

*Actas del XXXVII Simposio Internacional de la Sociedad Española de Lingüística (SEL)*, editadas por Inés Olza Moreno, Manuel Casado Velarde y Ramón González Ruiz, Departamento de Lingüística hispánica y Lenguas modernas. Pamplona, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Navarra, 2008. ISBN: 84-8081-053-X. Publicación electrónica en: <http://www.unav.es/linguis/simposiosel/actas/>

---

## UNA APROXIMACIÓN FORMAL AL PROBLEMA DE LAS INTERFACES LINGÜÍSTICAS

M. DOLORES JIMÉNEZ LÓPEZ

*GRLMC- Grupo de Investigación en Lingüística Matemática  
Universitat Rovira i Virgili*

### 1. INTRODUCCIÓN

La interacción entre los distintos componentes de la gramática está recibiendo mucha atención en el ámbito de la teoría lingüística actual. Es por ello por lo que, en este artículo, proponemos un modelo formal para dar cuenta de las interfaces lingüísticas. El término “interfaz” puede ser usado de diferentes maneras. Puede ser aplicado a las conexiones entre la facultad del lenguaje y otros aspectos cognitivos. Puede hacer referencia a las relaciones entre la lingüística y otras disciplinas. O, como en este artículo, puede centrarse en la relaciones que se establecen entre los distintos módulos que forman la gramática de una lengua natural.

La investigación lingüística de los últimos años ha puesto en evidencia la necesidad de ocuparse de las relaciones entre los distintos módulos de la gramática, si pretendemos dar cuenta del lenguaje natural. De hecho, la descripción de las “interfaces” entre fonética, fonología, morfología, sintaxis, semántica y pragmática constituye un área de investigación fundamental en los estudios lingüísticos actuales, como pone de manifiesto, por ejemplo, la publicación del *The Oxford Handbook of Linguistic Interfaces* (Ramchand y Reiss 2007), un volumen dedicado exclusivamente a ese tipo de cuestiones.

En la gramática de una lengua natural podemos reconocer un determinado número de módulos que interactúan de manera no simple. La generación/reconocimiento del lenguaje natural necesita, por tanto, módulos cooperativos. En general, los modelos formales y computacionales del lenguaje natural demandan mecanismos no-jerárquicos, paralelos, distribuidos e interactivos para explicar la complejidad de las estructuras lingüísticas. En este artículo, presentamos un modelo para dar cuenta de la interacción entre los distintos componentes de la gramática. El mecanismo formal que introducimos está basado en los *sistemas de gramáticas*, una teoría formal consolidada y activa en el ámbito de la teoría de lenguajes formales. Los sistemas de gramáticas presentan la abstracción que ha facilitado la aplicación de la teoría clásica de lenguajes formales a numerosas disciplinas, entre ellas la lingüística. Además, este nuevo modelo presenta muchas ventajas con respecto a los modelos clásicos, ventajas que resultan muy útiles en la descripción y procesamiento de lenguaje natural. Nociones como modularidad, cooperación, distribución, paralelismo, interacción, etc. están en la base de estos sistemas y constituyen una ventaja real en sus posibles aplicaciones.

El formalismo que introducimos se presenta como una teoría modular en la que las distintas dimensiones de la representación lingüística se ordenan en un modelo paralelo y distribuido donde el lenguaje es el resultado de la interacción de módulos independientes y cooperativos. Por lo tanto, los sistemas de gramáticas que presentamos proporcionan un modelo útil de acuerdo con los requisitos impuestos por la mayoría de los sistemas formales/computacionales del lenguaje y permiten dar cuenta, desde un punto de vista formal, de las interfaces entre los distintos componentes centrales de la gramática.

## 2. INTERFACES LINGÜÍSTICAS

La concepción modular del lenguaje y la noción de *nivel lingüístico* han hecho que tradicionalmente los lingüistas se especialicen en un “módulo” particular del lenguaje natural – la sintaxis, la morfología, la fonología, etc–, olvidando la necesidad de ocuparse de la interacción entre los distintos componentes que conforman la gramática de una lengua, o lo que es lo mismo, de las *interfaces lingüísticas*.

Central notion in linguistic theory is that of ‘linguistic level’ [...] such as phonemics, morphology, phrase structure [...] essentially a set of descriptive devices that are made available for the construction of grammars (Chomsky 1957: 11).

A language is an enormously involved system, and it is quite obvious that any attempt to present directly the set of grammatical phoneme sequences would lead to a grammar so complex that it would be practically useless. For this reason (among others), linguistic description proceeds in terms of a system of ‘levels of representations’. Instead of stating the phonemic structure of sentences directly, the linguist sets up such ‘higher level’ elements as morphemes, and states separately the morphemic structure of sentences and the phonemic structure of morphemes. It can easily be seen that the joint description of these two levels will be much simpler than a direct description of the phonemic structure of sentences (Chomsky 1957: 18).

