

¿Qué es la generación de lenguaje natural? Una visión general sobre el proceso de generación

M^a del Socorro Bernardos

Facultad de Informática, UPM
Campus de Montegancedo, s/n
Madrid, 28660
{sbernardos}@fi.upm.es

Resumen

Este artículo es una introducción a la generación de lenguaje natural (GLN) mediante la enumeración y descripción de las principales tareas involucradas en la producción de texto en una lengua humana. Este conjunto de tareas es el resultado de un análisis minucioso de la bibliografía existente al respecto, junto con/a la experiencia de la autora en este campo. Así, se divide el proceso de generación en siete tareas: determinación del contenido del texto, que decide qué información se ha de comunicar; estructuración del texto, que aborda la organización coherente de los distintos elementos informativos; lexicalización del texto, que elige los términos concretos con los que se expresarán los elementos informativos; agregación del texto, que es responsable de las combinaciones entre los elementos informativos y del orden definitivo en el que deben aparecer; generación de las expresiones de referencia del texto, que especifica cómo mencionar cada entidad de manera unívoca; realización gramatical del texto, que transforma las representaciones abstractas de las oraciones del texto en oraciones de una lengua humana concreta; y realización de la presentación del texto, que establece la forma definitiva del texto que se mostrará al usuario. Primero se describen cada una de manera individual y después se especifican las relaciones entre ellas. El objetivo principal es dar una visión general y clara de lo que constituye el núcleo de esta disciplina, la GLN, sobre todo de cara a las personas que se planteen la construcción de este tipo de sistemas, por lo que el enfoque es eminentemente práctico.

Palabras clave: procesamiento de lenguaje natural, generación de lenguaje natural, lexicalización, agregación, realización.

1 Introducción a la GLN

Desde la aparición de la computadora, uno de los temas de interés continuo ha sido su interacción con el ser humano. Parece obvio que esta interacción será más fácil o supondrá menos esfuerzo para las personas, si éstas pueden servirse de su modo habitual de comunicación, que en la mayoría de las ocasiones es el lenguaje natural (LN) –calificado así, en contraposición con el artificial, creado específicamente para algún fin, como programar, justamente, con la computadora–. El Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN) es una disciplina que

trata de manera general este tema, de modo que se puede decir que su cometido es abordar las cuestiones planteadas por los sistemas informáticos que intentan entender o producir una o más lenguas humanas.

Teniendo en cuenta ese cometido, el PLN se puede dividir en dos grandes áreas: la Comprensión de Lenguaje Natural (CLN), que se centra en los sistemas informáticos que entienden texto o voz en una lengua humana, y la Generación de Lenguaje Natural (GLN), que se ocupa de los sistemas informáticos capaces de producir texto o voz en

alguna lengua humana (a partir de una representación computacional de la información). Se puede considerar, por tanto, que la GLN y la CLN son las dos mitades del rompecabezas del PLN y que cualquiera de sus subáreas, tendrá relación al menos con uno de esos dos campos (véase la figura 1). Este artículo se centra en una de esas áreas, la GLN, y, más en concreto, sólo trata aspectos relativos al texto. Por esto último, a partir de ahora cuando se usen las siglas GLN (o CLN) se considerará sólo la generación (o comprensión) de textos en lenguaje natural¹.

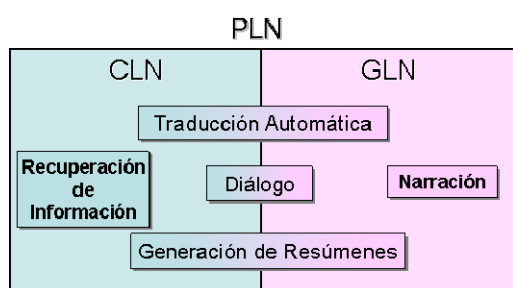


Figura 1. Algunas subáreas del PLN

Aparentemente, la GLN y la CLN supondrían procesos inversos: La GLN determinaría una expresión en LN que satisficiera el objetivo comunicativo del emisor y la CLN establecería las intenciones probables del emisor cuando formuló un texto. Sin embargo, examinándolos más en profundidad se aprecian diferencias importantes en lo que respecta a su tratamiento computacional. Reiter y Dale [2000] explican algunas de ellas: Según ellos, se puede considerar que la CLN conlleva un proceso de *gestión de hipótesis*: dada una entrada (un texto), se ha de determinar cuál de sus posibles interpretaciones es la adecuada, mientras que la GLN tiene asociado un proceso de *elección*: dados los distintos recursos disponibles para lograr el objetivo deseado mediante un texto, se ha de decidir cuál de ellos se debe usar y cómo. Además, muchas de las tareas de la GLN, como puede ser el establecer qué información se debe comunicar en un texto, no tienen una analogía clara en la CLN. Incluso tareas que parecen similares requieren algoritmos sustancialmente diferentes para la GLN y la CLN. Por ejemplo, aunque ambas

tareas pueden basarse en el mismo modelo teórico del pronombre, los algoritmos usados por los sistemas de CLN para interpretar los pronombres tienen muy pocas semejanzas con los algoritmos usados por la GLN para producirlos.

Otra diferencia importante entre la GLN y la CLN radica en que cuando se trabaja en GLN suele ser aceptable tener un modo de decir algo –Es más, como señalan Oberlander y Brew [2000], en determinados contextos se podrían aceptar resultados de GLN cuya calidad no alcanzara los estándares humanos; por ejemplo, los usuarios que intentan reservar billetes podrían preferir tener un diálogo eficiente aunque “no natural” en lugar de tener que soportar un diálogo educado y más natural generado por una máquina–, mientras que cuando se hace en CLN, se tiene que contar con el hecho de que se pueden usar muchas entradas distintas para expresar la misma cosa. Esto supone, por tanto, que puede haber muchos textos que son equivalentes en lo que concierne a un sistema de CLN, pero distintos en lo que respecta a un sistema de GLN.

Finalmente, es importante señalar que aunque el interés en la GLN se ha incrementado considerablemente en los dos últimos decenios, la mayor parte de la investigación en el PLN se lleva a cabo en el contexto de la CLN². Quizá la razón más importante de esta situación es que desde un punto de vista práctico existe una gran abundancia de material textual con el que pueden trabajar los investigadores y desarrolladores, y cuyo valor podría ser mayor gracias a la CLN, mientras que en lo que respecta a la GLN, no está tan claro cuál es el material de trabajo más adecuado, y, como consecuencia, es más difícil apreciar cuáles podrían ser los beneficios de esa investigación.

Lo visto hasta ahora ha servido para situar la GLN dentro del PLN y con ello ya se ha podido establecer una noción general sobre las principales características del proceso de generación. El resto del artículo servirá para completarla. Para ello se ha optado por dividir ese proceso de generación en distintas tareas, que se emplearán para describirlo lo más precisamente posible. Por limitaciones de espacio no se entra en detalles sobre otros aspectos

¹Aunque se podrían utilizar términos alternativos como los de generación de texto (GT) y comprensión de texto (CT), su uso está poco extendido.

² De hecho, los libros sobre PLN en general, apenas incluyen un capítulo –si lo hacen– sobre la GLN. Es más, en muchas ocasiones se habla del PLN identificándolo con la CLN.

de la GLN que también pueden interesar al lector³. Entre las muchas cosas que no se tratan más allá de lo incluido en esta introducción, cabe mencionar las siguientes:

- Historia de la investigación en el campo de la GLN. Se puede considerar que lo que se conoce como GLN comenzó a mediados del siglo XX en el contexto de la traducción automática (los inicios del PLN), pero hasta la década de 1970 no se tiene en cuenta que no hay que ocuparse sólo de las correspondencias entre el contenido predeterminado de una oración y una realización de superficie de ese contenido. Y no es hasta la década de los años 1980 en la que verdaderamente se empieza a distinguir la GLN como tal. Durante la década de 1990 se produjo un crecimiento considerable, con muchas más comunicaciones, tesis doctorales, congresos y aplicaciones de investigación, y con la aparición de los primeros sistemas de GLN aplicados al mundo real. En la actualidad, la mayoría de los problemas que plantea la GLN están enunciados, pero no resueltos. Además, la GLN sigue siendo una labor cara y “artesanal”. La mayoría de los sistemas se construyen a medida y apenas se reutilizan recursos, por lo que generalmente cada proyecto de GLN implica partir prácticamente de cero.
- Aplicaciones de la GLN. Desde una perspectiva práctica, la GLN ofrece técnicas que se pueden aplicar para construir sistemas capaces de producir textos aceptables a partir de diversas fuentes. La GLN se usa para automatizar parcialmente las tareas de creación de documentos rutinarios, y para eliminar mucha de la carga monótona asociada a tales tareas [Power *et al.*, 1995; Lavoie *et al.*, 1996]. También se utiliza para presentar y explicar información compleja (por ejemplo, incluida en una base de datos [Milosavjevic y Dale, 1996] o en una ontología [Aguado *et al.*, 1998]) cuando el usuario no tiene la experiencia, la formación o el tiempo requerido para comprender los datos en bruto. Asimismo se emplea en otro tipo de sistemas, como la generación de informes meteorológicos [Goldberg *et al.*, 1994; Reiter *et al.*, 2005], la producción de cartas de respuesta a clientes [Coch, 1996] o la descripción de rutas [Dale *et al.*, 2003]. Finalmente, algunos sistemas experimentales

han explorado otros usos de la GLN, generalmente ligados a la producción de textos *creativos* (por ejemplo, cuentos [Callaway y Lester, 2001], chistes [Binstead y Ritchie, 1997], poesía [Manurung *et al.*, 2000]), o *afectivos* (por ejemplo, para aconsejar [Carenini, 2000]).

- Consideraciones teóricas, ya sea relacionadas con teorías (lingüísticas) aplicadas en la GLN, como derivadas de la propia investigación en GLN. No obstante, en algunos lugares se darán algunos apuntes sobre posibles soluciones con fuerte base teórica. De cualquier modo, conviene tener presente que la parte práctica está más desarrollada que la teórica, y que la definición de una base teórica para la GLN todavía requiere un trabajo considerable.

Volviendo a lo que se ha mencionado unos párrafos más arriba, en las secciones siguientes se establecen de manera explícita las tareas involucradas en el proceso de GLN y cuál es la relación entre unas y otras. El objetivo principal es dar una visión general de lo que constituye el núcleo de esta disciplina desde una perspectiva predominantemente práctica, orientada a dejar claros los principales aspectos del proceso de generación a aquellas personas interesadas en abordar la construcción de este tipo de sistemas. Por eso, en la descripción de cada tarea también se dan unas ligeras indicaciones de las distintas soluciones que se pueden aplicar para que un sistema de GLN pueda llevarla a cabo. Nuevamente, por motivos de espacio sólo se mencionan los enfoques y alternativas más relevantes y no se profundiza en sus características.

2 Las tareas de un sistema de GLN

Como ya se ha dicho, el cometido de un sistema de GLN consiste en usar representaciones computacionales como base para construir expresiones inteligibles en lenguaje natural de manera que se satisfaga un objetivo (u objetivos) comunicativo dado [Bateman, 1998]. Como es obvio, no basta con esta simple descripción para determinar qué funcionalidad ha de satisfacer un sistema real de este tipo, sino que es necesario detallarla más, para lo que se va a especificar qué tareas se han de acometer durante ese proceso de transformación (véase la figura 2).

