) Brown, P. F., Della Pietra, V. J., deSouza, P. V., Lai, J. C. and Mercer, R. L. *Class-based n-gram Models of natural Language*. In Proceedings of the IBM Natural language ITL, March, 1990. Paris, France.

(Cano, 1987) Cano Aguilar, R. *Estructuras sintácticas transitivas en el español actual*. Edit. Gredos. Madrid, 1987.

(Carpenter, 1995) Carpenter, R. *Categorial Grammars, Lexical Rules and the English Predicative*. Carnegie Mellon University. 1995.

(Carpenter, 1997) Carpenter, R. *Type-Logical Semantics*. Cambridge, Mass. MIT Press, 1997.

(Carroll y Rooth, 1998) Carroll, G. and Rooth, M. *Valence induction with a head-lexicalized PCFG*. In Proceedings of the 3rd Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing. Granada, Spain, 1998; xxx.lanl.gov /ps/cmp-lg/9805001.

(Carroll y Weir, 1997) Carroll, J. and Weir, D. *Encoding frequency information in lexicalized grammars*. In Proceedings of the 5th ACL/SIGPARSE International Workshop on Parsing Technologies (IWPT-97), 8–17. MIT, Cambridge, MA. 1997; xxx.lanl.gov/ ps/cmp-lg/9708012.

(Charniak, 1993) Charniak, E. *Statistical Language Learning*, MIT, Cambridge, MA. 1993.

(Charniak, 1997) Charniak, E. *Statistical parsing with a context-free grammar and word statistics*, Proceedings of the Fourteenth National Conference on Artificial Intelligence AAAI MIT Press, Menlo Park, 1997; www.cs.brown.edu/people/ec/home.html #publications.

(Chen y Chen, 1996) Chen, K. and Chen, H. *A Rule-Based and MT-Oriented Approach to prepositional Phrase Attachment*. In Proceedings of COLING-96, pp. 216–221, 1996.

(Chodorow *et al.,* 1987) Chodorow, M., Klavans, J., Neff, M., Byrd, R., Calzolari, N. and Rizk, O. *Tools and methods for computational lexicography*. Vol. 13. Pages 3–4. Computational Linguistics, 1987.

(Chomsky, 1957) Chomsky, N. *Syntactic Structures*. The Hague: Mouton & Co, 1957.

(Chomsky, 1965) Chomsky, N. *Aspects of the Theory of Syntax*. MIT Press, Cambridge, MA. 1965.

(Chomsky, 1970) Chomsky, N. *Remarks on Nominalization*. In R. A. Jacobs and P. S. Rosenbaum (eds.), Readings in English Transformational Grammar. Waltham, Mass.: Ginn-Blaisdell, 1970.

(Chomsky, 1982) Chomsky, N. *Some Concepts and Consequences of the theory of Government and Binding*. MIT Press, 1982. Editada bajo el título de *La nueva sintaxis. Teoría de la rección y el ligamento*. Ediciones Paidós, 1988.

(Chomsky, 1986) Chomsky, N. *Knowledge of language: Its nature, origin and use*. Praeger, New York, 1986.

(Chomsky, 1995) Chomsky, N. *The Minimalist Program*. Cambridge, Mass. MIT Press, 1995.

(Church y Mercer, 1993) Church, K. W. and R. Mercer. *Introduction to the Special Issue on Computational Linguistics Using large Corpora*. 19(1), pp. 1–24, 1993

(Church y Patil, 1982) Church, K. and Patil, R. *Coping with syntactic ambiguity or how to put the block in the box on the table*. Computational Linguistics 8, 139–149, 1982.

(Civit y Castellón, 1998) Civit, M. e I. Castellón. *Gramesp: Una gramática de corpus para el español*. Revista de AESLA, La Rioja, España, 1998.

(Collins, 1999) Collins, M. *Head-driven Statistical Models for Natural language parsing*. Ph.D. Thesis University of Pennsylvania. 1999; xxx.lanl.gov/find/cmp-lg.

(Collins y Brooks, 1995) Collins, M. and J. Brooks. *Prepositional phrase attachment through a backed-off model*. In Proceedings of the 3rd Workshop on Very Large Corpora. Pag. 27–38. Cambridge, MA. USA, 1995; xxx.lanl.gov/ps/cmp-lg/9506021.

(Dalrymple *et al.,* 1995) Dalrymple, M., Ronald Kaplan, J. T. Maxwell III and Annie Zaenen (eds.*). Formal Issues in Lexical Functional Grammar*. Stanford CSLI Publications, 1995.

(Debreu, 1959) Debreu, G. *The Theory of Value: An axiomatic analysis of economic equilibrium,* 1959 Theory of Value : An Axiomatic Analysis of Economic Equilibrium. Yale University Press, 1986.

(DECIDE, 1996) The DECIDE project. *Designing and Evaluating Extraction Tools for Collocations in Dictionaries and Corpora*. 1996; engdep1.philo.ulg.ac.be/decide.

(Demonte, 1994) Demonte, V. *La ditransividad en español: léxico y sintaxis*, en Gramática del Español. Edición a cargo de Violeta Demonte, El Colegio de México, 1994.

(DEUM, 1996) DEUM *Diccionario del Español Usual en México*. Edit. Colegio de México. México, 1996.

(Dowty, 1982) Dowty, D. R. *Grammatical relations and Montague Grammar*. In P. Jacobson and G. K. Pullum, eds., the Nature of Syntactic Representation, pps. 79–130, Reidel, Dordrect, 1982.

(Dowty, 1989) Dowty, D. R. *On the semantic content of the notion "thematic role"*. In G. Chierchia, B. Partee and R. Turner (eds). Property theory, type theory and natural language semantics. D. Reidel, Dordrecht, 1989.