La distinción de distintos niveles más o menos autónomos dentro de la gramática de una lengua natural facilita, en ocasiones, el estudio y descripción de cada uno de esos componentes. Ahora bien, como indica Blecua (1982: 14), “el establecimiento de niveles no es más que una ficción metodológica a la que recurre el lingüista para realizar científicamente la descripción de una lengua”. De hecho, como sabemos, muchos fenómenos lingüísticos están a caballo entre dos o más componentes y en muchas ocasiones no resulta fácil establecer los límites entre los distintos módulos que se supone que conforman la gramática de una lengua.

El concepto de *interfaz* implica la *conexión entre dos dominios teóricos distintos* que se ocupan (cada uno de ellos) de fenómenos lingüísticos diferentes. Por interfaz se entiende la *conexión entre distintos módulos de la gramática*.

La idea de interacción entre las diversas dimensiones de la gramática está ampliamente documentada y totalmente aceptada en la literatura lingüística. Fonética, fonología, morfología, sintaxis, semántica y pragmática interactúan para generar lenguaje, dando lugar a diferentes interfaces lingüísticas de las que se han ocupado numerosos lingüistas.

De la interacción entre la morfología y la sintaxis se ocupan, por ejemplo, Baker (1988), Mendikoetxea y Uribe-Etxebarria (1997) o Baerman, Brown y Corbett (2005). A las interfaces entre sintaxis y fonología se refieren, entre otros, Pullum y Zwicky, quienes afirman que “The grammar and pronunciation of a language cannot be fully described in disjoint vocabularies with either description making any reference to the categories employed in the other” (Pullum y Zwicky 1988: 255). De la interacción entre sintaxis y pragmática se ocupan, por ejemplo, Erteschik-Shir (2007), Burkhardt (2005) o Casielles-Suárez (2004). En la interfaz sintaxis-pragmática se encuentran, por ejemplo, fenómenos relacionados con el orden de palabras básico y sus posibles alteraciones o cuestiones que tienen que ver con los problemas de correferencia pronominal.

La interfaz lingüística que, tal vez, más atención ha recibido es la que hace referencia a las relaciones entre sintaxis y semántica, como pone de manifiesto Enç:

The relation between syntax and semantics is a central issue in linguistic theory, and assumptions about this relation hinge on assumptions about the properties of the syntax and the semantics. However, although the nature of this relation is controversial, it remains uncontroversial that there is a relation (Enç 1988: 239).

De esta interacción entre sintaxis y semántica se ocupan muchos lingüistas (Tenny 1994; Van Valin 2005). Algunos ejemplos de Smith (1991) nos pueden ayudar a entender esta necesidad de interacción entre sintaxis y semántica. Consideremos un analizador que tiene que dar cuenta de las siguientes frases:

- (1) *The wealthy can eat soup.*
- (2) *I saw the elderly man and child.*
- (3) *As he unlocked the door with his key the fire engine arrived.*

En (1) el analizador no será capaz de desambiguar *can* hasta haber visto toda la frase. En (2) un analizador no puede decidir si *elderly* modifica solo a *man* o *man and child*. Tampoco puede decidir si el sintagma preposicional de (3) modifica *unlocked* o *arrived*. De estos ejemplos se deriva que muchas frases tienen diferentes análisis, y la sintaxis no es capaz de elegir entre ellos sin la ayuda de la semántica. El que esas ambigüedades no impidan la comunicación sugiere que la semántica interviene pronto en el proceso de comprensión. Algo similar ocurre si consideramos ambigüedades semánticas. Todo lo dicho sugiere que hay que postular una *interacción* entre sintaxis y semántica, ambos módulos tienen que cooperar de alguna manera entre ellos. Lo mismo cabe decir, evidentemente, para otras dimensiones de la gramática.

### 3. SISTEMAS DE GRAMÁTICAS

Los sistemas de gramáticas constituyen una teoría formal consolidada y activa en el ámbito de la teoría de lenguajes formales. Los sistemas de gramáticas se definen como modelos sintácticos para describir sistemas multi-agente a un nivel simbólico, poniendo así de manifiesto su relación con la inteligencia artificial. Nociones como distribución, cooperación, sincronización, paralelismo, comunicación, etc., muy utilizadas en inteligencia artificial, ciencia cognitiva, psicología, ciencias de la computación y otros campos afines provocaron la aparición de la teoría de sistemas de gramáticas que se presenta, precisamente, como un modelo gramatical en el que las nociones anteriormente citadas pueden ser definidas y analizadas.

¿Qué es un sistema de gramáticas? A grandes rasgos, un sistema de gramáticas es un conjunto de gramáticas que funcionan juntas, de acuerdo con un protocolo especificado, para generar un lenguaje. Mientras que en la teoría clásica de lenguajes formales cada gramática (o autómata) funciona individualmente para generar (o reconocer) un lenguaje, aquí tenemos varias gramáticas funcionando juntas para producir un único lenguaje.