³ En [Reiter y Dale, 2000] y [Bernardos, 2003] el lector interesado puede encontrar una información muy buena y apuntes a referencias



Figura 2. Esquema del proceso de generación

Aunque dentro de la comunidad desarrolladora e investigadora de GLN hay un cierto consenso sobre la funcionalidad lingüística general de un sistema de GLN, existen distintas clasificaciones. Quizás la más comúnmente aceptada sea la de Reiter y Dale [1997], depurada por ellos mismos posteriormente en [Reiter y Dale, 2000]. Distinguen las siguientes siete categorías:

- **Determinación del contenido.** Qué información se debe comunicar en el documento de salida.
- **Estructuración del documento.** Cómo se deben agrupar los elementos de contenido en un documento y cómo se deben relacionar esos elementos en términos retóricos.
- **Lexicalización.** Qué palabras específicas (u otros recursos lingüísticos como construcciones sintácticas concretas) se deben usar para expresar el contenido seleccionado.
- **Generación de expresiones de referencia.** Qué expresiones se deben emplear para referirse a las entidades.
- **Agregación.** Cómo se deben hacer corresponder las estructuras creadas con estructuras lingüísticas del tipo de las oraciones y los párrafos.
- **Realización lingüística.** Cómo convertir las representaciones abstractas de las oraciones en texto real.
- **Realización de la estructura**⁴. Cómo convertir estructuras abstractas, como párrafos y secciones, en símbolos marcados comprensibles por el componente de presentación del documento.

⁴ Esta última fue añadida en el año 2000. Hasta entonces, la realización lingüística y la de estructura estaban englobadas en lo que llamaban realización de superficie.

Una clasificación que difiere en parte de la que se acaba de enunciar, y que también constituye un estudio exhaustivo representativo, es la propuesta por Cahill y Reape [1999] en el proyecto RAGS [RAGS, 2000] para establecer una arquitectura de referencia para los sistemas de GLN [Mellish *et al.*, 2006], que describen las tareas de la siguiente manera:

- **Lexicalización.** Significa elegir palabras concretas de contenido que aparecerán en el texto final de salida.
- **Agregación.** Se considera la agregación como el proceso de unir varios elementos de información, que están separados en otro nivel.
- **Estructuración retórica.** Determina las relaciones retóricas entre elementos de información. Implica conceptos como “elaboración”, “contraste”, etc., y determina cómo relaciona la estructura del texto los elementos de información.
- **Generación de expresiones de referencia.** Uno de los componentes clave de la mayoría de los sistemas de generación es el que decide cómo referirse a conceptos o entidades. Esta labor se relaciona con la lexicalización, pero también se puede hacer en un nivel superior, determinando, por ejemplo, que un pronombre es adecuado en un caso concreto, sin determinar qué pronombre se usa.
- **Ordenamiento.** El ordenamiento lineal de elementos de información se puede determinar en un nivel bastante alto, pero es igualmente posible determinar el orden de las oraciones en una etapa bastante tardía del proceso de generación. Cuando sea adecuado, se distinguirá entre ordenamiento **interoracional** e **intraoracional**.
- **Segmentación.** Implica dividir la información o el texto en oraciones y párrafos. Parece que hay un equilibrio entre la agregación y la segmentación. La agregación une elementos de información y la segmentación los separa. Es decir, si se comienza con una representación compleja y grande de la información que se ha de expresar, se necesita un proceso de segmentación para obtener las oraciones en cuestión. Sin embargo, si se comienza con un conjunto grande de trozos pequeños de información, se requerirá un proceso de agregación para unirlos en oraciones.

- **Centramiento/saliencia/tema.** Mediante “centramiento” se hace referencia a la noción de centros con “enfoque hacia delante” y “enfoque hacia atrás” de la teoría de Grosz y Sidner [1986], que afectan a la pronominalización. Al igual que el centramiento, la saliencia/tema se aplica a la conectividad de las oraciones de un texto. El *tópico* de una oración se relaciona con el *tema* del texto en conjunto, y esta relación determina la *saliencia*.⁵

Se puede observar que muchas de estas categorías se pueden asimilar a las de Reiter y Dale [2000]: En algunos casos la equiparación es casi total, como en la lexicalización, la agregación y la generación de expresiones de referencia. La estructuración retórica y parte del ordenamiento interoracional corresponderían a la estructuración del documento, y el ordenamiento intraoracional y parte del interoracional se relacionarían con la agregación.

Según la definición proporcionada por Cahill y Reape, no parece que el centramiento, la saliencia y el tema se puedan considerar tareas como tales, sino que son aspectos tratados en distintas teorías lingüísticas que se pueden aplicar en diferentes tareas (por ejemplo, en la estructuración del documento, en la agregación, en la lexicalización y en la generación de expresiones de referencia). Cabe destacar que las tareas de determinación del contenido y de realización no aparecen en la lista de Cahill y Reape, ni hablan de algo similar. De lo visto hasta ahora y con las explicaciones que se dan más adelante, parece obvio que son aspectos imprescindibles para poder obtener el texto final de salida. La cuestión puede radicar en su consideración o no como tareas propias del proceso de generación. Al contrario, una categoría para la que no hay una correspondencia en la lista de Reiter y Dale es la de segmentación. Esta tarea puede tener sentido porque si, como se ha visto, no consideran la determinación del contenido como parte del proceso de generación, el sistema se puede encontrar con elementos informativos no adecuados.

Finalmente, existen algunos temas para los que no está clara la categoría en la que se pueden encuadrar: por ejemplo, Reiter y Dale dudan si las decisiones sobre la formación de párrafos son aspectos de la estructuración del documento o de la agregación. Tampoco es obvio si existe realmente

⁵ Aunque resulte poco aclaratoria, esta es la explicación que dan en la documentación del proyecto.

una línea de separación entre algunas tareas: por ejemplo, para como Foster [1999], la lexicalización y la generación de expresiones de referencia forman parte de una única tarea que llama elección léxica.

Partiendo de la clasificación de Reiter y Dale [2000], y teniendo en cuenta otros trabajos como los de Bangalore y Rambow [2000], Bateman [1997], Cahill y Reape [1999], Cheng y Mellish [1997], Dalianis [1996], Not [1996], Shaw [1998], Teich [1999] y Theune [2000], por mencionar algunos, aquí se propone considerar que el proceso de GLN es el resultado de la realización de los siguientes subprocesos o tareas:

- **Determinación del contenido del texto.** Decide qué información comunicar en el texto de salida.
- **Estructuración del texto.** Determina las relaciones retóricas existentes entre los elementos informativos y establece un orden general entre estos últimos.
- **Lexicalización del texto.** Elige los elementos léxicos que se usarán para expresar la información especificada.
- **Agregación del texto.** Establece las combinaciones que se han de realizar entre los elementos informativos para dar lugar a oraciones y, por tanto, completa el orden en el que se deben expresar.
- **Generación de las expresiones de referencia del texto.** Especifica cómo mencionar cada entidad de manera que no se produzca ambigüedad.
- **Realización gramatical del texto.** Precisa la transformación de las representaciones abstractas de las oraciones del texto en oraciones gramaticalmente correctas.
- **Realización de la presentación del texto.** Obtiene la expresión definitiva del texto, la que se proporcionará o mostrará al usuario.

Aunque el número de tareas coincide con el de Reiter y Dale [2000], se han introducido matices en las descripciones de cada una y se han cambiado algunos nombres, para adecuarlos mejor a la labor correspondiente a cada una y evitar ligarlas a una arquitectura concreta. En este sentido, en este artículo se utilizará, por ejemplo, la expresión ‘elemento informativo’ para hacer referencia a las distintas partes del contenido que se ha de comunicar. Se evitan, así, términos muy empleados

como ‘mensaje’, que tienen una connotación especial en cierto tipo de arquitecturas, como la de Reiter y Dale [2000].

2.1 Determinación del contenido del texto

La determinación del contenido es el nombre que se da al proceso de decidir y obtener la información que se debe comunicar en un texto.

Aunque hay investigadores, como Evans *et al.* [2002]⁶, que no consideran que ésta sea una tarea del proceso de GLN, indudablemente se trata de un problema que hay que resolver, sea tratado como parte del sistema de GLN o no. La única excepción se puede presentar en aquellos sistemas en los que el usuario da una especificación explícita de la información que se debe comunicar (por ejemplo, DRAFTER [Paris *et al.*, 1995] o SAUT [Biller *et al.*, 2005]). En este artículo se ha decidido incluir esta tarea como parte del proceso de generación de texto en general y no pensar que el contenido del texto es siempre una entrada al sistema de GLN, como implicaría el caso contrario. La razón es que está íntimamente relacionada con otras tareas de generación, como la estructuración y la generación de expresiones de referencia, y para llevarla a cabo puede ser necesario tener en cuenta aspectos lingüísticos, por ejemplo, para decidir qué información proporcionar sobre una entidad para que se pueda identificar claramente, sin ambigüedad.

En algunos casos el proceso de determinación del contenido podrá utilizar los datos tal y como se los proporciona la fuente de información, pero en otros, tendrá que procesarlos de algún modo para poder emplearlos posteriormente. Reiter y Dale [2000] identifican tres operaciones que suelen estar implicadas en la determinación del contenido: seleccionar, resumir y razonar con los datos. La *selección* consiste en la elección de un subconjunto de la información disponible para comunicárselo al usuario. Por ejemplo, el sistema IDAS [Reiter *et al.*, 1995] tiene reglas para responder a una consulta sobre las partes de una entidad específica que le indican que debe comunicar el valor del atributo “parte-de” de los objetos. El *resumen* es necesario

⁶ Se trata de un artículo posterior al de Cahill y Reape [1999] en el que participa Cahill y donde se descarta la determinación del contenido como parte de la GLN porque desde su punto de vista no realiza operaciones lingüísticas.

cuando los datos de la fuente de información son demasiado detallados para comunicarlos directamente o si la información interesante o importante es una abstracción o generalización de los datos en lugar de los datos en sí. Por ejemplo, el texto producido por el sistema de información meteorológica FoG [Goldberg *et al.*, 1994] está guiado por su longitud⁷. Esto significa que en días calmados donde no hay mucho que contar se mencionan incluso las variaciones pequeñas en los datos meteorológicos, mientras que en días con mal tiempo cuando hay muchos elementos importantes que comunicar, esas variaciones no se incluyen. La selección y el resumen de datos son casos especiales de un proceso más general: el *razonamiento* con los datos. Son posibles otros tipos de razonamiento. Por ejemplo, cuando el sistema STOP [Reiter *et al.*, 1999] produce una carta para un fumador que ha intentado dejar de fumar antes, normalmente incluye un mensaje que intenta animar al receptor indicando que mucha gente que ha dejado de fumar lo ha intentado varias veces antes. A medida que estos tipos de razonamiento se hacen más sofisticados y específicos del dominio, los procesos de determinación del contenido se asemejan más a los de un sistema experto y puede convenir verlos y tratarlos como tales.

La cuestión de qué información se debe incluir en un texto y las circunstancias en las que se debe incluir dependen mucho de la aplicación. Algunos de los factores de los que depende la elección del contenido son los siguientes:

- *Objetivos comunicativos.* Por ejemplo, la información para describir cómo se ha dado un tipo de fenómeno concreto, será distinta de la requerida para intentar convencer de que ese fenómeno es bueno para el usuario.
- *Características del usuario.* Por ejemplo, alguien considerado novato en el dominio puede necesitar más información explicativa que alguien considerado experto. La elección se puede hacer automáticamente (por ejemplo, EPICURE [Dale, 1990] o FoG [Goldberg *et al.*, 1994]) o dando al usuario control explícito sobre el proceso de personalización (por ejemplo, ModelExplainer [Lavoie *et al.*, 1996]).
- *Contexto.* Por ejemplo, si ya se ha hablado de una entidad, puede no ser necesario volver a obtener la misma información sobre ella.

⁷ Las predicciones marinas canadienses hechas por un ser humano suelen expresar unos cuarenta elementos, que es la medida que usa como guía de longitud.

- *Requisitos del sistema.* Por ejemplo, puede ser necesario que el texto quepa en un espacio dado, por lo que no se pueda incluir todo lo que se desee en un principio, como se ha visto en alguno de los sistemas mencionados anteriormente.

Por último, conviene señalar un aspecto muy importante que, aunque queda fuera del ámbito de la GLN como tal, es fundamental. Esta tarea sólo podrá llevarse a cabo con éxito si se dispone de una fuente de información adecuada, tanto en contenido –es decir, con la información necesaria–, como en estructura –es decir, que se pueda acceder fácilmente a esa información–. Sin ella, todas las consideraciones vistas hasta ahora no tienen sentido.