(EAGLES, 1996) EAGLES. *Recommendations on Sub-categorization*, 1996; www.ilc.pi.cnr.it/EAGLES96/syn-lex/synlex.html.

(Eisner, 1996) Eisner, J. M. Three New Probabilistic Models for Dependency Parsing: An Exploration. In Proceedings of the 16th International Conference on Computational Linguistics (COLING-96). Pages 340–345, 1996; xxx.lanl.gov/ps/cmp-lg/9706003.

(Erbach y Uszkoreit, 1990) G. Erbach and H. Uszkoreit. *Grammar Engineering: Problems and Prospects*. Report on the

Saarbrücken Grammar Engineering Workshop**.** University of the Saarland and German Research Center for Artificial Intelligence. CLAUS Report No. 1, July 1990.

(Fabre, 1996) Fabre, C. *Recovering a predicate-Argument Structure for the Automatic Interpretation of English and French Nominal Compounds*. In Proceedings of the International Workshop on Predicative Forms in Natural Language and in Lexical Knowledge Bases. 27–34. Toulouse, France, 1996.

(Fillmore, 1977) Fillmore, C. J. *The case for case reopened in Syntax and Semantics*. In: Cole P., J. R. Harms (eds.). Vol. 8: Grammatical Relations. Academic Press, NY. 1977.

(Fishburn y Gehrlein, 1976) Fishburn, P. C. and Gehrlein, W. V. *Borda's rule, Positional Voting, and Condorcet's Simple Majority Principle*. Public Choice, Vol. 28. Pp. 79–88, 1976.

(Flickinger, *et al.,* 1985) Flickinger, D., C. Pollard, and T. Wasow. *"Structure sharing in lexical representation,"* Proceedings of the 23rd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics. Chicago, IL: Association for Computational Linguistics, 262–267, 1985.

(Ford *et al.,* 1982) Ford, M., Bresnan, J. and Kaplan, R. *A competence based theory of syntactic closure*. In Bresnan, J. W., editor, The Mental Representation of Grammatical Relations, MIT Press, Cambridge, MA. 1982.

(Franks, 1969) Franks, L. E. *Signal Theory.* Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J. 1969

(Franz, 1996) Franz, A. *Automatic Ambiguity Resolution in Natural Language processing. An Empirical Approach*. Lecture Notes in Artificial Intelligence 1171. Springer Verlag Berlin Heidelberg, 1996

(Gale *et al.,* 1992) Gale, W. A., Kenneth W. Church, and David Yarowsky. *Work on Statistical Methods for Word Sense Disambiguation*. In Probabilistic Approaches to Natural Language: Papers from the 1992 Fall Symposium, pp. 54–60,

Cambridge, Massachusetts. Menlo Park, Calif. American Association for Artificial Intelligence, AAAI Press, 1992.

(Galicia *et al.,* 1997) Galicia Haro, S.N., A. Gelbukh, I. A. Bolshakov. *Patrones de manejo sintáctico para verbos comunes del español*. In Proceedings CIC-97, Nuevas Aplicaciones e Innovaciones Tecnológicas en Computación, Simposium Internacional de Computación, November 12–14, 1997, CIC, IPN, Mexico City, Mexico.

(Galicia *et al.,* 1998) Galicia Haro, S.N., I. A. Bolshakov, A. Gelbukh. *Diccionario de patrones de manejo sintáctico para análisis de textos en español*. Procesamiento del Lenguaje Natural, No. 23, España, pp.171–176, 1998.

(García-Hidalgo, 1979) García-Hidalgo, M. I. *La formalización del analizador gramatical del DEUM*. En Lara, L. F.; Ham Chande, R. y García Hidalgo, M. I. Investigaciones lingüísticas en Lexicografía. El Colegio de México, 1979.

(Gazdar *et al.,* 1985) Gazdar, G., E. Klein, G. K. Pullum, and I. A. Sag. *Generalized Phrase Structure Grammar*. Oxford, Blackwell, 1985.

(Gee y Grosjean, 1983) Gee, James Paul and François Grosjean. *Performance structures: A psycholinguistic and linguistic appraisal*. Cognitive Psychology (15): 411–458, 1983.

(Gelbukh *et al.,* 1998) Gelbukh, A., S.N. Galicia-Haro, I. A. Bolshakov. *Three dictionary-based techniques of disambiguation*. In Proceedings TAINA-98, International Workshop on Artificial Intelligent, CIC-IPN, Mexico D. F., pp. 78 - 89, 1998.

(Gelbukh, 1998) Gelbukh, A. F. *Lexical, syntactic, and referencial disambiguation using a semantic network dictionary*. Technical report. CIC, IPN, 1998.

(Gibbon, 1999) Gibbon, D. *Computational lexicography*. ELSNET Group 1999; coral.lili.uni-bielefeld.de/~gibbon/ELSNET97/index. html.

(Gili, 1961) Gili Gaya, S. *Curso Superior de Sintaxis Española*. Bibliograf. España, 1961.

(Goodman, 1998) Goodman, Joshua T. *Parsing inside-out*. Ph. D. thesis, Harvard University, Cambridge, MA; xxx.lanl.gov/abs/cmp-lg/9805007.

(Greffenstette, 1993) Greffenstette, G. *Evaluation techniques for automatic semantic extraction: Comparing syntactic and window based approaches*. In ACL Workshop on Acquisition of Lexical Knowledge From Text, Ohio State University, June, 1993.

(Grinberg *et al.,* 1995) Grinberg, D., Lafferty, J. and Sleator, D. *A Robust parsing Algorithm for Link grammars*. In Proceedings of the Fourth International Workshop on Parsing Technologies. Pag. 111–125, 1995; xxx.lanl.gov/ps/cmp-lg/9508003.