Se distinguen dos clases básicas de sistemas de gramáticas:

1. *Sistemas de Gramáticas Distribuidas en Cooperación* (CDGS) que funcionan secuencialmente. Un sistema de gramáticas distribuidas en cooperación consta de diversas gramáticas con una forma sentencial común que funcionan secuencialmente, es decir, en cada momento está activa una única gramática, las demás permanecen inactivas. Problemas como la activación y desactivación de una gramática dada vienen determinados por el llamado “protocolo de cooperación”. El conjunto de cadenas terminales generadas de esta manera es el lenguaje generado por el sistema. El modelo básico de CDGS presenta secuencialidad en su funcionamiento y homogeneidad en el protocolo de cooperación. Se han propuesto diversas variantes. Algunas introducen algún tipo de paralelismo en su funcionamiento (equipos). Otras cambian la homogeneidad inicial por una heterogeneidad en los modos de cooperación (sistemas híbridos). El modelo básico ha sido también extendido mediante la adición de mecanismos de control. Para más información sobre estas variantes el lector puede consultar Csuhaaj-Varjú *et al.* (1994) o Dassow, Păun y Rozenberg (1997).

2. *Sistemas de Gramáticas Comunicadas en Paralelo* (PCGS) que funcionan en paralelo. Un sistema de gramáticas comunicadas en paralelo consta también de un conjunto de gramáticas, pero en este caso el funcionamiento no es secuencial, sino en paralelo. Cada gramática tiene su propia forma sentencial y en cada unidad de tiempo (un reloj divide el tiempo en unidades, de una manera uniforme para todos los componentes) cada componente utiliza una regla que reescribe su propia forma sentencial. Lo que da lugar al sistema es, en este caso, la comunicación entre las distintas gramáticas. Dicha comunicación es posible gracias a la utilización de “símbolos de llamada” que comunican unas gramáticas con otras. Uno de los componentes del sistema se distingue de los demás y recibe el nombre de *master*. El lenguaje generado por el *master*, con o sin comunicación, es el lenguaje del sistema.

A estos dos tipos básicos de sistemas de gramáticas se han añadido numerosas variantes motivadas por distintas áreas científicas (inteligencia artificial, vida artificial, computación molecular, robótica, procesamiento del lenguaje natural, etc.)

La investigación en sistemas de gramáticas se ha centrado fundamentalmente en el estudio matemático del modelo. Desde el año 1988, en el que la teoría se introdujo por primera vez, los sistemas de gramáticas han sido ampliamente investigados y en la actualidad constituyen una teoría formal bien desarrollada. Prueba de tan intensa investigación teórica son más de 200 artículos publicados, una monografía sobre el tema y un capítulo en el *Handbook of Formal Languages* editado por G. Rozenberg y A. Salomaa y publicado por Springer (Rozenberg y Salomaa 1997). Contrastando con tan intensa investigación en el plano teórico, las aplicaciones de la teoría han sido escasamente analizadas.

Los sistemas de gramáticas, siendo una rama de la teoría de lenguajes formales, presentan la abstracción que ha facilitado la aplicación de la teoría clásica de lenguajes formales a numerosas disciplinas. Además, este nuevo modelo presenta muchas ventajas con respecto a los modelos clásicos de la teoría de lenguajes formales, ventajas que resultan muy útiles en la descripción y procesamiento de lenguaje natural. Nociones como modularidad, cooperación, distribución, paralelismo, interacción, comportamiento emergente, etc. están en la base de este modelo y constituyen una ventaja real en sus posibles aplicaciones. Todos estos rasgos son de gran importancia en lingüística, ciencias de la computación, ciencia cognitiva... y han ayudado a simplificar tareas como la del procesamiento del lenguaje natural.

#### 4. SISTEMAS DE GRAMÁTICAS LINGÜÍSTICOS

En la gramática de una lengua natural podemos reconocer un determinado número de módulos que interactúan de manera no simple. La generación/reconocimiento del lenguaje natural necesita, por tanto, módulos cooperativos. En general, los modelos formales y computacionales del lenguaje natural demandan mecanismos no-jerárquicos, paralelos, distribuidos e interactivos para explicar la complejidad de las estructuras lingüísticas. Los sistemas de gramáticas ofrecen un modelo paralelo y distribuido donde el lenguaje es el resultado de la interacción de módulos independientes y cooperativos. Por tanto, la teoría de sistemas de gramáticas nos proporciona las herramientas necesarias para proponer un modelo formal que resuelve problemas lingüísticos en general y, en concreto, el problema de las interfaces entre los distintos módulos de la gramática.

La definición básica de los sistemas de gramáticas resulta demasiado simple para dar cuenta de la complicada estructura de los componentes de la gramática. Por este motivo, hemos definido un modelo alternativo que, combinando propiedades de diversas variantes de sistemas de gramáticas, puede resultar adecuado para describir la arquitectura de la gramática.