Como se acaba de exponer, la determinación del contenido es una tarea muy dependiente de la aplicación, y esto hace que en la práctica se prefieran enfoques *ad hoc* frente a otros más generales⁸, como el *reconocimiento de plan* de Allen y Perrault [1980], para llevarla a cabo. En algunos proyectos se han aplicado técnicas de ingeniería del conocimiento, como el razonamiento basado en casos [Reiter *et al.*, 1997], pero todavía no hay unos principios asentados que permitan discernir cuáles de estas técnicas son adecuadas para la GLN y cuándo se deben aplicar. Además, desde principios de siglo, se están empezando a emplear técnicas estadísticas –muy comunes en CLN, pero poco utilizadas hasta hace poco en GLN–, en conjunción con aprendizaje automático [Duboi y MCKeown, 2003].

2.2 Estructuración del texto

La tarea de estructuración del texto consiste en organizar los elementos informativos que se han de comunicar de forma que resulte un texto coherente y no una mera recopilación de elementos ordenados al azar. Esta tarea determina las relaciones retóricas que se dan entre los elementos o grupos de elementos para indicar cómo están relacionados en

⁸ *La GLN se puede abordar desde una perspectiva general, siguiendo enfoques de generación profunda, o desde un punto de vista específico del problema en cuestión, empleando entonces técnicas de generación superficial. En principio, cuanto más superficial –es decir, dependiente del dominio– sea el tratamiento, más fácil será el procesamiento que ha de hacer el sistema, pero menos capaz será éste de enfrentarse a fenómenos lingüísticos complejos y a nuevos tipos de textos.*

el discurso los fragmentos del texto (por ejemplo, contraste, elaboración, ...).

También es posible añadir otras relaciones entre los componentes del texto. Por ejemplo, para especificar cómo están agrupados conceptualmente los elementos informativos. Así, se pueden unir según el tema que tratan, de modo que en un párrafo esté toda la información sobre un tema y en el siguiente toda la relativa a otro; o se puede tener un primer párrafo con información general, seguido de otro que detalle algún elemento del primero. Conviene señalar que la comprensión sobre estos aspectos, relacionados básicamente con la formación de párrafos, es todavía muy limitada dentro de la GLN, por lo que en este artículo, no da una respuesta definitiva con respecto al tema de la creación de los párrafos.

Para Foster [1999] la estructuración del documento también puede implicar eliminar algunos elementos informativos iniciales del contenido final, pero aquí se considera de otra manera. Si hay que eliminar algo, quizá se deba a que alguna de las tareas, probablemente, la determinación del contenido, no se ha realizado de forma adecuada o a que sea necesario mejorar la interacción entre ellas. Conviene no confundir o identificar la tarea en sí, con un módulo de la arquitectura del sistema en cuestión que la lleva a cabo.

Potencialmente, el mismo conjunto de elementos informativos puede estructurarse de muchas maneras, dependiendo de la aplicación concreta. Si se pretende que los textos que se generen sean semántica y estructuralmente ricos y reflejen una cierta calidad, se han de establecer y aplicar criterios para elegir entre las variantes. Para esto se puede elegir la forma de estructuración siguiendo básicamente los mismos criterios que dirigen la tarea de determinación del contenido:

- *Objetivos comunicativos.* Por ejemplo, la estructura para describir cómo se ha dado un tipo de fenómeno concreto, será distinta de la requerida para comparar ese fenómeno con otro.
- *Características del usuario.* Por ejemplo, un usuario puede preferir la información de forma esquemática, mientras que otro puede desear un texto más elaborado. Un usuario con poco tiempo o impaciente puede que normalmente solo lea el primer párrafo o las primeras líneas del texto, por lo que en la estructuración se

procurará que en ellos se mencionen los principales asuntos.

- *Contexto.* Por ejemplo, el cambiar la forma de organización que se ha estado siguiendo, puede confundir al usuario.
- *Requisitos del sistema.* Por ejemplo, se puede requerir una estructura especial para señalar primero los datos que tengan valores que se salgan de lo normal.

La organización coherente de los elementos informativos, con el nombre de estructuración u otro, ha recibido mucha atención dentro de la comunidad de GLN, lo que ha dado lugar a múltiples métodos y técnicas. Siguiendo la terminología de Marcu [1997b], los enfoques de estructuración se clasifican en dos grupos: enfoques de arriba abajo, en los que se elige la estructura que se quiere lograr y ésta se va descomponiendo hasta el nivel de los elementos informativos, y enfoques de abajo arriba, donde se parte de los elementos informativos para combinarlos hasta obtener una representación de la estructura del texto.

Hasta finales de la década de 1990 se emplearon básicamente técnicas de arriba abajo, como los esquemas [McKeown, 1985] y la planificación [Appelt, 1985a; Hovy, 1993; Moore y Paris, 1993; Yang *et al.*, 1994], que en la mayoría de las ocasiones combinaban la estructuración con la tarea de determinación del contenido, ya que en ellas se decide primero la organización más adecuada, que luego se ha de rellenar con la información correspondiente. En la última década se han planteado también técnicas de abajo arriba [Marcu, 1997], para las que previamente se ha de haber realizado la determinación del contenido, ya que son los datos los que determinan la estructura final.

Los enfoques de arriba abajo, especialmente los esquemas, dan lugar a sistemas más rápidos que los de abajo arriba. Sin embargo, con los enfoques de abajo arriba es más fácil satisfacer varios objetivos comunicativos y es posible forzar la comunicación de unos datos dados. Los esquemas constituyen la opción con un procesamiento más sencillo, pero mezclan la estructuración con otras tareas, como la agregación, y proporcionan menos flexibilidad que la planificación y los enfoques de abajo arriba. Por otro lado, estos dos últimos requieren recursos complejos y difíciles de construir. Como ocurre en el resto de tareas, siempre que las características del sistema lo permitan, lo más aconsejable es utilizar

las técnicas más sencillas, que suelen corresponder a enfoques más superficiales.

Independientemente del enfoque seguido, existen teorías con base lingüística bien asentadas, como la RST (o teoría de la estructuración retórica) [Mann y Thompson, 1988] y la teoría de Grosz y Sidner [1986], que son muy útiles para diseñar cómo llevar a cabo la tarea de estructuración. Además, dado que generalmente se emplea un árbol como representación de la estructura del texto, los algoritmos de búsqueda (por ejemplo, [Mellish *et al.*, 1998]) también tienen importancia en esta tarea. El principal problema para aplicarlos es determinar la forma de evaluar la calidad de una solución posible.

Generalmente con la estructuración inicial del texto no se determina el orden definitivo de las oraciones del texto sino que se verá modificado posteriormente, aunque dependiendo de la aplicación tendrá lugar en distintos módulos, y estará asociado de distintas maneras al resto de las tareas. Las propuestas para hacerlo (por ejemplo, [Scott y de Souza, 1990], [Marcu, 1996], [Bouayad-Agha *et al.*, 2000] y [Kibble y Power, 2000]) plantean distintos principios que guían la toma de decisiones de modo que se contravenga lo mínimo posible la organización determinada por la estructuración del texto y se mantenga la máxima cohesión.

2.3 Lexicalización del texto

Mediante el término lexicalización se hace referencia a cómo se expresa un significado conceptual concreto, descrito en términos de un modelo del dominio, usando los elementos léxicos disponibles en la lengua de la que se trate. Es decir, consiste en determinar los elementos léxicos que se necesitan para expresar los elementos informativos especificados. El tratamiento morfológico no está incluido en esta tarea.

La mayoría de los autores (por ejemplo, Cahill [1999], Bangalore y Rambow [2000] Reiter y Dale [2000], entre otros) sólo tratan la conversión del contenido seleccionado, pero no de otros elementos como las relaciones del discurso. Un análisis minucioso lleva a pensar que esto se debe a que normalmente son procesos separados que se llevan a cabo en distintos módulos. Sin embargo, en este artículo se considera lexicalización tanto la determinación de palabras de contenido –que

expresan significado, generalmente mediante sustantivos, verbos, adjetivos y adverbios—, como de función —que expresan una relación gramatical, generalmente mediante preposiciones, conjunciones y verbos auxiliares—. Cuando el desarrollador tome las oportunas decisiones de diseño, decidirá cómo llevar a cabo la lexicalización y cómo distribuir todos los temas que involucra.

Como en el caso de las demás tareas, la complejidad de la lexicalización depende de la sofisticación del sistema de GLN. Se suele distinguir entre “lexicalización (sencilla)”, cuando la correspondencia entre los elementos del texto y los términos concretos de la lengua es única o viene dada por algún otro proceso (por ejemplo, en el sistema GIST [Power *et al.*, 1995]); y “elección léxica”, cuando hay que optar entre varias posibilidades (por ejemplo, mediante métodos estocásticos [Bangalore y Rambow, 2000]). Hay incluso ocasiones en las que ni siquiera hay lexicalización como tal (por ejemplo, en ModelExplainer [Lavoie *et al.*, 1996]), ya que todas las palabras están completamente determinadas por la entrada.

Por otro lado, los elementos léxicos pueden estar asociados a más de un lexema, palabra o frase. Por ejemplo, en sistemas multilingües el elemento léxico puede servir para hacer referencia a una palabra en cada lengua del sistema; también se pueden tener elementos léxicos que estén relacionados con palabras de una misma lengua que sean sinónimas dentro del dominio de la aplicación. En estos casos, la lexicalización incluirá una subtarea final para establecer el término concreto, independientemente de que el proceso corresponda a una lexicalización sencilla o a una elección léxica.

En los casos de elección léxica, ésta no sólo está restringida por el conocimiento conceptual específico del dominio, sino que se han de considerar varios factores, entre los que se pueden señalar los siguientes:

- *Objetivos comunicativos.* Por ejemplo, la expresión explícita de una lista de elementos puede ser poco fluida y probablemente se debe evitar; sin embargo, puede resultar adecuada si se tiene como objetivo pragmático enfatizar.
- *Características del usuario.* Por ejemplo, es necesario tener en cuenta si el usuario puede malinterpretar o no comprender los términos elegidos. Así, para distintos usuarios puede ser adecuada una lexicalización diferente. De este

modo, algunos términos técnicos que se pueden usar para usuarios expertos, pueden no ser apropiados para novatos.

- *Contexto.* Por ejemplo, un consejo que se suele dar a los escritores es que no deben utilizar siempre las mismas palabras. En el contexto de la GLN, esto sugiere cambiar la lexicalización de un concepto para que no siempre se exprese igual.
- *Requisitos del sistema.* Por ejemplo, no es lo mismo escribir un texto de género científico que uno periodístico.
- *Restricciones léxicas.* Por ejemplo, el estudio de las colocaciones de las palabras en una lengua puede servir para elegir cuál es la más adecuada para que acompañe a otra.
- *Restricciones sintácticas.* Por ejemplo, al elegir los lexemas conviene considerar los patrones que gobiernan la combinación de las palabras, como la estructura temática de los verbos.
- *Consideraciones pragmáticas.* Por ejemplo, puede ser adecuada una lexicalización diferente en circunstancias formales y en coloquiales, como *padre* (formal) y *papá* (coloquial). También es importante tener en cuenta las connotaciones de las palabras, para evitar términos que puedan ofender.

Por último, conviene señalar que muchos sistemas no especifican las relaciones entre los componentes de un texto, mediante conceptos abstractos, sino que introducen las palabras conectoras o los marcadores de discurso (por ejemplo, “pero”, “aunque”, etc.) que los expresan, por lo que también determinan el modo en que se debe lexicalizar la relación.

2.4 Agregación del texto

Uno de los principales problemas para definir la tarea de agregación es que en la comunidad de GLN no existe un acuerdo general sobre su definición y su alcance real. Se pueden considerar dos puntos de vista básicos. En el primero, la agregación se caracteriza sobre todo por ser un proceso que elimina la redundancia, mientras que en el segundo, el énfasis se pone en la combinación de dos o más cosas en una.

Dentro de la primera tendencia están definiciones como la de Dalianis [1996], donde la agregación es «el proceso de eliminar información redundante en

un texto sin (idealmente) perder información», o la de Robin y Favero [2000], para los que la agregación consiste en «agrupar varias unidades de contenido, que comparten varias características semánticas, en una única estructura lingüística, de modo que las características compartidas están separadas al máximo y repetidas al mínimo en el texto generado».