(Grishman *et al.,* 1994) Grishman, R., Macleod, C. and Meyers, A. *COMLEX syntax: building a computational lexicon*. In Proceedings Conference COLING-94, Kyoto, Japan, pp. 268–272 1994; xxx.lanl.gov/ps/cmp-lg/9411017.

(Hellwig, 1980) Hellwig, P. *PLAIN—A Program System for Dependency Analysis and for Simulating Natural Language Inference*. In: Leonard Bolc, ed., Representation and Processing of Natural Language, 271–376. Munich, Vienna, London: Hanser & Macmillan, 1980; www.gs.uni-heidelberg.de/~hellwig.

(Hellwig, 1983) Hellwig, P. *Extended Dependency Unification Grammar*. In: Eva Hajicova (ed.): Functional Description of Language. Faculty of Mathematics and Physics, Charles University, Prague, pp. 67–84, 1983; www.gs.uni-heidelberg.de/~hellwig/ biblio.html.

(Hellwig, 1986) Hellwig, P. *Dependency Unification Grammar (DUG)*. In: Proceedings of the 11th International Conference on Computational Linguistics (COLING 86), 195–198. Bonn: Universität Bonn, 1986; www.gs.uni-heidelberg.de/~hellwig.

(Hellwig, 1995) Hellwig, P. *Automatic Syntax Checking*. In: M. Kugler, K. Ahmad, G. Thurmair (eds.): Translator's Workbench.

Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 1995; www.gs.uni-heidelberg.de/ ~hellwig.

(Hindle y Rooth, 1993) Hindle, D. and M. Rooth. *Structural ambiguity and lexical relations*. Computational Linguistics, 19(1): 103–120, 1993.

(Hudson, 1984) Hudson, R. A. *Word Grammar*. Oxford, Blackwell. 1984.

(Ilson y Mel'čuk, 1989) Ilson, R. and I. A. Mel' cuk. *English BAKE Revisited (BAKE-ing an ECD)*. International Journal of Lexicography, 2(4), 326–345. 1989.

(Jackendoff, 1990) Jackendoff, R. S. *Semantics Structures*. MIT Press, Cambridge, MA. 1990.

(Jacobs *et al.,* 1991) Jacobs, P. S., Krupka, G. R., and Rau, L. F. *Lexico-semantic pattern matching as a companion to parsing in text understanding*. In Proceedings of the Fourth DARPA Speech and natural language Workshop, pp. 337–342. Pacific Grove, CA, USA. 1991.

(Jiang y Conrath, 1997) Jiang, J. and Conrath, D. *Semantic Similarity on Corpus Statistics and Lexical Taxonomy*. In Proceedings of the 10th International Conference Research on Computational Linguistics (ROCKLING'97). Taiwan, 1997; xxx.lanl.gov/ps/cmp-lg/9709008.

(Jones, 1994) Jones, B. E. M. *Exploring the Role of Punctuation in Parsing Natural Text*. In Proceedings International Conference COLING-94. August 5–9 Kyoto, Japan, pp. 421–425, 1994; xxx.lanl.gov/ps/cmp-lg/9505024.

(Joshi, 1985) Joshi, A. K. *How much Context-Sensitivity is Necessary for Characterizing Structural Descriptions - Tree Adjoining Grammars*. In Dowty, D.; Karttunen, L.; and Zwicky, A. (eds.), Natural language Processing - Theoretical, Computational and Psychological Perspectives. Cambridge University Press, New York, 1985.

(Kaplan, 1994) Kaplan, R. M. *The Formal Architecture of Lexical Functional Grammar*. In: Dalrymple, M., *et al.,* (eds.). Formal Issues in Lexical Functional Grammar. Stanford University Press, 1994.

(Kaplan y Bresnan, 1982) Kaplan, R. M. and Bresnan, J. *Lexical* functional grammar: A formal system for grammatical *representation*. In J. Bresnan, editor, The Mental Representation of Grammatical Relations. Pages 173–281. MIT Press, Cambridge, MA. 1982.

(Karlsson *et al.,* 1995) Karlsson, F., Voutilainen, A., Heikkilä, J. and Anttila, A. *Constraint grammar: A Language-Independent System for Parsing Unrestricted text*, edited by authors. Mouton de Gruyter, 1995.

(Kasami, 1965) Kasami, J. *An efficient recognition and syntax analysis algorithm for context-free languages*. Technical Report. University of Hawaii. 1965.

(Katz y Postal, 1964) Katz, J. J. and P. M. Postal. *An Integrated Theory of Linguistic Descriptions*. Cambridge, Mass. MIT Press, 1964.

(Kay, 1980) Kay, M. *Algorithm Schemata and data Structures in Syntactic processing*. Report CSL-80-12, Xerox PARC, Palo Alto, CA. 1980. Reprinted in: Grosz, B. J. *et al.* (eds.), Readings in Natural language Processing. Morgan Kaufmann, Los altos, CA. 1982.

(Kilgarriff, 1992) Kilgarriff, A. *Polysemy*. PhD thesis,University of Sussex, CSRP 261, School of Cognitive and Computing Sciences, 1992.

(Kilgarriff, 1993) Kilgarriff, A. *Inheriting Verb Alternations*. In Proceedings 6th European Conference of ACL. pp. 213–221. Utrecht, Netherlands, 1993.

(Kittredge, 2000) Kittredge, R. *Interlingual Modelling: An Applications Perspective*. In Proceedings International

Conference CICLing-2000, February 13–19, Mexico City, pp. 19–29, 2000.

(Lamiroy, 1994) Lamiroy, B. *Causatividad, ergatividad y las relaciones entre el léxico y la gramática*. En Gramática del Español, edición a cargo de Violeta Demonte. El Colegio de México, 1994.