Partiendo de la idea de que toda expresión en lenguaje natural puede ser analizada desde varias dimensiones, cada una de las cuales proporcionará una estructura diferente de la frase de acuerdo con su propia perspectiva (sintaxis, semántica, fonología...), hemos introducido los *Sistemas de Gramáticas Lingüísticos*. Esta nueva variante se presenta como un mecanismo con dos importantes cualidades: (1) *modularidad* en su estructura; y (2) *paralelismo* en su funcionamiento. Estos dos rasgos hacen de este nuevo tipo de sistemas de gramáticas un modelo formal adecuado para dar cuenta de la arquitectura de la gramática de las lenguas naturales. Muchos son los rasgos característicos de los sistemas de gramáticas que han demostrado ser importantes en modelos gramaticales conocidos (modularidad, paralelismo, interacción...) y que nos llevan a defender la adecuación de este mecanismo en la descripción del funcionamiento de los distintos módulos que supuestamente interactúan en la generación de lenguaje natural. Los sistemas de gramáticas lingüísticos se proponen:

1. *Reconstruir la gramática* de las lenguas naturales mediante un modelo de lenguajes formales.
2. *Formular un modelo* capaz de generar y/o reconocer las estructuras del lenguaje natural.
3. *Definir una formalización* del lenguaje que sea implementable.

4. *Ofrecer un método de manipulación lingüística* que sea útil para el procesamiento del lenguaje natural.

Diversos autores (*cf.* Sadock 1991; Jackendoff 1997) coinciden en señalar que gran parte de la investigación lingüística llevada a cabo en la segunda mitad del siglo XX ha estado condicionada por una serie de objetivos, asunciones y herramientas metodológicas introducidas a finales de los años cincuenta. Muchas de esas ideas han resultado estar poco justificadas o incluso se han revelado como totalmente innecesarias. Algunos ejemplos de las ideas que han guiado gran parte de los estudios lingüísticos son los siguientes:

- *Sintactocentrismo*: “The fundamental generative component of the computational system is the syntactic component; the phonological and the semantic components are ‘interpretative’” (Jackendoff 1997: 15).

- *Organización jerárquica*: “The organizational dimensions of language are ‘levels’ obtainable from one another in a certain fixed order, depriving them of any genuine autonomy” (Sadock 1991: 5).

- *Derivacionalismo*: “The computational system takes representations of a given form and modifies them. That is the computational system performs derivations, rather than, for example, imposing multiple simultaneous constraints” (Jackendoff 1997: 12). “Grammars make use of rules that apply to full representations of expressions and produce from them distinct representations” (Sadock ms.).

Muchas de las ideas que acabamos de exponer han sido dejadas de lado en teorías gramaticales no directamente relacionadas con la tradición generativista. Ejemplos de esas teorías son la GPSG (Gazdar *et al.* 1985), la gramática de Montague (Partee 1976), la gramática categorial (Buszkowski, Marciszewski y Van Benthem 1988), la HPSG (Pollard y Sag 1994), la LFG (Bresnan 2001), la *word grammar* (Hudson 1984), la *role and reference grammar* (Van Valin 1993), la sintaxis autoléxica (Sadock 1991) y el modelo de Jackendoff (Jackendoff 1997).

Los sistemas de gramáticas lingüísticas se proponen evitar los rasgos anteriores, presentando un modelo en el que destacan características como las siguientes:

1. *Modularidad*: Por modularidad entendemos la coexistencia de componentes autónomos en un sistema. Un sistema es, por tanto, considerado modular siempre que esté formado por diversos componentes independientes (aunque interactivos) que posean su propio vocabulario, reglas, etc.

2. *Distribución y cooperación*: Tenemos distribución y cooperación siempre que una tarea compleja sea distribuida entre un conjunto de módulos o procesadores que trabajen juntos de acuerdo con un protocolo bien especificado.

3. *Paralelismo e interacción*: En un sistema de componentes autónomos, hay paralelismo si todos los componentes del sistema trabajan de forma simultánea, en paralelo. Los modelos paralelos se oponen a los modelos en serie, secuenciales o jerárquicos en los que las diferentes representaciones son vistas como diversos niveles obtenibles unos a partir de otros en un orden fijo. En los modelos jerárquicos, los módulos que se encuentran en los niveles más bajos no pueden empezar a trabajar hasta que los módulos superiores les pasan sus representaciones, o lo que es lo mismo, un componente no empieza a funcionar hasta que el componente anterior ha acabado su tarea. En contraste con esto, en un modelo paralelo e interactivo, los diversos componentes del sistema pueden realizar sus tareas sin estar sujetos a una estructura serial y jerárquica.