Sin embargo, como hacen notar Cheng y Mellish [1997], la agregación y la eliminación de redundancia son dos fenómenos superpuestos, no equivalentes. Por un lado, la contribución de la agregación a la cohesión de un texto es mucho más que la eliminación de redundancia; por otro lado, existen otros fenómenos, como la anáfora (relacionada con las expresiones de referencia) que también pueden hacer abreviación. Este hecho les lleva a dar la siguiente definición de agregación: «Funcionando como uno, un conjunto de procesos que actúan sobre algunas estructuras intermedias de texto (...), la agregación decide qué partes de las estructuras se pueden combinar para realizarlas como oraciones complejas después para que se pueda generar un texto conciso y cohesionado a la vez que el significado del texto se mantenga casi igual que sin agregación.». Este también es el punto de vista de otros investigadores como Shaw [1998], aunque su definición es más restrictiva, ya que según Cheng y Mellish la agregación incluye la combinación de componentes de un texto en varios niveles: conceptos, palabras, frases, cláusulas, para lograr un texto cohesionado, mientras que Shaw la ve sólo como un proceso de combinación de cláusulas.

Reiter y Dale [2000] tienen el mismo punto de vista que Shaw, pero para ellos la agregación, además de tratar de la construcción de oraciones complejas mediante la combinación de elementos, incluye la especificación del orden en el que se deben expresar esos elementos (y oraciones), quizá situando juntos elementos similares para que se puedan combinar en una oración.

En este artículo se va a tomar la definición más amplia de agregación, es decir, aquella que combina la de Cheng y Mellish, y la de Reiter y Dale. Así, se considera que la agregación trata la combinación de elementos informativos tanto dentro como entre ellos, y el ordenamiento de esos elementos y de las oraciones resultantes con el fin de conseguir un texto lo más fluido y legible posible.

Reiter y Dale [2000] indican que en algunos casos, también puede ser posible que el proceso de agregación cree estructuras como párrafos. Como ya se ha explicado, no se conocen todavía todas las consideraciones involucradas en la formación de estas estructuras. Aquí se considera que es básicamente labor de la estructuración del texto, aunque también pueden intervenir factores de agregación, ya que al fin y al cabo al agrupar elementos en párrafos, actúan factores de combinación, que es con lo que trata la agregación.

Como ya se ha mencionado, la combinación de elementos informativos implica el uso de recursos lingüísticos para construir unidades que comunican varios elementos informativos a la vez. Normalmente, esto supone el uso de los denominados nexos o conectores. Por ejemplo se puede decir:

“El sodio es un alcalino. El potasio es un alcalino.”

Pero dicho así resulta poco natural. La fluidez del texto se puede mejorar si uno se da cuenta de que se pueden combinar estos datos de varias maneras. Así, el mismo contenido se puede expresar también mediante:

- a) “El sodio y el potasio son alcalinos.”
- b) “El sodio es un alcalino y el potasio, también.”
- c) “Tanto el sodio como el potasio son alcalinos.”
- d) “El sodio, al igual que el potasio, es un alcalino.”

Existen distintos mecanismos para hacer agregación y, entre éstos, los más estudiados han sido los que involucran elementos expresados mediante cláusulas u oraciones; por ejemplo, la conjunción simple, la conjunción mediante elementos compartidos y la inclusión. Pero también se puede considerar que hay agregación entre elementos de niveles menores, como los correspondientes a palabras; por ejemplo, la agregación léxica. Este último tipo de agregación requiere de cierto razonamiento de sentido común que no es necesario en los tres anteriores, aunque sí en otro mecanismo de agregación, que en este artículo se ha denominado agregación inferencial.

La *conjunción simple* no supone cambios en el contenido léxico y sintáctico interno de los componentes que se juntan. Precisamente por esto es una forma de agregación que se puede aplicar a elementos informativos cuya representación está muy cercana a la superficie. Un ejemplo de este tipo

de agregación se encuentra en las oraciones b) y c) frente a la a):

- a) El sodio es un alcalino. El flúor es un halógeno.
- b) El sodio es un alcalino y el flúor es un halógeno.⁹
- c) El sodio es un alcalino mientras que el flúor es un halógeno¹⁰.

A diferencia de lo que ocurre en la conjunción simple, en la *conjunción mediante componentes compartidos* sí que se producen modificaciones en los componentes que se combinan. Lo que se busca es que el elemento compartido sólo aparezca una vez en la forma de superficie. Una forma de conseguirlo es mediante la elisión del componente repetido. Por ejemplo: “La densidad se mide en g/cm³.” y “La densidad toma valores entre 0 y 25 g/cm³.”, se pueden unir para generar “La densidad se mide en g/cm³ y toma valores entre 0 y 25 g/cm³.”.

Si los elementos informativos que se agrupan son idénticos excepto por un único componente, se pueden reemplazar por uno que contenga un componente conjuntivo. Por ejemplo, tres elementos informativos que se expresen de forma independiente como “El flúor es un halógeno.”, “El cloro es un halógeno.”, “El bromo es un halógeno.” pueden combinarse para generar “El flúor, el cloro y el bromo son halógenos.”.

En estos casos, el proceso de agregación necesita acceder a una representación de los elementos informativos lo suficientemente abstracta; no basta con conocer los lexemas que se necesitan en la realización de superficie. Así, por ejemplo, las siguientes declaraciones no significan lo mismo necesariamente:

- a) Juan compró un televisor. Pedro compró un televisor.
- b) Juan y Pedro compraron un televisor.

La opción b) sólo sería recomendable si Juan y Pedro compraron el mismo aparato. En otro caso, puede ser más adecuado usar una expresión anafórica como “Juan compró un televisor y Pedro también.” [Reiter y Dale, 2000].

A la hora de clasificar las formas de combinación mediante componentes compartidos, puede resultar

⁹ Para una relación de conjunción.

¹⁰ Para una relación de contraste.

interesante la distinción de Reiter y Dale [2000] entre casos donde los elementos compartidos corresponden a componentes gramaticales completos, como los de los ejemplos anteriores, que llaman *conjunción mediante participantes compartidos*, y casos donde los elementos compartidos corresponden a otros niveles de la estructura gramatical, que denominan *conjunción mediante estructuras compartidas*. Por ejemplo,

- a) Juan es más alto que el resto. Juan es más gordo que el resto.
- b) Juan es más alto y gordo que el resto.

Desde una perspectiva lingüística, la forma más compleja de agregación es la *inclusión*, donde un elemento informativo que se podría haber realizado de forma separada, como una cláusula principal, se realiza mediante un componente subordinado a otro elemento. No hay una relación directa entre la parte incluida y la cláusula que la contiene, sino que la parte incluida sólo está relacionada con un sintagma de la cláusula principal. Un ejemplo de inclusión es el siguiente [Cheng y Mellish, 1997]:

- a) La casa está cerca del puente. La casa es bonita.
- b) La casa cercana al puente es bonita.

Los modificadores pueden ser adjetivos, como en el ejemplo anterior o estructuras más complejas, como una cláusula de relativo. Por ejemplo, “El sodio es un alcalino.” y “El sodio tiene un peso atómico de 227.0482 uma.” pueden expresarse en una oración como “El sodio es un alcalino cuyo peso atómico es 227.0482 uma.”.

Todavía quedan muchos aspectos relativos a las restricciones semánticas de la inclusión sobre los que se necesita seguir investigando. Por ejemplo, es necesario que el predicado realizado mediante la estructura incluida sea de la misma entidad que la cabecera de la estructura incluyente, pero no suficiente. Así, sería poco apropiada la agregación mostrada en b) a partir de a):

- a) Juan es vago. Juan es pianista.
- b) Juan es un pianista vago.

El mecanismo de *agregación léxica* se usa para expresar mediante un elemento el mismo significado que tienen varios otros en conjunto, aunque a veces puede haber cierta pérdida de precisión. El caso más habitual consiste en sustituir un conjunto de palabras o frases por otras, normalmente dentro de la misma cláusula. Por ejemplo, la especificación de

“Reacciona con el flúor, el cloro, el bromo y el yodo.” podría dar lugar a otra que representara a “Reacciona con los halógenos.” Además de requerir realizar alguna inferencia basada en conocimiento de sentido común y del dominio, para poder aplicar la agregación léxica se necesita recurrir a un lexicón con el vocabulario del dominio de la aplicación. Así, aunque se ha incluido dentro de los mecanismos de agregación, está involucrada igualmente en la tarea de lexicalización.

La *agregación inferencial* consiste en la combinación de elementos informativos sin consultar recursos léxicos. Por ejemplo [Shaw, 1998], las especificaciones de “John hirió a Mary.” y “Mary pegó a John.” podrían implicar la de “John y Mary se pelearon.”. Aunque los mecanismos relacionados con el nivel inferencial pueden ser muy útiles en distintas aplicaciones, como las que hacen resúmenes de textos, no se utilizan mucho debido a que es muy difícil definir un conjunto de operadores que permitan hacer las inferencias necesarias para realizar la combinación. Se trata de un tema que supera la tecnología existente en la actualidad, ya que en la mayoría de las ocasiones la inferencia no es una labor sencilla. Además, conviene distinguir entre las inferencias debidas a conocimiento general, de sentido común, y las debidas a conocimiento del dominio, puesto que sólo las primeras tienen posibilidad de ser reutilizables para distintos sistemas¹¹.

Un sistema de GLN debe decidir qué mecanismo de agregación usar, en caso de que considere necesario hacer alguna. En términos generales, existen dos aspectos que suelen estar en conflicto: concisión y simplicidad sintáctica. Por un lado, la agregación es un mecanismo útil para acortar los textos. Por otro lado, la agregación hace que las oraciones sean más complejas sintácticamente hablando. El tipo de agregación adecuado también depende de los siguientes aspectos:

- *Objetivos comunicativos.* Por ejemplo se puede pensar que los textos de acción-condición se pueden comprender más rápidamente si se

¹¹ Aunque las características de esta clase de agregación ya estaban detectadas en la bibliografía, no se había especificado una categoría especial para ella. Aquí se ha decidido considerarla en un grupo separado para distinguirlo, por un lado, del otro tipo de agregación con razonamiento, la agregación léxica, ya que a diferencia de ésta, la agregación referencial no necesita consultar el lexicón, y, por otro lado, de los otros mecanismos que involucran cláusulas.

especifica la acción primero (véase [Dixon, 1982]), o que para evitar malas interpretaciones es mejor poner primero la condición, ya que si la acción está lo primero, el lector puede ejecutarla inmediatamente antes de darse cuenta de que tiene una condición asociada. El orden dependerá en parte de si es más importante minimizar el tiempo de lectura o la tasa de error.

- *Características del usuario.* Por ejemplo, el usuario puede preferir un estilo sencillo, con oraciones simples, frente a otro más elaborado.
- *Contexto.* Por ejemplo, la repetición de una explicación dada puede ser útil para que el texto sea más comprensible.
- *Consideraciones semánticas.* Por ejemplo, parece que la agregación es más aceptable cuando los elementos informativos están relacionados semánticamente.
- *Requisitos del sistema.* Por ejemplo, en casos en que el espacio sea limitado, se favorecerá la concisión.

2.5 Generación de las expresiones de referencia del texto

Se puede hacer referencia a una misma entidad de distintas formas. Así, por ejemplo, un sistema de información química puede referirse a un elemento químico concreto mediante las siguientes expresiones:

- a) el elemento reactivo
- b) el elemento de electronegatividad alta
- c) el otro alcalino
- d) el sodio
- e) ese elemento
- f) él

La generación de expresiones de referencia está relacionada con la forma de producir la descripción de una entidad de modo que el receptor pueda identificar esa entidad en un contexto dado. La descripción que se elija para hacer referencia a una entidad por primera vez (*referencia inicial*) dependerá de la razón por la que se introduce a esa entidad en la conversación, y de la información que se pretende transmitir posteriormente. Si se hace referencia a la entidad después de haber aparecido en el texto (*referencia posterior*), la preocupación es

distinguir el referente pretendido de las otras entidades con las que se podría confundir, pero sin que resulte un texto poco fluido.