(Lansdowne, 1996) Lansdowne, Z. F. *Ordinal ranking Methods for Multicriterion Decision Making*. Naval Research Logistics, Vol. 43, pp. 613–627, 1996. Reprinted in MITRE Journal, pp. 23–36, 1997.

(Lara y Ham, 1979) Lara, L. F. y Ham Chande, R. *Base estadística del Diccionario del español de México*. En Lara, L. F.; Ham Chande, R.; García Hidalgo, M. I. (eds.) Investigaciones lingüísticas en Lexicografía. El Colegio de México 1979.

(Lari y Young, 1990) Lari, K. and S. Young. *The estimation of stochastic context-free grammars using the Inside-Outside Algorithm*, Computer Speech and Language Processing, vol.4, pp. 35–56, 1990.

(Leech y Garside, 1991) Leech, G. and R. Garside. *Running a grammar factory: the production of syntactically analysed corpora or treebanks*. In S. Johansson and A. Stenstrom, English Computer Corpora: Select Berlin, 1991

(Levin, 1993)Levin, B. *English Verb Classes and Alternations*. University of Chicago Press, 1993.

(Levin y Rappoport, 1991) Levin, B. and Rappoport Hovav, M. *Wiping the slate clean: A lexical semantic exploration*. Cognition, 41: 123- 151, 1991.

(Litkowski, 1992) Litkowski, K. C. *A primer on computational lexicology*. 1992; www.clres.com.

(Ludwig, 1996) Ludwig, B. *POS Tagging Using Morphological Information*. 1996; xxx.lanl.gov/ps/cmp-lg/9606005.

(Luna-Traill, 1991) Luna-Traill, E. *Sintaxis de los verboides en el habla culta de la Ciudad de México*. Universidad Nacional Autónoma de México, 1991.

(Magerman, 1995) Magerman, D. M. *Statistical decision-Tree Models for Parsing*. In Proceedings 33rd Annual Meeting of ACL. June 26–30 Cambridge, Massachusetts, USA, pp. 276–283, 1995; xxx.lanl. gov/ps/cmp-lg/9504030.

(Malkiel, 1959) Malkiel, Y. *Studies in Irreversible Binomials*. Lingua, V. 8, 1959, p. 113–160.

(Manning y Carpenter, 1997) Manning, C. and B. Carpenter. *Probabilistic parsing using left corner language models*. In Proceedings of the 5th Intl. Workshop on Parsing Technologies, 1997; xxx.lanl.gov/ps/cmp-lg/9711003.

(Manning, 1993) Manning, C. *Automatic acquisition of a large subcategorization dictionary from corpora*. In Proceedings of the 31st Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics, 235–242. Columbus, Ohio, 1993.

(Manning y Schütze, 1999) Manning, Ch. D., H. Schütze. *Foundations of Statistical Natural Language Processing*. MIT Press, 1999.

(Marcus *et al.,* 1993) Marcus, M., Santorini, B. and Marcinkiewicz, M. *Building a large annotated corpus of English The Penn Treebank*. Computational Linguistics 19, 2, 1993.

(Marcus *et al.,* 1994) Marcus, M., Kim, G., Marcinkiewicz, M., MacIntyre, R., Bies, M., Ferguson, M., Katz, K. and Schasberger, B. *The Penn Treebank: Annotating predicate argument structure*. In Proceedings Human Language Technology Workshop, Morgan Kaufmann, San Francisco, 1994.

(Mel'čuk y Zholkovsky, 1970) Mel'čuk, I. A. and A. K. Zolkovsky. *Towards a functioning meaning-text model of language*. Linguistics 57: 10- 47, 1970.

(Mel'čuk, 1979) Mel'čuk, I. A. *Dependency Syntax*. In P. T. Roberge (ed.) Studies in Dependency Syntax. Ann Arbor: Karoma 23–90, 1979.

(Mel'čuk y Zholkovsky, 1984) Mel'čuk, I. A. and A. K. Zolkovsky. *Explanatory combinatory dictionary of modern Russian*. Wiener Slawistischer Almanach, Vienna, 1984.

(Mel'čuk *et al.,* 1984) Mel'čuk, I. A., N. Arbatchewsky-Jumarie, L. Elnitsky, *et al., Dictionnaire explicatif et combinatoire du français contemporain: recherches lexico-sémantiques I*. Presses de l'Université de Montréal, Montreal, 1984.

(Mel'čuk *et al.,* 1988) Mel'čuk, I. A., N. Arbatchewsky-Jumarie, L. Dagenais, *et al., Dictionnaire explicatif et combinatoire du français contemporain: recherches lexico-sémantiques II*. Presses de l'Université de Montréal, Montreal, 1988.

(Mel'čuk y Pertsov, 1987) Mel'čuk, I. A., and Nikolaj V. Pertsov. *Surface Syntax of English: a Formal Model within the Meaning-Text Framework*. Amsterdam, Benjamins, 1987.

(Mel'čuk, 1988) Mel'čuk, I. *Dependency Syntax: Theory and Practice*, New York: State University of New York Press, 1988.

(Mel'čuk, 88a) Mel'čuk, I. *Semantic Description of Lexical Units in an Explanatory Combinatorial Dictionary: Basic Principles and Heuristic Criteria*. International Journal of Lexicography Vol. 1, No. 3, pp.165–188, 1988.

(Mel'čuk, 1995) Mel'čuk, I. "Sejčas" i "teper'" v sovremennom russkom jazyke (In Russian). In: I. A. Mel'čuk. *The Russian language in the Meaning – Text perspective,* Wiener Slawistischer Almanach. Sonderband 39, p. 55–76, Moskau – Wien, 1995.