Los sistemas de gramáticas lingüísticas ofrecen, así, una herramienta general y modular en la que propiedades como la modularidad, el paralelismo, la interacción, la coordinación y la distribución pueden ser fácilmente defendidas. Hemos pretendido mantener los sistemas de gramáticas lingüísticas libres de teorías particulares, ya que nuestra intención ha sido mostrar cuáles son los rasgos indispensables en cualquier modelo que intente dar cuenta de la gramática de las lenguas naturales. Hemos querido aislar los rasgos necesarios con independencia de cuál sea la maquinaria que uno elija para escribir las gramáticas. Nuestro interés se centra, por tanto, en la *interacción de los módulos* y en el diseño general del sistema, más que en una descripción detallada de cada uno de los módulos.

Para definir los sistemas de gramáticas lingüísticas hemos seleccionado todas aquellas propiedades de los sistemas de gramáticas que consideramos adecuadas para dar cuenta de las

lenguas naturales. Si consideramos las siguientes ideas propuestas por Sadock (1991: 19) entenderemos la estructura propuesta para los sistemas de gramáticas lingüísticas:

- La gramática de una lengua natural está formada por un conjunto de módulos.
- Cada uno de esos módulos es una gramática para un nivel independiente de la representación lingüística.
- Esos módulos no están jerárquicamente relacionados los unos con los otros.
- Un módulo no necesita esperar el *output* de otro módulo para realizar su tarea, sino que tiene el poder de generar (analizar) un conjunto infinito de representaciones de manera independiente, sin tener en cuenta lo que sucede en otros componentes.
- Cada componente es un sistema autosuficiente, con su conjunto independiente de reglas, principios y vocabulario básico.
- El lexicón juega un papel especial, transmodular en esta teoría.

Para captar cada uno de los rasgos que acabamos de enumerar, hemos definido un sistema de gramáticas lingüístico como un PCGS en el que:

- tenemos diferentes módulos que representan los distintos niveles de representación lingüística;
- los módulos que trabajan en paralelo y, por lo tanto, no están jerárquicamente relacionados;
- consideramos un conjunto independiente de reglas y principios así como un vocabulario básico independiente para cada módulo;
- tenemos un módulo especial, transmodular: el *master*.

El lector interesado en la definición formal de los sistemas de gramáticas lingüísticas puede consultar Jiménez-López (2006).

##### 5. APROXIMACIÓN FORMAL A LAS INTERFACES: SISTEMAS DE GRAMÁTICAS LINGÜÍSTICOS

De acuerdo con lo dicho en el apartado anterior, en un sistema de gramáticas lingüístico lo que tenemos es un conjunto de módulos que:

- trabajan de forma independiente y en paralelo;
- tienen diferentes reglas, alfabetos y producen diferentes estructuras;
- interactúan a través de pasos de comunicación, intercambiando información que puede facilitar sus tareas;
- cuando obtienen una cadena terminal se la envían al *master*, quien coordina el trabajo de los módulos y proporciona el lenguaje del sistema.

Al final obtenemos un lenguaje único, una expresión en lenguaje natural que, por supuesto, combina las distintas dimensiones en las que se estructura la gramática de las lenguas naturales. Cada una de esas dimensiones está presente en el lenguaje final obtenido gracias a la cooperación de distintos módulos y a la coordinación del *master*.

Teniendo en cuenta la idea de interacción y habiendo definido módulos independientes con diferentes alfabetos y diferentes reglas, es necesario que encontremos una herramienta en sistemas de gramáticas para establecer la interacción entre módulos.

Las interfaces lingüísticas son un problema en modelos lingüísticos jerárquicos y secuenciales. No suponen problema en modelos que proponen las siguientes características:

- *Paralelismo e interacción*. En un sistema de componentes autónomos hay paralelismo si todos los componentes trabajan de forma simultánea, en paralelo. Se oponen a los modelos secuenciales.

- *Distribución y cooperación*. Siempre que una tarea compleja sea distribuida entre un conjunto de módulos que trabajan juntos de acuerdo con un protocolo bien especificado.

Los sistemas de gramáticas lingüísticas proporcionan una arquitectura general para el lenguaje natural que evita la estructura jerárquica y la secuencialidad y que presenta rasgos esenciales como la modularidad, el paralelismo, la interacción y la coordinación. Estas características, unidas a la simplicidad del sistema, nos permiten dividir la gramática en varios componentes independientes, simplificando así el trabajo de cada módulo, que resuelve problemas parciales y, por tanto, más simples. Esta arquitectura permite, además, que los

módulos trabajen simultáneamente sin esperar el *output* de otros módulos, evitando de esta manera el problema de los modelos jerárquicos y seriales.

¿Cómo resuelve nuestro mecanismo formal el problema de las interfaces lingüísticas? Básicamente, son dos las herramientas que en un sistema de gramáticas lingüístico permiten dar cuenta de las interfaces lingüísticas:

1. Por un lado, la *interacción entre los distintos módulos* que conforman la gramática.
2. Por otro lado, el trabajo realizado por el *master*.