Por tanto, mediante la generación de expresiones de referencia se remplazan los nombres simbólicos de las entidades de la fuente de información del dominio por el contenido semántico de expresiones (generalmente, sintagmas nominales) que sean suficientes para que el receptor identifique sin ambigüedad la entidad de la que se está hablando. La cantidad de información que se necesite para ello dependerá del contexto actual del discurso.

De manera un poco más detallada, las expresiones de referencia tienen que cumplir varias propiedades [Not, 1996]:

- Deben permitir la identificación no ambigua de las entidades, suministrando suficiente información para identificar el referente.
- Deben evitar redundancias que podrían entorpecer la fluidez, y tampoco deben dar más información de la necesaria.
- Deben ser sensibles a las necesidades y habilidades del receptor, no hacer uso de propiedades de la entidad que no pueda determinar el receptor, es decir, que no le sean útiles.
- Deben contribuir a la cohesión del texto señalando enlaces semánticos entre partes del texto.
- Deben cumplir los requisitos impuestos de formalidad y educación (el escenario pragmático del discurso).

Las dos primeras propiedades que se acaban de señalar (ambigüedad y redundancia) plantean los problemas más serios para la generación de expresiones de referencia en un sistema de GLN. Por un lado, para evitar ambigüedad, se debe decir lo suficiente para que el receptor distinga el referente de otras entidades con las que se podría confundir. Suponiendo que cada entidad es única en virtud de un conjunto completo de propiedades, se podría asegurar que una descripción no es ambigua si expresa cada propiedad de la entidad en cuestión. Sin embargo, esto produciría descripciones difíciles de manejar en un contexto donde se mantenga mucha cantidad de información sobre cualquier objeto dado, gran parte de la cual puede ser, a menudo, irrelevante en ese momento. Esto lleva a la otra preocupación que se mencionaba: Se debe

evitar la redundancia y la inclusión de información innecesaria en las descripciones. La forma descriptiva mínima que ofrece la mayoría de las lenguas para esto es el pronombre, pero en muchos contextos el uso de pronombres es ambiguo. Así que se necesita abordar dos temas que están en conflicto: se quiere decir lo menos posible para no aburrir al lector, pero se necesita decir todo lo necesario para permitir la identificación del referente.

Si un sistema debe determinar cómo describir una entidad para que se pueda distinguir de otras, debe tener alguna representación del contexto. Hay dos aspectos del contexto que son fuente de *distracción potencial*: el contexto físico inmediato y el discurso precedente [Reiter y Dale, 2000]. La mayor parte del trabajo en GLN ha explorado la generación de expresiones de referencia con respecto a algún contexto de discurso, en lugar de con respecto a un contexto físico, puesto que es más fácil que un sistema computacional tenga acceso para modelar lo primero –por ejemplo, mediante una historia del discurso que almacene lo ya expresado– que lo último. Esto no quiere decir que no se hayan abordado referencias de ese tipo, como la referencia espacial de Funakoshi *et al.* [2004], sobre todo en la mención de colectividades o grupos [Gatt, 2006]

En general, se considera un estilo malo repetir la misma descripción una y otra vez en un mismo texto. Es más, en ocasiones puede llevar a confusión, dado que se puede crear la impresión de que la segunda descripción se refiere a una entidad distinta a la primera [Theune, 2000]. Lo más habitual es comenzar con un nombre propio o una descripción completa para introducir en el discurso una entidad que no ha sido mencionada previamente, y luego continuar con un pronombre o una descripción reducida. Para lo primero se suelen usar sintagmas nominales indefinidos, mientras que los sintagmas nominales definidos se usan para las referencias siguientes. Los sintagmas nominales definidos suelen estar marcados por el uso de determinantes definidos como *el* y *este*. También los nombres propios y los pronombres son subcategorías de los sintagmas nominales definidos. Los sintagmas nominales indefinidos, por otro lado, se caracterizan por el uso de determinantes indefinidos como *un* o *algún*.

Como se puede observar, el contexto es el factor principal a la hora de generar expresiones de referencia, pero, como en el resto de las tareas también es importante contar con otros aspectos, como los siguientes:

- *Objetivos comunicativos.* Por ejemplo, si se pretende explicar el funcionamiento de un artefacto peligroso, puede convenir usar pocas expresiones anafóricas para eliminar cualquier ambigüedad.
- *Características del usuario.* Por ejemplo, si el receptor del texto conoce el tema que se está tratando, podrá identificar las entidades sin necesidad de emplear expresiones definidas muy elaboradas.
- *Requisitos del sistema.* Por ejemplo, la aplicación puede producir documentos que contengan imágenes. Si se desea que éstas no estén aisladas, sino que texto e imágenes se complementen, el texto generado ha de referirse a ellas en algún momento.

El trabajo desarrollado para la generación de expresiones de referencia se ha centrado en el uso de pronombres, nombres propios y sintagmas nominales completos; no se ha abordado en profundidad el uso de otras formas de referencia como los términos deícticos y el uso de expresiones anafóricas.

El mecanismo más empleado para generar referencias no ambiguas es el algoritmo incremental [Dale y Reiter, 1995], o alguna de sus variantes (por ejemplo, [Krahmer *et al.*, 2001]), puesto que, además de dar lugar a expresiones adecuadas, es muy eficiente desde el punto de vista computacional. Precisamente, la ineficiencia computacional llevó a que algoritmos como el de la brevedad completa [Dale, 1989] dejaran de emplearse, aunque posteriormente han surgido técnicas interesantes a partir de él, como la basada en grafos de Krahmer *et al.* [2003]. También es común recurrir a las propuestas teóricas de la teoría del centramiento [Grosz *et al.*, 1995] para identificar las entidades salientes, cosa importante, ya que requieren menos propiedades para identificarlas.

2.6 Realización gramatical del texto

La realización gramatical desempeña su labor en el nivel de la oración, a diferencia del resto de las tareas, que trabajan con una visión del texto completo o partes más o menos amplias de él, o con componentes más pequeños. Al igual que los textos no son secuencias de oraciones ordenadas al azar, las oraciones no son secuencias de palabras ordenadas al azar. Cada lengua está definida, al menos en parte, por un conjunto de reglas

gramaticales que especifican lo que es una oración bien formada en esa lengua. Estas reglas dirigen tanto la morfología, que se ocupa de cómo se forman las palabras, como la sintaxis, que trata de cómo se forman las oraciones. La realización gramatical consiste en aplicar alguna caracterización de estas reglas de la gramática a una representación más o menos abstracta para producir un texto que sea sintáctico y morfológicamente correcto. La complejidad del proceso de realización depende de la distancia entre la forma de superficie y la representación abstracta.

Algunos ejemplos sencillos de los aspectos sintácticos y morfológicos que se han de tener en cuenta durante la realización gramatical son los siguientes:

- *Reglas sobre la formación de grupos verbales:* Parte de esta tarea consiste en construir un grupo verbal adecuado según el tiempo, la forma general (interrogación, orden, etc.), la polaridad (negación, afirmación), etc.
- *Reglas sobre concordancia:* Se ha de conseguir que se cumplan estas reglas mientras construye la oración. Por ejemplo, entre el verbo y el sujeto de la oración, entre el adjetivo y el nombre al que acompaña, etc.
- *Reglas sobre pronominalización sintáctica necesaria:* En algunos casos, las reglas sintácticas requieren que se usen pronombres en las oraciones. Por ejemplo, pronombres reflexivos.
- *Reglas morfológicas:* Por ejemplo, las reglas de formación del plural.

Aunque se ha tratado menos en la bibliografía, también es importante el requisito adicional de que el texto producido debe ser ortográficamente correcto. Por ejemplo, la primera palabra de una oración ha de empezar con mayúscula y se debe poner un signo de puntuación al final.

La complejidad del procesamiento llevado a cabo varía de un sistema a otro, pero todos, exceptuando los basados en plantillas, donde únicamente se han de rellenar huecos en oraciones predefinidas con los términos adecuados, tienen en común que necesitan una descripción codificada de los recursos gramaticales disponibles para la lengua. Así, la forma en la que el sistema lleve a cabo la realización gramatical depende básicamente del enfoque gramatical por el que se opte. Una primera distinción viene de considerar la gramática como un

recurso que se puede utilizar tanto en GLN como en CLN o como uno específico para la GLN. En el primer caso, están las gramáticas bidireccionales (por ejemplo, [Shieber *et al.*, 1990] y [van Noord, 1990]), poco empleadas en la actualidad, debido a las diferencias existentes entre GLN y CLN ya comentadas. Dentro del segundo enfoque existen distintas alternativas [Teich, 1999] dependiendo del nivel de abstracción que manejen, su grado de implicación computacional y lingüística, y si su orientación es estructural o funcional. Un tipo de gramáticas que ha tenido mucho éxito es el funcional (como la gramática sistémico-funcional [Halliday, 1985] o la de unificación funcional [Kay, 1979]), que además de estar dirigida por las funciones, tiene una buena base lingüística y trata con estructuras bastante abstractas. También son muy útiles las gramáticas provenientes de la teoría sentido-texto de Mel'cūk, 1988], que no son funcionales y suelen trabajar con un grado de abstracción menor que aquellas. Con un origen más computacional están propuestas y formalismos –en algunos casos, utilizados también en el enfoque bidireccional– como la gramática de atributos [Knuth, 1968], la HPSG [Pollard y Sag, 1994], la TAG [Joshi, 1987] o el uso de ATNs [Miller, 1984]. En algunas ocasiones se han introducido mecanismos estadísticos (por ejemplo, [Langkilde y Knight, 1998] y [Bangalore *et al.*, 2000b]) para evitar que los desarrolladores tengan que construir esas gramáticas –aplicando a veces aprendizaje automático (por ejemplo, [Raturparkhi, 2000])– o para suplir a las gramáticas en los casos que no alcance su cobertura (por ejemplo, Channaukul *et al.*, 2000]). Como siempre, la elección de una opción u otra dependerá del sistema en cuestión, sobre todo de cómo sean las estructuras abstractas que manejen y produzcan el resto de tareas, y de las soluciones concretas que se empleen para llevar a cabo cada una de esas tareas. También puede influir en la decisión la existencia de herramientas que ayuden en la construcción de la gramática; por ejemplo, KPML [Bateman, 1997], con enfoque sistémico-funcional, o MUG [Reitter, 2004], para gramáticas de unificación.

La realización gramatical es, tal vez junto a la estructuración, la tarea de GLN más estudiada y mejor comprendida. Esto ha permitido construir componentes reutilizables, como KPML¹², FUF/SURGE [Elhadad y Robin, 1996] y RealPro

¹² Como se puede observar, KPML tiene dos funcionalidades: una como herramienta para desarrollar gramáticas y otra como realizadora.

[Lavoie y Rambow, 1997]. Estos tres realizadores se diferencian básicamente en los dos siguientes aspectos: 1) el nivel de abstracción de las estructuras de entrada, y 2) la teoría gramatical concreta del realizador. En lo que respecta a la abstracción de la entrada, cuanto más sencilla sea, más trabajo han de hacer los módulos anteriores a la realización para construir las especificaciones de las oraciones. RealPro es el más sencillo de los tres sistemas, en un segundo nivel de abstracción está la entrada a FUF/SURGE, y, por último, el sistema KPML permite la representación de entrada más abstracta de los tres. En cuanto a la teoría gramatical, RealPro se diferencia de KPML y de FUF/SURGE en que se basa en la teoría sentido-texto en lugar de la funcional como ellos. Conviene señalar que todos estos realizadores son muy potentes, por lo que, dado el esfuerzo requerido para comprenderlos, para aplicaciones sencillas suelen ser más adecuados enfoques menos complejos.