(Merlo *et al*., 1997) Merlo, P., Crocker, M. and Berthouzoz, C. *Attaching Multiple Prepositional Phrases: Generalized Backed-off Estimation.* In Proceedings of the EMNLP-2, 1997; xxx.lanl.gov/find/cmp-lg/9710005.

(Meyer *et al.,* 1990) Meyer, I., B. Onyshkevych, and L. Carlson. *Lexicographic Principles and Design for Knowledge-Based Machine Translation*, Technical Report CMU-CMT-90-118. Pittsburgh, PA: Carnegie Mellon University, Center for Machine Translation, 1990.

(Miller, 1990) Miller G. *Wordnet: an on-line lexical database*. International Journal of Lexicography, 3(4), 1990.

(Mohri y Pereira, 1998) Mohri. Mehryar, F. C. N. Pereira. *Dynamic Compilation of Weighted Context-free Grammar*. In Proceedings International Conference COLING-ACL'98. August 10–14 Quebec, Canada, pp. 891–897, 1998.

(Monedero *et al.,* 1995) Monedero, J., González, J. C., Goñi, J. M., Iglesias, C. A. y Nieto, A. *Obtención automática de marcos de subcategorización verbal a partir de texto etiquetado: el sistema SOAMAS*. En Actas del XI Congreso de la Sociedad Española para el Procesamiento del Lenguaje Natural (SEPLN 95: Bilbao), págs. 241–254, 1995.

(Montague, 1970) Montague, R. *Universal Grammar*. Theoria 36: 373- 398, 1970.

(Montague, 1974) Montague, R. *Universal Grammar*. In Richard Thomason (eds.), Formal Philosophy. New Haven: Yale University Press, 1974.

(Moreno, 1985) Moreno de A., J. G. *Valores de las formas verbales del español de México*. Universidad Nacional Autónoma de México, 1985.

(Mueller, 1996) Mueller, Dennis C. (ed.) *Perspectives on Public Choice*. A Handbook. Cambridge University Press, 1996.

(Nañez, 1995) Nañez Fernández, E. *Diccionario de construcciones sintácticas del español*. Preposiciones. Ed. de la Universidad Autónoma de Madrid, España 1995.

(Netter *et al.,* 1998) K. Netter, S. Armstrong, T. Kiss, J. Klein, and S. Lehman. *Diet - diagnostic and evaluation tools for NLP*

applications. In Proceedings 1st International Conference on Language Resources and Evaluation, pages 573–579. Granada/Spain, 28–30 May, 1998.

(OCD, 2003) *Oxford Collocation Dictionary for Students of English*. Oxford University Press. 2003.

(Osborne, 1996) Osborne, M. *Can Punctuation Help Learning?*. In Connectionist, statistical and Symbolic Approaches to Learning for Natural Language Processing, edited by S. Wermter, E. Riloff and G. Scheler. Springer Verlag, 1996.

(Padró, 1998) Padró, L. *A Hybrid Environment for Syntax-Semantic Tagging*. Ph. D. Thesis. Departament de Llenguatges I Sistemes Informàtics de la Universitat Politècnica de Catalunya. 1998; xxx.lanl.gov/ps/cmp-lg/9802002.

(Pedersen, 2000) Pedersen, T. *An ensemble Approach to Corpus-based Word Sense Disambiguation*. In Proceedings International Conference CICLing-2000, February 13–19, Mexico City, pp. 205–218. 2000.

(Penadés, 1994) Penadés Martínez, I. *Esquemas Sintáctico-Semánticos de los Verbos Atributivos del Español*. Servicio de Publicaciones. Universidad de Alcalá. España, 1994.

(Pereira, 1996) Pereira, F. *Sentence Modelling and Parsing*. In The State of the Art of Human Language Technology, 1996; cslu.cse.ogi. edu/HLTsurvey/ HLTsurvey.html.

(Perlmutter, 1983) Perlmutter, D. N. (ed.) *Studies in Relational Grammar I*. Chicago: University of Chicago Press, 1983.

(Peters y Ritchie, 1973) Peters, P. S. and R. W. Ritchie. *On the generative power of transformational grammars*. Information Science, 6, pp. 49 - 83, 1973.

(Pirelli *et al.,* 1994) Pirelli, V., N. Ruimy, and S. Montemagni. *Lexical regularities and lexicon compilation*. Acquilex-II Working Paper 36, 1994; www.cl.cam.ac.uk/Research/NL/Acquilex.

(Polguère, 1998) Polguère, A. *Observatory of Meaning-Text Linguistics (OMTL)*. Université de Montréal. Faculté des Arts et des Sciences. 1998; www.fas.umontreal.ca/ling/olst/indexE.html.

(Pollard y Sag, 1987) Pollard, C. J. and I. A. Sag. *Information-based syntax and semantics*. CSLI Lecture notes series. Chicago University Press. Chicago II. Center for the Study of Language and Information; Lecture Notes Number 13, 1987.

(Pollard y Sag, 1994) Pollard, C. J. and I. A. Sag. *Head-Driven Phrase Structure Grammar*. The University of Chicago Press, 1994.

(Procter *et al.,* 1978) Procter, P. *et al., Longman Dictionary of Contemporary English (LDOCE)*. Longman Group, Harlow, Essex, UK. 1978.

(Procter, 1987) Procter, P. *Longman Dictionary of Contemporary English*, Longman, London, 1987.

(Rambow y Joshi, 1992) Rambow O., Joshi A., *A formal look at dependency grammars and phrase-structure grammars, with special consideration of word-order phenomena*. In: International Workshop on The Meaning-Text Theory, K. Henelt, L. Wanner (eds.) Arbeitspapier der GMD, No. 671, 1992.