La *interacción entre los distintos componentes* del sistema de gramáticas lingüístico tiene lugar gracias a las siguientes características:

- El proceso de derivación combina *reescritura* y *comunicación*. La *reescritura* da cuenta de la generación de la representación asociada con cada componente del sistema. Esto significa que cada módulo del sistema *reescribe* su propia cadena de acuerdo con su conjunto específico de reglas y su modo de derivación, sin tener en cuenta lo que ocurre en otros módulos. La *comunicación* da cuenta de la interacción entre los módulos. Dicha comunicación es posible gracias a la utilización de “símbolos de llamada” que comunican unas gramáticas con otras.

- Distinguimos dos tipos de comunicación: “*request*” y “*command*”. Creemos que es interesante combinar los dos tipos de comunicación en los sistemas de gramáticas lingüísticos. Postulando los dos tipos de comunicación, los componentes podrán por un lado pedir información a otros componentes en caso de necesitarla (comunicación *by request*), y, por otro lado, mandar información a otros módulos si consideran que la cadena que contienen se adapta a los requisitos de esos módulos (comunicación *by command*). Supongamos, por ejemplo, que el módulo sintáctico necesita información semántica para resolver una posible ambigüedad que aparece en la derivación sintáctica. En esa situación, la sintaxis introduce un símbolo de llamada pidiendo ayuda al componente semántico: esto sería comunicación *by request*. Supongamos ahora que el módulo semántico ha acabado su derivación, entonces puede enviar su cadena al *master*: esto es comunicación *by command*.

- Permitimos la comunicación de *cadena* o *subcadena*. En lo que se refiere a qué elementos pueden ser intercambiados en los pasos de comunicación, definimos dos posibilidades: un módulo puede enviar o bien *toda la cadena* o bien una *subcadena*. Nótese que permitiendo la comunicación de subcadenas intentamos dar cuenta del hecho que no toda la información presente en un módulo es necesaria o interesante para otro. Por ejemplo, supongamos que la fonología necesita información sintáctica para llevar a cabo su derivación. La información que necesita no es toda la cadena del módulo sintáctico, sino una parte específica. Necesitará solo información sobre el orden de palabras, por ejemplo.

- Presentamos un *sistema no-centralizado* en el que cualquier componente de la gramática puede usar reglas de interrogación, esto es, introducir “símbolos de llamada” para interactuar con otros módulos.

El *master* realiza una labor fundamental para garantizar la interacción entre módulos, y por tanto, para dar cuenta de las interfaces lingüísticas. El *master* coordina (relaciona) el trabajo de los distintos módulos y proporciona el lenguaje del sistema: la oración. Nos ofrece, por tanto, la posibilidad de obtener un lenguaje único generado por diversos módulos. El *master* es un meta-módulo cuya tarea consiste en coordinar las cadenas generadas por los módulos del sistema para proporcionar el lenguaje del sistema. La tarea del *master* consiste en reescribir (lexicalizar) aquello que los módulos del sistema han generado como cadenas terminales aceptables. Este meta-módulo da cuenta, por tanto, de la interacción necesaria entre todos los componentes de la gramática.

## 6. SISTEMAS DE GRAMÁTICAS LINGÜÍSTICOS: UN EJEMPLO DE SU FUNCIONAMIENTO

De acuerdo con el modelo formal que hemos propuesto, cualquier expresión del lenguaje natural puede considerarse como el lenguaje final generado por un sistema de gramáticas cuyos módulos representan las distintas dimensiones en las que se puede dividir la gramática de las lenguas naturales. El funcionamiento de este sistema para generar una estructura del lenguaje aceptable se puede describir como sigue.

Consideremos que nuestro sistema de gramáticas lingüístico está formado por los siguientes componentes, cada uno de ellos con sus propias reglas y alfabetos:

1. Un CDGS sintáctico: unidades como N, V, A, P, SN o SV y reglas sintácticas.
2. Un CDGS semántico: unidades como objetos físicos, eventos, propiedades, tiempo, cantidad, intenciones... y reglas semánticas.
3. Un CDGS fonológico: unidades como rasgos distintivos, sílabas, palabras, acento, tono, entonación... y reglas fonológicas.
4. El *master* (lexicón): palabras y reglas para coordinar las estructuras generadas por los tres módulos anteriores.

El sistema de gramáticas lingüístico empieza a funcionar en el momento en que cada uno de los módulos empieza su proceso de derivación:

- En el módulo sintáctico, diversas gramáticas, cada una de ellas responsable de un nivel sintáctico diferente (por ejemplo, estructura de frase, dependencias, concordancia, caso), cooperan secuencialmente para producir una estructura sintáctica bien formada.

- En el módulo semántico, diversas gramáticas (por ejemplo, una responsable de las relaciones función-argumento, otra de las relaciones entre variables...) cooperan secuencialmente para producir una estructura semántica bien formada.

- En el módulo fonológico, donde un componente puede ser el responsable de la estructura de sílaba, otro de la asignación de acento, etc., tiene lugar la generación de una estructura fonológica bien formada.