2.7 Realización de la presentación del texto

Como ya se indicó, la generación de un texto (escrito) se completa con la presentación de superficie de ese texto. Este enfoque plasma una distinción entre lo que a veces se llama la estructura lógica y la estructura física¹³. Para expresar un texto, se necesita convertir construcciones lógicas en físicas. Por ejemplo, si un fragmento de texto tiene el estado lógico de ser un párrafo, tipográficamente se puede indicar haciendo una sangría en la primera línea; o si un fragmento de texto es un elemento de una lista, se puede indicar tipográficamente mediante un topo o viñeta. Así, se puede ver el problema de cómo realizar la estructura lógica de un texto como un proceso (normalmente, razonablemente sencillo) de convertir una construcción escrita en un lenguaje de especificación lógico en otra que da el formato al texto de salida. En esta sección se sigue básicamente la descripción de Reiter y Dale [2000], puesto que ellos son los únicos que han tratado este tema de manera explícita y le han dado un nombre.

Un sistema de GLN puede entregar al usuario el contenido lingüístico que se quiere comunicar de muchos modos, por ejemplo, un mensaje

¹³ Bouayad-Agha [2000] añade a estos niveles el de "estructura visual", relacionada con cómo el receptor del mensaje agrupa o separa la información según principios de proximidad y similitud mediante el tamaño, la simetría o la intensidad de la información.

electrónico, un documento con elementos tipográficos, una página web, una emisión radiofónica, etc., muchas veces combinando el LN con imágenes o gráficos. Dada la disponibilidad en la actualidad de sistemas de procesamiento de texto cuyo fin es proporcionar la conversión de estructuras lógicas en dispositivos de presentación, es suficiente que los sistemas de GLN sepan cómo convertir las representaciones lógicas que usan en los tipos de marcas requeridas como entrada de estos sistemas de procesamiento de texto. Así, la realización de la presentación del texto convierte las especificaciones abstractas de las estructuras de los textos en las anotaciones requeridas por el sistema de presentación del documento que se está usando, de manera análoga a la realización gramatical, que convierte especificaciones abstractas de oraciones en oraciones reales. Por ejemplo, si la entrada a un mecanismo de realización de la presentación indicara que un grupo de oraciones forma un párrafo, el mecanismo de realización de la presentación podría convertir esto en los símbolos de marcado adecuados (como <P> en HTML). En otras palabras, se pueden usar sistemas de preparación o procesamiento de texto como LaTeX y Microsoft Word, o exploradores web, como Internet Explorer y Netscape, a modo de postprocesadores que producirán los textos físicos que se necesitan generar con la presentación adecuada.

Cada vez más sistemas de GLN usan esos componentes externos, pero en situaciones en las que el sistema de GLN necesita producir estructuras que no permiten los sistemas de presentación disponibles el propio sistema de GLN debe responsabilizarse también de convertir las especificaciones lógicas en físicas.

Además de tener en cuenta las características del procesador de texto que se vaya a utilizar, en caso de que se opte por ello, existen otros aspectos que conviene considerar:

- *Objetivos comunicativos.* Por ejemplo, si se quiere resaltar el peligro de una acción, se puede emplear texto con un formato especial, que lo distinga del resto.
- *Características del usuario.* Por ejemplo, una persona con problemas de visión puede requerir un tamaño grande de letra.
- *Contexto.* Por ejemplo, si se está continuando una lista, la numeración deberá comenzar por donde se dejó, y no empezar de nuevo.

- *Requisitos del sistema.* Por ejemplo, puede ser necesario que el texto se imprima en papel de un determinado color, lo que desaconsejará el uso de ciertos tonos en el texto.
- *Consideraciones semánticas.* Por ejemplo, para enfatizar algún dato se puede hacer que éste aparezca en cursiva.

De cualquier modo, lo que conviene destacar es que es una buena idea separar la realización de la presentación del resto del sistema, por ejemplo, encapsulándola en un módulo, para que la mayor parte del sistema de GLN trabaje con la estructura lógica del sistema y no se preocupe de los detalles de la interpretación física.

Es interesante señalar, finalmente, que en aquellos casos en los que el usuario del sistema de GLN es una aplicación informática, normalmente no será necesaria la tarea de presentación del texto, o será la propia aplicación la que lleve a cabo la presentación.

3 Relaciones entre las tareas de GLN

Como se puede deducir de lo expuesto en las secciones anteriores, las tareas analizadas no son independientes entre sí, sino que se entremezclan para conseguir generar el texto deseado. En esta sección se plantean de manera general las posibles dependencias entre unas tareas y otras, sobre todo desde un punto de vista práctico, con el fin de ayudar a determinar qué interacciones concretas se han tener en cuenta para la construcción del sistema de GLN en cuestión. Para ello se analiza cada una de las tareas con respecto al resto. La excepción a esto la constituyen las actividades de realización, tanto gramatical como de presentación, puesto que generalmente cuando éstas intervienen en el proceso de generación, ya está especificado todo lo que se quiere expresar y la forma que tiene que adoptar (a falta, quizá, de los elementos léxicos). De este modo, estas tareas se encargan básicamente de expresar, de manera gramaticalmente correcta primero y con la presentación adecuada después, lo que les indican el resto de tareas. Es decir, constituyen el último paso en la producción de un texto.

Determinación del contenido y estructuración

En lo referente a las interacciones entre la determinación del contenido y la estructuración existen dos alternativas claras:

- El proceso de determinación del contenido identifica primero el elemento informativo que se ha de expresar y el proceso de estructuración combina luego estos elementos informativos en un texto coherente.
- El proceso de estructuración comienza con la noción de cómo debe ser la organización del texto y pide a un proceso de determinación del contenido que encuentre la información adecuada para insertarla en esta estructura.

Según Reiter y Dale [2000] se puede ver el primer enfoque como dirigido por los datos y el segundo como dirigido por las hipótesis. Una desventaja de los enfoques dirigidos por los datos es que puede que el proceso de estructuración no consiga crear un texto coherente que incluya toda la información obtenida por el proceso de determinación del contenido. Sin embargo, en un sistema dirigido por los datos se podrían cambiar las reglas de determinación del contenido sin tener que cambiar las reglas de estructuración, cosa que no sería probable que sucediera en un sistema dirigido por las hipótesis.

Mientras que la estructuración de abajo a arriba debe ser dirigida por los datos, es posible construir un sistema de arriba abajo dirigido por las hipótesis. Por ejemplo, el mecanismo de estructuración basado en esquemas puede comenzar después de que el proceso de determinación del contenido haya decidido qué incluir en el texto, pero es más común que la parte de esquemas llame a la de determinación del contenido cada vez que necesita un tipo de información en concreto.

Una tercera posibilidad es combinar ambas técnicas. Se puede partir de un contenido inicial y durante la estructuración pedir más información si es necesario.

Determinación del contenido y agregación

Como se explicó, para poder realizar agregación referencial se necesita conocer aspectos semánticos de la representación sobre la que se opera, es decir, hay que acceder a conocimientos sobre el dominio. Aunque generalmente este tipo de información no

va a formar parte del contenido de los textos, se puede aprovechar el proceso de determinación del contenido para obtener también esos datos del dominio.

Determinación del contenido y lexicalización

En algunos sistemas se puede considerar que la lexicalización se realiza durante la determinación del contenido (o por parte del usuario, si es éste el que suministra el contenido). En ese caso no hay elección léxica: en lugar de utilizar conceptos abstractos para representar los elementos informativos, el proceso de determinación del contenido proporciona explícitamente los elementos léxicos que ha de usar el sistema de GLN.

Determinación del contenido y generación de expresiones de referencia

En el proceso de generación de expresiones de referencia se necesita decidir sobre cuál es el contenido adecuado para el sintagma nominal que hace referencia a una entidad. Es decir, para posibilitar que el receptor identifique la entidad de la que se trata es necesario elegir cuáles de sus propiedades se incluirán en su descripción, labor correspondiente a la determinación del contenido y para la que habrá que tener en cuenta las propiedades de las otras entidades con las que se podría confundir el referente. Para eso se ha de saber en qué momento del discurso general se incluye el nuevo texto y en qué punto concreto del texto está la referencia en cuestión. Por tanto, también se ha de conocer el ordenamiento de los elementos informativos, labor de los procesos de estructuración y de agregación, como se verá en otros puntos de esta sección.

Estructuración y agregación

Cuando se describieron estas tareas ya se explicó la estrecha relación existente entre la estructuración y la agregación, y que existen ciertos aspectos, como el tratamiento de los párrafos, que pueden corresponder a ambas. Según Reiter y Dale [2000], uno de los cometidos del proceso de agregación es intentar distribuir la información presente en dos o más párrafos. La solución más obvia para ellos es determinar la segmentación de párrafos según el tópico y el tamaño. Con respecto al tópico, una regla general de la escritura es que cada párrafo debe

comunicar un único tema, lo que en el contexto de la GLN corresponde a la tarea de estructuración. En cuanto al tamaño de los párrafos, si se determina en términos del número de elementos informativos, se trata de un aspecto correspondiente a la estructuración, pero si el tamaño se calcula según el número de oraciones, éste no se puede determinar hasta que se haya completado el proceso de formación de oraciones, que concierne a la agregación.

Dejando a un lado la discusión sobre los párrafos, es importante tener en cuenta que el trabajo de ordenamiento realizado por el proceso de estructuración determinará los tipos de agregación que se podrán llevar a cabo posteriormente. Si durante la estructuración se ha ordenado completamente el contenido que hay que expresar y no se han tenido en cuenta aspectos de agregación, ésta puede verse muy limitada.

También hay que considerar que los efectos de la agregación no están limitados sólo a las cláusulas concretas que intervienen en ella, sino a la coherencia de todo el texto, que, en gran parte, se mantiene gracias al ordenamiento general de los elementos del texto.

Estructuración y lexicalización

Una de las opciones de la tarea de estructuración es introducir marcadores de discurso que no sólo especifican las relaciones retóricas existentes, sino también el modo en que se debe realizar cada relación; es decir, las relaciones retóricas están definidas mediante los vocablos que las expresan. Por ejemplo, en lugar de usar un término abstracto que indique una relación retórica de contraste, se puede utilizar directamente la conjunción “pero”. Puesto que ya están determinadas las palabras que reflejan las relaciones retóricas, no es necesario un proceso de lexicalización que lo haga.

Estructuración y generación de expresiones de referencia

Como Kibble y Power [2000] defienden, la estructuración debe estar dirigida, en parte, por el objetivo de mantener la continuidad referencial. El hecho de obtener un ordenamiento favorable de las cláusulas –cometido de la estructuración– aumenta las posibilidades de que se empleen los pronombres

sin que se produzca ambigüedad –labor de la generación de expresiones de referencia–.

Lexicalización y agregación

La elección sobre la manera concreta de describir la información –lexicalización– influye en la forma en que esa información se puede combinar con otra para expresarla –agregación–, y viceversa. Así, si antes de la agregación tuviera lugar una elección léxica detallada que no considerara aspectos de agregación, podría limitarse la combinación de ciertas cláusulas.

Por otro lado, si el proceso de agregación sólo combinara cláusulas que satisficieran las restricciones léxicas requeridas, se evitaría que el proceso de lexicalización tuviera que aplicarse a algo que no se pudiera expresar finalmente. Las palabras suelen requerir una estructura sintáctica determinada. Por ejemplo, si se decide utilizar el verbo “tener” para expresar la información de posesión se podría producir una cláusula completa (como en “La electronegatividad *que tiene el sodio ...*”) mientras que si se opta por no usar ningún verbo, podría expresarse lo mismo mediante un sintagma preposicional (como en “La electronegatividad *del sodio ...*”).

Lexicalización y generación de expresiones de referencia

Tanto la generación de expresiones de referencia como la lexicalización están relacionadas con la correspondencia entre elementos abstractos de un lenguaje de representación subyacente y material lingüístico. Sin embargo, la lexicalización se preocupa de la expresión lingüística de esos elementos abstractos, mientras que la generación de expresiones de referencia se encarga de su identificación. Por tanto, antes de lexicalizar, habrá que determinar qué expresión de referencia utilizar. Esto es muy obvio en sistemas multilingües, donde la lengua determinará las palabras concretas que se usen, pero también se puede aplicar a sistemas monolingües, que pueden, por ejemplo, especificar que se necesita un pronombre personal femenino, pero hasta que se ha generado la estructura sintáctica para la realización de superficie no determinan si es “ella” o “la”.