(Ratnaparkhi *et al.,* 1994) Ratnaparkhi, A., J. Reynar, and S. Roukos. *A maximum entropy model for prepositional phrase attachment*. In Proceedings of the Human Language Technology Workshop. Advanced Research Projects Agency, March, 1994.

(Ratnaparkhi, 1998) Ratnaparkhi, A. *Statistical Models for Unsupervised Prepositional Phrase Attachment*. In Proceedings of the 36th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics. Montreal, Quebec, Canada, 1998; xxx.lanl.gov/ps/cmp-lg/9807011.

(Resnik y Hearst, 1993) Resnick, P. and Hearst, M. *Syntactic ambiguity and conceptual relations*. In: K. Church (ed.) Proceedings of the ACL Workshop on Very Large Corpora, pp. 58–64, 1993.

(Rigau *et al.,* 1997) Rigau, G., Atserias, J. and Agirre, E. *Combining Unsupervised Lexical Knowledge Methods for Word Sense Disambiguation*. In Proceedings of the 34th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics, pp. 48–55, 1997; xxx.lanl.gov/ps/cmp-lg/9704007.

(Rodríguez *et al.,* 1998) Rodríguez, H., Climent, S., Vossen, P., Blocksma, L., Peters, W., Alonge, A., Bertagna, F. and Rovertini, A. *The top-down strategy for buiding EUWN: Vocabulary coverage, base concepts and Top-Ontology*. In N. Ide and D. Greenstein (eds.) Computers and the humanities, vol. 32, n. 2–3, 1998.

(Rojas, 1988) Rojas, C. *Verbos locativos en español*. Aproximación sintáctico-semántica. Universidad Autónoma de México, 1988.

(Roland y Jurafsky, 1998) Roland, D., D. Jurafsky. *How Verb Subcategorization Frequencies are Effected by Corpus Choice*. In Proceedings International Conference COLING-ACL'98, Canada, pp. 1122–1128, 1998.

(Saari, 1994) Saari, D. G. *Geometry of Voting*. NewYork, Springer-Verlag, 1994.

(Sag y Wasow, 1999) Sag, I. A. and Wasow, T. *Syntactic Theory: A Formal Introduction*. Center for the study of language and information, 1999.

(Salomaa, 1971) Salomaa, A. *The generative power of transformational grammars of Ginsburg and Partee*. Information and Control, 18, pp. 227–232, 1971.

(Samuelson y Voutilainen, 1997) Samuelson, C, and A. Voutilainen. *Comparing a linguistic and a Stochastic tagger*. In Proceedings of joint ACL/EACL, Madrid, Spain, 1997.

(Sanfilippo y Poznanski, 1992) Sanfilippo, A. and Poznanski, V. *The acquisition of lexical knowledge from combined machine readable dictionary sources*, Proceedings of the 3rd Conference on Applied Natural Language Processing, Trento, 1992.

(Sanfilippo, 1993) Sanfilippo, A. *LKB encoding of lexical knowledge*. In T. Briscoe, A. Copestake and V. De Paiva (eds.). Default inheritance in unification-based approaches to the lexicon. CUP. Cambridge, 1993.

(Sanfilippo, 1997) Sanfilippo, A. *Using Similarity to Acquire Coocurrence Restrictions from Corpora*. pp. 82–87, 1997.

(Schütze y Gibson, 1999) Schütze, C. T. and Gibson, E. *Argumenthood and English prepositional Phrase Attachment*. Journal of Memory and Language, 40(3), pp. 409–431, 1999.

(Schabes, 1992) Schabes, Y. *Stochastic lexicalized tree-adjoining grammars*. In Proceedings of the 14th International Conference on Computational Linguistics (COLING-92), 426–432. Nantes, France, 1992.

(Scharf, 1991) Scharf, L. L. *Statistical Signal Processing*. Addison Wesley, Reading MA. 1991.

(Seco, 1972) Seco, M. *Gramática esencial del español. Introducción al estudio de la lengua*. Aguilar, 1972.

(Sekine *et al.,* 1992) Sekine, S., Carroll, J. J., Ananiadou, S. and Tsujii, J. *Automatic Learning for Semantic Collocation*. In Proceedings of the 3rd Conference on Applied Natural Language Processing, Trento, Italy, pp. 104–110, 1992.

(Sells, 1985) Sells, P. *Lectures on Contemporary Syntactic Theories*. CSLI Lecture Notes, Stanford, CA. Number 3, 1985.

(Shannon, 1949) Shannon, C. E. *The Mathematical Theory of Communication*, in Shannon, C. and Weaver, W. (eds.), The Mathematical Theory of Communication. Urbana, IL. The University of Illinois Press, 1949.

(Sidorov, 2001) Sidorov, G. *Problemas actuales de lingüística computacional*. Revista digital universitaria, UNAM. 2(1), 2001; www.revista.unam.mx/cgi-bin/websql/Hts/indexpreFinal.hts?id=5.

(Sidorov, 2005) Sidorov, G. *La capacidad lingüística de las computadoras*. Revista "Conversus", V. 36, 2005, pp. 28–37.

(Sikkel y Akker, 1993) Sikkel, K. and R. op den Akker. *Predictive Head-Corner Chart Parsing*. In Procedings of the 3rd International Workshop on Parsing Technologies (IWPT'3), pages 267–276, 1993.

(Sinclair *et al.,* 1987) Sinclair, J. M., Hanks, P., Fox, G., Moon, R., and Stock, P., editors. *Collins Cobuild English Language Dictionary Collins*, London, 1987

(Sleator y Temperley, 1993) Sleator, D. and D. Temperley. *Parsing English with a link grammar*. In 3rd International Workshop on Parsing Technologies (IWPT'3), pages 277–292, 1993.