- Mientras que esos tres módulos trabajan independientemente, nada sucede en el *master* ya que este módulo no contiene ninguna información: tiene que esperar las cadenas generadas por los tres módulos anteriores.

Los procesos de derivación en el sistema de gramáticas lingüístico tienen lugar en paralelo y de forma independiente. Esto es, cada módulo del sistema genera su estructura de acuerdo con sus reglas y primitivos, sin esperar los *outputs* de otros módulos

De acuerdo con el esquema anterior, tenemos tres módulos trabajando en paralelo y el *master* esperando. Ahora bien, como hemos dicho anteriormente, no es realista pensar que no exista interacción alguna entre esos tres módulos. De hecho, cada uno de estos módulos necesitará información de los otros para resolver posibles dificultades y ambigüedades en sus derivaciones:

- Supongamos que el módulo fonológico necesita información sobre el orden de palabras para continuar su derivación. ¿Qué ocurre en ese momento? El módulo fonológico introduce un símbolo de llamada que hace referencia al módulo sintáctico, al que pide la subcadena de la cadena sintáctica que dé cuenta del orden de palabras. Cuando el módulo fonológico introduce esa petición, el proceso de reescritura se detiene, y se realiza la comunicación: el módulo sintáctico envía al módulo fonológico la cadena que este último le ha pedido. Una vez completado el proceso de comunicación, los distintos módulos continúan su trabajo donde lo habían dejado.

- Los procesos de reescritura continúan y ahora es el módulo sintáctico el que requiere información del módulo semántico. La sintaxis introduce un símbolo de llamada con renombramiento. Supongamos que en ese estadio de la derivación, el módulo semántico contiene la cadena [Agente Tema Locativo] y supongamos que el sistema de gramáticas lingüístico contiene los siguientes códigos débiles (1)  $h_j(\text{Agente}) = \text{SN}$ , (2)  $h_j(\text{Tema}) = \text{SN}$ , (3)  $h_j(\text{Locativo}) = \text{SP}$ . Dado que el módulo sintáctico ha pedido la cadena semántica con traducción antes de la comunicación, consideraremos que la cadena que se le enviará al módulo sintáctico es algo así como [SN SN SP]. Esto es, recibirá la cadena semántica traducida con los códigos débiles del sistema.

Puesto que el sistema de gramáticas lingüístico trabaja de manera *no-retornante*, consideramos que los módulos siempre envían copias de sus cadenas, de tal manera que no necesitan empezar desde el principio cada vez que se produce un paso de comunicación.

Los procesos de derivación continúan en cada uno de esos tres módulos mediante la alternancia de reescritura y comunicación hasta que llegan a obtener cadenas terminales. Cada una de esas cadenas será considerada terminal desde el punto de vista del módulo respectivo. Esto es, el primer módulo obtendrá una cadena sintáctica; el segundo, una cadena semántica; y



el tercero, una cadena fonológica. Obtenidas las cadenas terminales, se producirá una comunicación *by command*. Cada módulo enviará su cadena terminal al *master*. Este recibirá una cadena sintáctica, una semántica y una fonológica. Cuando el *master* recibe las cadenas del resto de componentes empieza su trabajo. Teniendo en cuenta sus reglas, intenta combinar las tres estructuras. Su tarea consiste en lexicalizar esas estructuras introduciendo palabras. Si es posible lexicalizar esas estructuras, si son compatibles y pueden ser lexicalizadas utilizando las mismas palabras, entonces diremos que el *master* ha obtenido una cadena terminal y que, por tanto, se ha generado una expresión gramatical del lenguaje.

## 7. CONCLUSIONES

El objetivo general de los sistemas de gramáticas lingüísticas es formular un modelo formal capaz de generar y/o reconocer las estructuras del lenguaje natural y ofrecer un método de manipulación lingüística que sea útil para el procesamiento del lenguaje natural y que pueda ser fácilmente implementado.

Para lograr ese objetivo proponemos un mecanismo general que presenta *modularidad* en su estructura y *paralelismo* en su funcionamiento. Un mecanismo en el que las distintas dimensiones de la representación lingüística se ordenan en un modelo paralelo y distribuido.

Los sistemas de gramáticas lingüísticas se centran en la *interacción entre módulos* y en el *diseño general* de la gramática. En esta arquitectura formal, el lenguaje que obtenemos es el resultado de la *interacción de módulos independientes y cooperativos*.