En otro nivel, algunas palabras de función se pueden especificar mediante un generador de expresiones de referencia, que distinga, por ejemplo, entre el

artículo definido “el” y el indefinido ”un”, mientras se deja que las palabras de contenido se especifiquen en una etapa posterior de generación. Como señalan Reiter y Dale [2000], aunque en la práctica la lexicalización y la generación de expresiones de referencia han sido estudiadas por separado, son tareas tan relacionadas, que es muy probable que el sistema de GLN use un algoritmo integrado que lleve a cabo ambas.

Lexicalización y realización gramatical

Existen tres opciones básicas, investigadas por Bangalore y Rambow [2000], para integrar la elección léxica y la realización gramatical: la lexicalización antes de la realización, ambas tareas simultáneamente, y la lexicalización después de la realización. Generalmente durante la realización se combinan los lexemas determinados previamente durante un proceso de lexicalización, pero también son posibles las otras dos opciones. Por ejemplo, muchas palabras de función expresan significado gramatical como tiempo y aspecto y, por tanto, normalmente no se eligen durante un proceso de lexicalización separado, sino durante la realización. Además, algunos de los componentes reutilizables, como KPML, integran la lexicalización con la realización. También están a favor de esta opción seguidores de la teoría sentido-texto, como Polguère [2000].

Finalmente, si se realiza la elección léxica después de la realización, se reduce el conjunto de posibles sinónimos, lo que supone que la lexicalización es más sencilla que si se hace antes, dado que en el primer caso la elección está más restringida.

Agregación y generación de expresiones de referencia

Algunos tipos de agregación afectan a los tipos de expresiones de referencia que se pueden usar para una entidad particular. Por ejemplo, Reiter y Dale [2000] señalan que para el inglés no se puede unir una cláusula de relativo a un pronombre, así que si se toma la decisión de usar una referencia pronominal antes de considerar la agregación, luego se perderá la posibilidad de hacerla.

4 Resumen y conclusiones

Este artículo es una explicación de las características de un sistema de GLN a través de la descripción de las tareas que se llevan a cabo durante el proceso de generación de un texto. La comunidad de GLN no logra un consenso total en cuanto a una serie de tareas básicas involucradas en este proceso, pues se observan algunas diferencias en cuanto a la enumeración, denominación y clasificación de esas tareas. Tras estudiar las distintas alternativas existentes en la bibliografía en cuanto a la totalidad de las tareas y a cada una de ellas en particular, en este artículo se ha considerado un conjunto de siete tareas representativas del proceso de GLN, que aúnan criterios y combinan las distintas propuestas. Estas tareas son: **determinación del contenido del texto**, cuyo cometido es decidir qué información se ha de comunicar y obtenerla; **estructuración del texto**, que trata la organización coherente de los distintos elementos informativos; **lexicalización del texto**, que se encarga de elegir los términos concretos con los que se expresará la información especificada; **agregación del texto**, cuya responsabilidad es la combinación de los elementos informativos y el establecimiento del orden definitivo en el que deben aparecer; **generación de las expresiones de referencia del texto**, que tiene como objetivo mencionar cada entidad de manera unívoca; **realización gramatical del texto**, cuya labor es transformar las representaciones abstractas de las oraciones del texto en oraciones de una lengua humana concreta; y **realización de la presentación del texto**, que se dedica a la expresión definitiva del texto que se mostrará al usuario.

Conviene señalar que a pesar de no poder garantizar que este conjunto de tareas cubra todos los problemas que se han de tratar en la GLN, la autora considera que las tareas que se describen en este trabajo son representativas, en gran parte, de las operaciones involucradas en esta área y pueden proporcionar una descomposición lo suficientemente útil para comprenderla y trabajar en ella.

También es importante tener en cuenta que, aunque en un principio se han tratado por separado, generalmente estas tareas no son independientes entre sí, sino que han de interactuar, a veces de manera bastante compleja, para conseguir generar el texto deseado. No hay acuerdo tampoco en la comunidad de GLN sobre cómo se deben estructurar dentro del sistema de GLN. En cada proyecto habrá

que analizar cuáles de las relaciones existentes entre las distintas tareas son relevantes. Una vez establecidas, se podrá determinar cuál debe ser la arquitectura del sistema, en qué orden debe llevar a cabo las tareas el sistema y cómo se han de intercalar. A este respecto conviene señalar que aunque se hable de cada una de las tareas como un todo, los distintos aspectos involucrados en cada una de ellas no han de situarse obligatoria y necesariamente en un único módulo, sino que se pueden distribuir entre distintos componentes, que, a su vez pueden realizar labores correspondientes a más de una tarea (completa o no). En los sistemas con una arquitectura más sencilla se podrá conseguir establecer una organización tal que permita ordenar los módulos secuencialmente, pero en casos más complejos, la alternativa que se puede presentar es que los componentes necesiten actuar de manera intercalada. Para ayudar en la decisión que se tome en cada caso concreto en este artículo se han estudiado las posibles dependencias entre unas tareas y otras, de modo que a partir de los requisitos del sistema sea más fácil determinar qué interacciones hay que tener en cuenta entre las distintas tareas.

Por último, cabe destacar que dado el actual estado de la GLN, apenas es posible construir sistemas de generación de texto donde cada tarea de generación esté completamente guiada por principios lingüísticos, ya que existen tareas, como la determinación del contenido y la lexicalización para las que, por su naturaleza dependiente del dominio, resulta muy difícil aplicar enfoques generales. Sin embargo, otras tareas, como la realización gramatical, sí permiten emplear una perspectiva de este tipo. En consecuencia, la mayoría de los sistemas de generación se pueden caracterizar como sistemas *híbridos*, en el sentido de que algunas tareas de generación se llevan a cabo siguiendo lo que se conoce como un enfoque profundo (general), mientras que otras tareas se realizan usando uno superficial (más o menos a medida).

5 Referencias

- [Aguado *et al.*, 1998]: G. Aguado, A. Bañón, J. Bateman, S. Bernardos, M. Fernández, A. Gómez, E. Nieto, A. Olalla, R. Plaza, A. Sánchez. "Ontogeneration: Reusing domain and linguistic ontologies for Spanish text generation". *Workshop on Applications of Ontologies and Problem Solving Methods, ECAI'98*. Brighton (Reino Unido), 24-25 agosto 1998.
- [Allen y Perrault, 1980]: J. Allen, C. R. Perrault. "Analyzing intention in utterances". *Artificial Intelligence*, 15(3):143-178, 1980.
- [Appelt, 1985a]: D. Appelt. *Planning natural language utterances*. Cambridge University Press, Cambridge (Reino Unido), 1985.
- [Bangalore *et al.*, 2000]: S. Bangalore, O. Rambow y S. Whittaker. "Evaluation metrics for generation". *Proceedings of the 1st International Conference on Natural Language Generation (INLG 2000)*, 1-13. Mitzpe Ramon (Israel), 12-16 junio 2000.
- [Bangalore y Rambow, 2000]: S. Bangalore y O. Rambow. "Corpus-based lexical choice in natural language generation". *Proceedings of the 38th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (ACL 2000)*, 464-471. Hong-Kong (China), 3-6 octubre 2000.
- [Bateman, 1997]: J.A. Bateman. "Enabling technology for multilingual natural language generation: the KPML development environment". *Journal of Natural Language Engineering*, 3:15-55, 1997.
- [Bateman, 1998]: J. Bateman, "Automated discourse generation". *Encyclopedia of Library and Information Science*, 62:1-54, suplemento 25. Marcel Dekker, Inc, Nueva York (EEUU), 1998.
- [Bernardos, 2003]: S. Bernardos. *Marco metodológico para la construcción de sistemas de generación de lenguaje natural*. Tesis doctoral, Facultad de Informática, Universidad Politécnica de Madrid, 2003.
- [Biller *et al.*, 2005]: O. Biller, M.I Elhadad, Y. Netzer. "Interactive authoring of logical forms for multilingual generation". *Proceedings of the European Workshop on Natural Language Generation (ENLG-05)*, 24-31. Aberdeen (Reino Unido). 8-10 agosto 2005.
- [Binstead y Ritchie, 1997]: K. Binstead y G. Ritchie. "Computational rules for punning riddles". *Humor*, 10:25-76, 1997.
- [Bouayad-Agha *et al.*, 2000]: N. Bouayad-Agha. "Using an abstract rhetorical representation to generate a variety of pragmatically congruent texts". *Companion Volume to the Proceedings of the 38th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (ACL 2000)*, Student

- Research Workshop*, 16-22. Hong-Kong (China), 4-5 octubre 2000.
- [Cahill y Reape, 1999]: L. Cahill y M. Reape. "Component tasks in applied NLG systems". *Technical Report ITRI-99-05*. Information Technology Research Institute, University of Brighton (Reino Unido), 1999.
- [Cahill, 1999]: L. Cahill. "Lexicalisation in applied NLG systems". *Technical Report ITRI-99-04*. Information Technology Research Institute, University of Brighton (Reino Unido), 1999.
- [Callaway y Lester, 2001]: C. Callaway y J. Lester. "Narrative Prose Generation". *Proceedings of the 17th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI 2001)*, 1241-1250. Seattle (EEUU), 4-10 agosto 2001.
- [Carenini, 2000b]: G. Carenini. *Evaluating multimedia interactive arguments in the context of data exploration tasks*. Tesis doctoral, Intelligent Systems Program, University of Pittsburgh (EEUU), 2000.
- [Channarukul et al., 2000]: S. Channarukul, S. W. McRoy y S. S. Ali. "Enriching partially-specified representations for text realization using an attribute grammar". *Proceedings of the 1st International Conference on Natural Language Generation (INLG 2000)*. Mitzpe Ramon (Israel), 12-16 junio 2000.
- [Cheng y Mellish, 1997]: H. Cheng y C. Mellish. "Aggregation based on text structure for descriptive text generation". *Proceedings of the PhD Workshop on Natural Language Generation, 9th European Summer School in Logic, Language and Information (ESSLLI97)*. Aix-en-Provence (Francia), 18-22 agosto 1997.
- [Coch, 1996]: J. Coch. "Evaluating and comparing three text production techniques". *Proceedings of the 16th International Conference on Computational Linguistics (COLING'96)* 249-254. Copenague (Dinamarca), 5-9 agosto 1996.
- [Dale et al., 2003]: R. Dale, S. Geldof y J. Prost. "CORAL: Using natural language generation for navigational assistance". *Proceedings of the Fifth Australasian Computing Education Conference (ACE2003)*, 34-44. Adelaide (Australia), 4-7 febrero 2003,
- [Dale y Reiter, 1995]: R. Dale y E. Reiter. "Computational interpretation of the Gricean maxims in the generation of referring expressions". *Cognitive Science*, 19(2):233-263, 1995.
- [Dale, 1989] R. Dale. "Cooking up referring expressions". *Proceedings of the Twenty-Seventh Annual Meeting of the ACL*, 68-75, Vancouver (Canadá), 1989.
- [Dale, 1990]: R. Dale. "Generating recipes: An overview of EPICURE". *Current research in natural language generation*, R. Dale, C. Mellish y M. Zock (eds.), 229-255, Cognitive Science Series. Academic Press, Londres (Reino Unido), 1990.
- [Dalianis, 1996]: H. Dalianis. "Aggregation as a subtask of text and sentence planning". *Proceedings of the 9th Florida Artificial Intelligence Research Symposium (FLAIRS-96)*, 1-5. Florida (EEUU), 20-22 mayo 1996.
- [Dixon, 1982]: P. Dixon. "Plans and written directions for complex tasks". *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 21:70-84, 1982.
- [Duboi y MCKeown, 2003]: P. A. Duboue y K. R. McKeown. "Statistical acquisition of content selection rules for natural language generation". *Proceedings of the Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP 2003)*, 121-128. Sapporo (Japón), 11-12 julio 2003.
- [Elhadad y Robin, 1996]: M. Elhadad y J. Robin. "An overview of SURGE: A reusable comprehensive syntactic realization component". *Technical Report 96-03*, Dept. of Mathematics and Computer Science, Ben Gurion University, Beer Sheva (Israel), 1996.
- [Evans et al., 2002]: R. Evans, P. Piwek y L.J. Cahill, 2002 "What is NLG?" *Proceedings of INLG 2002*, 144-151. Nueva York (EEUU), 1-3 julio 2002.
- [Foster, 1999]: M. E. Foster. *Automatically generating text to accompany information graphics*. Tesis de máster, Department of Computer Science, University of Toronto (Canadá). 1999.
- [Funakoshi et al., 2004]: K. Funakoshi, S. Watanabe, N. Kuriyama y T. Tokunaga. "Generating referring expressions using perceptual groups". *Proceedings of the 3rd International Conference on Natural Language Generation (INLG-04)*, 51-59. Brockenhurst (Reino Unido), 14-16 julio 2004.