(Smadja, 1993) Smadja, F. A. *Retrieving Collocations from Text: Xtract*. Computational Linguistics 19.1: 143–176, 1993

(Small, 1987) Small, S. *A distributed word-based approach to parsing: Word Expert Parsing*. In Natural Language Parsing System. Edited by Bolc. Springer Verlag, 1987.

(Steele, 1990) Steele, J. *Meaning—Text Theory. Linguistics, Lexicography, and Implications*. James Steele, editor. University of Ottawa press, 1990.

(Tapanainen *et al.,* 1997) Tapanainen, P., Järvinen, T., Heikkilä, J., Voutilainen. A. *Functional Dependency Grammar*. 1997. www.ling. helsinki.fi/ ~tapanain/dg/

(Tesnière, 1959) Tesniere, L. *Elements de syntaxe structural*. Paris: Klincksiek. (German: Tesniere, L. (1980): Grundzüge der strukturalen Syntax. Stuttgart: Klett-Cotta.) 1959.

(Tomita, 1986) Tomita, M. *Efficient Parsing for Natural Language*. Kluwer Publ., 1986.

(Tzoukerman *et al.,* 1994) Tzoukerman, E., Radev, D. R. and Gales, W. A. *Combining Linguistic Knowledge and Statistical learning in French Part-of-Speech Tagging*. In Proceedings of the EACL-SIGDAT Workshop From texts to tags. Issues in Multilingual Language Analysis. Pages. 51–57. Dublin, Ireland, 1994.

(Ushioda *et al.,* 1993) Ushioda, A., Evans, D., Gibson, T. and Waibel, A. *Frequency Estimation of verb Subcategorization Frames Based on Syntactic and Multidimensional Statistical Analysis*. In Proceedings of the Third International Workshop on Parsing Technologies. Pages. 309–318, 1993.

(Uszkoreit y Zaenen, 1996) Uszkoreit, H. and Zaenen, A. *Grammar Formalisms*. In: The State of the Art of Human Language Technology. 1996; cslu.cse.ogi.edu/HLTsurvey/HLTsurvey.html.

(Uszkoreit, 1996) Uszkoreit, H. *Mathematical Methods: Overview*. In The State of the Art of Human Language Technology, 1996.

(Utsuro, 1998) Utsuro, Takehito *et al., General-to-Specific Model Selection for Subcategorization Preference*. In Proceedings International Conference COLING-ACL'98. August 10–14 Quebec, Canada, pp. 1314–1320, 1998.

(Van Newenhizen, 1992) Van Newenhizen, J. *The Borda method is Most Likely to Respect the Condorcet Principle*. Economic Theory, vol. 2, pp. 69–83, 1992.

(Vanocchi *et al.,* 1994) Vanocchi, M., Rosini, R., Carenini, M., Prodanof, I. and Calzolari, N. *Italian verbs: Developing a neutral formalism for verbal representation*, Technical Report ILC-NLP-1994-1, ILC-CNR, Pisa, 1994.

(Volk, 1992) Volk, M. *The Role of testing in Grammar Engineering*. In Proceedings of the 3rd Conference on Applied Natural Language Processing, Trento, Italy, pp. 257–258, 1992.

(Voutilainen, 1994) Voutilainen, A. *Three studies of grammar-based surface parsing of unrestricted English text*. Ph. D. Thesis. Department of General Linguistics, University of Helsinki, Finland. 1994; xxx.lanl.gov/ps/cmp-lg/9406039.

(Voutilainen, 1995) Voutilainen, A. *Morphological disambiguation*. In Constraint grammar Edited by F. Karlsson, A. Voutilainen, J. Heikkilä and A. Anttila. pp. 165–284, 1995.

(Wanner, 1996) Wanner, Leo. *Lexical Functions in Lexicography and Natural Language Processing*. Studies in Language Companion Series ser.31. John Benjamin Publ., Amsterdam, Philadelphia 1996.

(Wilkins, 1997) Wilkins, W. *El lexicón posminimista: el caso SE*. En Estudios de lingüística formal. pp. 67–86. El Colegio de Mexico. México, 1997.

(XTAG, 1995) XTAG *A Lexicalized Tree Adjoining Grammar for English*. The XTAG Research Group. Technical Report (IRCS-95-03), 1995; www.cis.upenn.edu/~cliff-group/94/xtag.html.

(Yarowsky, 1992) Yarowsky, D. *Word sense disambiguation using statistical models of Roget's categories trained on a large corpus*. In Proceedings of the COLING-92, Nantes, France, pp. 454–460, 1992.

(Yarowsky, 1995) Yarowsky, D. *Unsupervised word sense disambiguation rivaling supervised methods*. In Proceedings of the 33rd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics, pp. 189–196, 1995.

(Yeh y Vilain, 1998) Yeh, Alexander S., M. B. Vilain. *Some Properties of Preposition and Subordinate Conjunction Attachments*. In Proceedings International Conference COLING-ACL'98. August 10–14 Quebec, Canada, pp. 1436–1442, 1998; xxx.lanl.gov/ps/cmp-lg/ 9808007.

(Younger, 1967) Younger, D. H. *Recognition and parsing of context-free languages in time* n^3. Information and Control 10, pp.189–208, 1967.

(Yuret, 1998) Yuret, D. *Discovery of Linguistic Relations Using Lexical Attraction*. Ph. D. thesis. Massachusetts Institute of Technology. 1998; xxx.lanl.gov/find/cmp-lg/9805009.

(Zubizarreta, 1994) Zubizarreta, M. L. *El orden de palabras en español y el caso nominativo*, en Gramática del Español. Edición a cargo de Violeta Demonte El Colegio de México, 1994.