Parece claro que en la gramática de una lengua natural podemos reconocer un determinado número de módulos que interactúan de manera no simple. Por este motivo, en los últimos años se ha puesto de manifiesto la necesidad de ocuparse no solo de cada uno de esos módulos de forma aislada e independiente, sino también de la interrelación que se da entre ellos. Teniendo en cuenta las características de los sistemas de gramáticas lingüísticas y la importancia que se da, en este modelo, a la interacción entre los módulos que componen la gramática de una lengua natural, creemos que la arquitectura modular que hemos introducido en este artículo permite dar cuenta, desde un punto de vista formal, de las *interfaces* entre los distintos componentes centrales de la gramática y, por tanto, proporciona un modelo lingüístico adecuado desde el punto de vista de los requisitos impuestos por los sistemas formales/computacionales del lenguaje.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALTMAN, G. (1987): "Modularity and Interaction in Sentence Processing", J. L. Garfield (ed.), *Modularity in Knowledge Representation and Natural-Language Understanding*, Cambridge: MIT Press, 249-257.
- BAERMAN, M., BROWN, D. y CORBETT, G. C. (2005): *The Syntax-Morphology Interface. A Study of Syncretism*, Cambridge: Cambridge University.
- BAKER, M. C. (1988): "Morphology and Syntax: an Interlocking Independence", M. Everaert, A. Evers, R. Hybregts y M. Trommelent (eds.), *Morphology and Modularity: In Honour of Henk Schultink*, Foris: Publications in Language Sciences 29, 9-32.
- BLECUA, J. M. (1982): *Qué es hablar*, Barcelona: Salvat.
- BRESNAN, J. (2001): *Lexical Functional Syntax*, Oxford: Blackwell.
- BURKHARDT, P. (2005): *The Syntax-Discourse Interface. Representing and Interpreting Dependency*, Amsterdam: John Benjamins.
- BUSZKOWSKI, W., MARCISZEWSKI, W. y VAN BENTHEN, J. (eds.) (1988): *Categorial Grammar*, Amsterdam: John Benjamins.
- CASIELLES-SUÁREZ, E. (2004): *The Syntax-Information Structure Interface. Evidence from Spanish and English*, New York: Routledge.

- CHOMSKY, N. (1957): *Syntactic Structures*, The Hague: Mouton.
- CSUHAI-VARJU, E. *et al.* (1994): *Grammar Systems: A Grammatical Approach to Distribution and Cooperation*, London: Gordon and Breach.
- DASSOW, J., PÄUN, GH. y ROZENBERG, G. (1997): "Grammar Systems", G. Rozenberg y A. Salomaa (eds.), *Handbook of Formal Languages*, Berlin: Springer, vol. 2, 155-213.
- ENÇ, M. (1988): "The Syntax-Semantics Interface", F. Newmeyer (ed.), *Linguistic Theory: Foundations, Linguistics: The Cambridge Survey*, Cambridge: Cambridge University, vol. 1, 239-254.
- ERTESCHIK-SHIR, N. (2007): *Information Structure. The Syntax-Discourse Interface*, New York: Oxford University.
- GAZDAR, G. *et al.* (1985): *Generalized Phrase Structure Grammar*, Oxford: Blackwell.
- HUDSON, R. (1984): *Word Grammar*, Oxford: Blackwell.
- JACKENDOFF, R. (1997): *The Architecture of Language Faculty*, Cambridge: MIT Press.
- JIMÉNEZ-LÓPEZ, M. D. (2006): "A Grammar Systems Approach to Natural Language Grammar", *Linguistics and Philosophy*, 29, 419-454.
- MENDIKOETXEA, A. y URIBE-ETXEBARRIA, M. (eds.) (1997): *Theoretical Issues at the Morphology-Syntax Interface*, Bilbao: Universidad del País Vasco.
- PARTEE, B. (ed.) (1976): *Montague Grammar*, New York: Academic Press.
- POLLARD, C. y SAG, I. (1994): *Head-Driven Phrase Structure Grammar*, Chicago: Chicago University.
- PULLUM, G. K. y ZWICKY, A. (1988): "The Syntax-Phonology Interface", F. Newmeyer (ed.), *Linguistic Theory: Foundations, Linguistics: The Cambridge Survey*, Cambridge: Cambridge University, vol. 1, 255-280.
- RAMCHAND, G. y REISS, CH. (2007): *The Oxford Handbook of Linguistic Interfaces*, Oxford: Oxford University.
- ROZENBERG, G. y SALOMAA, A. (eds.) (1997): *Handbook of Formal Languages*, Berlin: Springer.
- SADOCK, J. M. (1991): *Autolexical Syntax. A Theory of Parallel Grammatical Representations*, Chicago: University of Chicago.
- SADOCK, J. M. (ms.): *Observations on Modular and Nonmodular Grammar*. Publicación electrónica en: [cmcorcor@midway.uchicago.edu](mailto:cmcorcor@midway.uchicago.edu)
- SMITH, G. W. (1991): *Computers and Human Languages*, New York: Oxford University.
- TENNY, C. L. (1994): *Aspectual Roles and the Syntax-Semantics Interface*, Dordrecht: Kluwer Academic.
- VAN VALIN, R. D. (ed.) (1993): *Advances in Role and Reference Grammar*, Amsterdam: John Benjamins.
- VAN VALIN, R. D. (2005): *Exploring the Syntax-Semantics Interface*, Cambridge: Cambridge University.