Apéndice: conjunto de prueba

¡ Llamaré a la policía!
Decidió que haría pintar la casa.
Pero Irene la detuvo con un gesto.
No le hace mal a nadie - sonrió.
Beatriz abandonó su puesto de observación mordiéndose los labios.
Este negocio no ha resultado ninguna maravilla.
Voy a entrevistar una especie de santa.
Dicen que hace milagros.
Beatriz suspiró sin dar muestras de apreciar el humor de su hija.
Tenía el hábito de hablar con Dios.
¿ No podía hacerlo en silencio y sin mover los labios ?
Así sucedía en todas las familias.
No quería dar la impresión de haberla descuidado , porque la gente murmuraría a sus espaldas.
Era un período de reposo , descansaban los campos , los días parecían más cortos , amanecía más_tarde.
Siempre lo dijo , pero nadie le prestó atención.
Tenía un carácter galante.
Al volver los hombres el hecho estaba consumado y debieron aceptarlo.
Luego la envió de regreso a su cama.
¿ Qué pensaría su marido al verla ?
Marchaba a su lado con paso firme en las manifestaciones callejeras.
En íntima colaboración criaron a sus hijos.
Esa criatura rubia de ojos claros tal_vez significaba algo en su destino.
Por allí dicen que se comprarán un tractor.

Aunque vivían a escasa distancia tenían pocas ocasiones de encontrarse , pues sus vidas eran muy aisladas.
Cumplía múltiples ocupaciones bajo la tienda.
Ella también lo prefería así.
Su mujer nunca pudo recibirlo con naturalidad.
A_diferencia_de otros campesinos , se casaron enamorados y por amor engendraron hijos.
Nada se botaba ni perdía.
Nada podemos hacer.
Su madre recordaba con exactitud el comienzo de la desgracia.
Entretanto los batracios formaron filas compactas y emprendieron marcha ordenadamente.
La crisis duró pocos minutos y dejó a Evangelina extenuada , a la madre y al hermano aterrorizados.
Nos vamos a arruinar.
Pero todo había sido en_vano.
En su presencia se sentía repudiado.
El joven parecía tener las ideas claras y éstas no coincidían con las suyas.
En ese sentido era muy cuidadosa.
Sus abundantes batallas fortalecieron el odio.
Dejaron la perra en la casa , subieron en la motocicleta y partieron.
Apretaban los dientes y aguantaban callados.
Sacó por fin la voz y se presentó.
Poco después apareció Irene_Beltrán y pudo verla de cuerpo entero.
Resultó tal_como la imaginaba.
Irene no terminó el postre , dejando un trozo en el plato.
Pero no fue así.
En sus labios esta investigación adquiría una alba pátina de inocencia.
Nadie en la editorial sospechó del nuevo fotógrafo.
Parecía un hombre tranquilo.
Ni_siquiera Irene supo de su vida secreta , aunque algunos indicios leves estimulaban su curiosidad.

En los meses siguientes se estrechó su relación.
El hombre se puso lentamente de pie y las invitó al interior de su morada.
Una cortina de hule aislaba un rincón del cuarto.
Mientras la madre relataba los pormenores de su desgracia , él escuchaba con los ojos entornados sumido en concentración.
Es una niña inocente.
¿ Quién puede hacerle ese perjuicio ?
Dudó del diagnóstico , pero no quiso ser descortés.
Siempre sirven para estos casos.
En esta ocasión el curandero procedió enérgicamente.
Odio ese cuarto de baño , aunque haya quedado precioso.
Baje conmigo y se convencerá.
Yo seguía sin moverme.
Cerré los ojos.
No sueles despertarte tan temprano.
Busqué su mirada pero no la encontré.
Vi que se estaba haciendo el nudo de la corbata delante del espejo.
Cambió de conversación , y en el fondo se lo agradecí.
Tal_vez fuera mejor.
Eduardo se enfadó.
Ya ves tú.
Eduardo se despidió.
Él no iba a tener tiempo de venir a buscarme.
Es horrible , su religión se lo impide.
El champán sin motivo no sabe a nada , ni_siquiera es dorado.
No pienso atender a ningún recado , llame quien llame.
No sé si conoces Nueva_York.
Por los resultados , creo que acerté.
Por_qué el oro fino perdió su brillo ? Estábamos en el bar , pedimos unos pinchos de tortilla.
Nunca lo he entendido.
Yo no tiré la toalla , me agarré a ella en una reacción incluso demasiado compulsiva, ésa es la verdad.

sin_embargo , mi trayectoria profesional , valga lo que valga , arranca de aquel enfrentamiento primero con la calamidad , de eso tampoco cabe duda.
Pero no te di facilidades para_que nos viéramos.
Cuando te colgué estuve llorando mucho rato.
Tú llevabas un vestido rojo que nunca te había visto.
En esto entraste tú en la cocina.
Te quedaste parada y nos miramos.
Lo habías oído.
Así_que lo dejaré como está.
Trataremos , más_bien , de enderezarlo.
La levanta solemnemente.
Te acuerdas de cuánto nos gustaba el mes de mayo ?
En_cambio , tu capacidad de respuesta sigue siendo asombrosa.
Fue cosa de segundos.
Los pacientes del segundo grupo son los más duros de pelar.
Se llama Raimundo.
Ahora no quiero hablar más de él.
En la exposición de Gregorio no estaba.
Nunca te han interesado los chismes.
Son los que más aspavientos hacen , pero no importan para el argumento.
Pero tú no estabas de acuerdo.

Impreso en talleres gráficos
de la Dirección de Publicaciones
del Instituto Politécnico Nacional
Tresguerras, 27, Centro Histórico, México, DF
Agosto de 2007
Edición 1000 ejemplares