- [Gatt, 2006]: A. Gatt. "Structuring knowledge for reference generation: A clustering algorithm". *Proceedings of the 11th Conference of the European Chapter of the Association for Computational Linguistics (EACL-06)*, 321-328. Trento (Italia), 3-7 abril, 2006.
- [Goldberg *et al.*, 1994]: E. Goldberg, N. Driedger y R. Kittredge. "Using natural-language processing to produce weather forecast". *IEEE Expert*, 9(2):45-53, 1994.
- [Grosz *et al.*, 1995]: B. Grosz, A. Joshi y S. Weinstein. "Centering: A framework for modelling the local coherence of discourse". *Computational Linguistics*, 21(2):203-225, 1995.
- [Grosz y Sidner, 1986]: B. Grosz y C. Sidner. "Attention, intentions, and the structure of discourse". *Computational Linguistics*, 12(3), 175-204, 1986.
- [Halliday, 1985]: M. A. K. Halliday. *An introduction to functional grammar*. Edward Arnold, Londres (Reino Unido), 1985.
- [Hovy, 1993]: E. Hovy. "Automated discourse generation using discourse relations". *Artificial Intelligence*, 63(1-2): 341-385, 1993.
- [Joshi, 1987]: A. K. Joshi. "The relevance of tree adjoining grammar generation". *Natural Language Generation: Natural Language Generation: Recent Advances in Artificial Intelligence, Psychology and Linguistics*, G. Kempen (ed.), 233-252. Kluwer Academic Publishers, Boston/Dordrecht (EEUU/Países Bajos), 1987.
- [Kay, 1979]: M. Kay. "Functional grammar". *Proceedings of the 5th Meeting of the Berkeley Linguistics Society*, 142-158. Berkeley (EEUU), 17-19 febrero 1979.
- [Kibble y Power, 2000]: R. Kibble y R. Power. "An integrated framework for text planning and pronominalisation". *Proceedings of the 1st International Conference on Natural Language Generation (INLG 2000)*, 77-84. Mitzpe Ramon (Israel), 12-16 junio 2000.
- [Knuth, 1968]: D. E. Knuth. "Semantics of context-free languages". *Mathematical Systems Theory*, 2(2):127-145, 1968. Corrección: *Mathematical Systems Theory*, 5(1):95-96, 1971.
- [Krahmer *et al.*, 2001]: E. Krahmer, S. van Erk y A. Verleg. "A meta-algorithm for the generation of referring expressions". *Proceedings of the 8th European Workshop On Natural Language Generation (ENLGW-2001)*. Toulouse (Francia), 6-7 julio 2001.
- [Krahmer *et al.*, 2003]: E. Krahmer, S. van Erk, y A. Verleg. "Graph-based generation of referring expressions". *Computational Linguistics*, 29(1):53-72, 2003.
- [Langkilde y Knight, 1998a]: I. Langkilde y K. Knight. "The practical value of *n*-grams in generation". *Proceedings of the 9th International Natural Language Generation Workshop (INLG'98)*, 248-255. Niagara-on-the-Lake (Canadá), 5-7 agosto 1998.
- [Langkilde y Knight, 1998b]: I. Langkilde y K. Knight. "Generation that exploits corpus-based statistical knowledge". *Proceedings of the 36th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics and 17th International Conference on Computational Linguistics (COLING/ACL'98)*, 704-710. Montreal (Canadá), 10-14 agosto 1998.
- [Lavoie *et al.*, 1996]: B. Lavoie, O. Rambow y E. Reiter. "The ModelExplainer". Demostración presentada en *8th International Workshop on Natural Language Generation (INLG'96)*, 9-12, Herstmonceux (Reino Unido), 13-15 junio 1996.
- [Lavoie y Rambow, 1997]: B. Lavoie y O. Rambow. "A fast a portable realizer for text generation systems". *Proceedings of the 5th Conference on Applied Natural Language Processing (APLN-1997)*, 265-268. Washington, D.C. (EEUU), 31 marzo-3 abril 1997.
- [Mann y Thompson, 1988]: W. C. Mann y S. A. Thompson. "Rhetorical structure theory: towards a functional theory of text organization". *Text*, 8(3), 243-281, 1988.
- [Manurung *et al.*, 2000]: H. M. Manurung, G. Ritchie y H. Thompson. "A flexible integrated architecture for generating poetic texts". *Proceedings of the 4th Symposium on Natural Language Processing (SNLP 2000)*, 7-22. Chiang Mai (Tailandia), 10-12 mayo 2000.
- [Marcu, 1996]: D. Marcu. "Building up rhetorical structure trees". *Proceedings of the Thirteenth National Conference on Artificial Intelligence (AAAI-96)*, 2:069-1074. Portland (EEUU), 4-8 agosto 1996.
- [Marcu, 1997b]: D. Marcu. "From local to global coherence: A bottom-up approach to text planning". *Proceedings of the 14th National*

- Conference on Artificial Intelligence (AAAI-97)*, 629-635. Providence (EEUU), 27-31 julio 1997.
- [McKeown, 1985]: K. McKeown. *Text generation: Using strategies and focus constraints to generate natural language text*. Cambridge University Press, Cambridge (Reino Unido), 1985.
- [Mel'cuk, 1988]: I. Mel'cuk. *Dependency syntax theory and practice*. State University of Nueva York Press, Nueva York (EEUU), 1988.
- [Mellish et al., 1998a]: C. Mellish, M. O'Donnell, J. Oberlander y A. Knott. "An architecture for opportunistic text generation". *Proceedings of the 9th International natural Language Generation Workshop (INLG'98)*, 28-37. Niagara-on-the-Lake (Canadá), 5-7 agosto 1998.
- [Mellish et al., 1998b]: C. Mellish, A. Knott, J. Oberlander y M. O'Donnell. "Experiments using stochastic search for text planning". *Proceedings of the 9th International natural Language Generation Workshop (INLG'98)*, 98-107. Niagara-on-the-Lake (Canadá), 5-7 agosto 1998.
- [Mellish et al., 2006]: C. Mellish, D. Scott, M. Reape, L. Cahill, D. Paiva, R. Evans, y M. Reape. "A reference architecture for natural language generation systems". *Natural Language Engineering* 12 (1):1-34, 2006.
- [Miller, 1984]: P. Miller. *ATTENDING. A critiquing approach to expert computer advice*, Research Notes in Artificial Intelligence. Pitman Publishing, Boston (EEUU), 1984.
- [Milosavljevic y Dale, 1996]: M. Milosavljevic y R. Dale. "Strategies for comparison in encyclopedia descriptions". *Proceedings of the 8th International Workshop on Natural Language Generation (INLG'96)*, 161-170, Herstmonceux (Reino Unido), 13-15 junio 1996.
- [Moore y Paris, 1993]: J. D. Moore y C. L. Paris. "Planning texts for advisory dialogs: Capturing intentional and rhetorical information". *Computational Linguistics*, 19(4):651-694, 1993.
- [Not, 1996]: E. Not. "A computational model for generating referring expressions in a multilingual application domain" *Proceedings of the 16th International Conference on Computational Linguistics (COLING'96)* 2:848-853. Copenague (Dinamarca), 5-9 agosto 1996.
- [Oberlander y Brew, 2000]: J. Oberlander y C. Brew. "Stochastic text generation". *Philosophical Transactions of the Royal Society of Londres, Series A*, 358, 1373-1385, 2000.
- [Paris et al., 1995]: C. Paris, K. Vander Linden, M. Fischer, A. Hartley, L. Pemberton, R. Power y D. Scott. "A support tool for writing multilingual instructions". *Proceedings of the 14th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-95)*, 1398-1404. Montreal (Canadá), 20-25 agosto 1995.
- [Polguère, 2000]: A. Polguère. "A 'Natural' Lexicalization Model for Language Generation". *Proceedings of the Fourth Symposium on Natural Language Processing 2000 (SNLP'2000)*, 37-50. Chiangmai (Tailandia), 10-12 mayo 2000.
- [Pollard y Sag, 1994]: C. Pollard y I. Sag. *Head-driven phrase structure grammar*. CSLI (Center for the Study of Language and Information) Publications and University of Chicago Press, Stanford y Chicago (EEUU), 1994.
- [Power et al., 1995]: R. Power, N. Cavallotto y L. Pemberton. "The GIST specification tool", *LRE Project 062-09, Deliverable PR-3b*, 1995.
- [Power, 1999]: R. Power. "Generating referring expressions with a unification grammar". *Proceedings of the 9th Conference of the European Association for Computational Linguistics (EACL'99)*, 9-14. Bergen (Noruega), 8-2 junio 1999.
- [RAGS, 2000]: Equipo del proyecto RAGS. "Towards a reference architecture for natural language generation systems". *RAGS Technical Report*. Information Technology Research Institute, University of Brighton (Reino Unido). Agosto de 2000. Última revisión: "The RAGS reference manual", 18 marzo 2002.
- [Ratnaparkhi, 2000]: A. Ratnaparkhi. "Trainable methods for surface natural language generation". *Proceedings of the 6th Applied Natural Language Processing Conference and the 1st Meeting of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics (ANLP/NAACL 2000)*, 194-201. Seattle (EEUU), 29 abril-4 mayo 2000.
- [Reiter et al., 1995]: E. Reiter, C. Mellish y J. Levine. "Automatic generation of technical documentation". *Applied Artificial Intelligence*, 9(3):259-287, 1995.
- [Reiter et al., 1997]: E. Reiter, A. Cawsey, L. Osman, Y. Roff. "Knowledge acquisition for

- content selection”, *Proceedings of the 6th European Workshop on Natural Language Generation*, 117-126. Duisberg (Alemania), 14-26 marzo 1997.
- [Reiter *et al.*, 1999]: E. Reiter, R. Robertson y L. Osman. “Types of knowledge required to personalise smoking cessation letters”. *Proceedings of the Joint European Conference on Artificial Intelligence in Medicine and Medical Decision Making (AIMDM’99)*, W. Horn *et al.* (eds), 389-399. Springer-Verlag, Berlín (Alemania), 1999.
- [Reiter *et al.*, 2005]: E. Reiter, S. Sripada, J. Hunter, J. Yu y I. Davy. “Choosing words in computer-generated weather forecasts”. *Artificial Intelligence*, 167(1-2): 137-169, 2005.
- [Reiter y Dale, 1997]: E. Reiter, R. Dale. “Building applied natural language generation systems”. *Journal of Natural Language Engineering*, 3(1):57-87, 1997.
- [Reiter y Dale, 2000]: E. Reiter y R. Dale. *Building natural language generation systems*. Cambridge University Press, Cambridge (Reino Unido), 2000.
- [Reitter, 2004]: D. Reitter. “A development environment for multimodal functional unification generation grammars” *Proceedings 3rd International Natural Language Generation Conference (INLG04)*, V2, posters, Brockenhurst (Reino Unido), 14-16 julio 2004.
- [Robin y Favero, 2000]: J. Robin y E. L. Favero. “Content aggregation in natural language hypertext summarization of OLAP and data mining discoveries”. *Proceedings of the 1st International Conference on Natural Language Generation (INLG 2000)*. Mitzpe Ramon (Israel), 12-16 junio 2000.
- [Scott y de Souza, 1990]: D. R. Scott y C. S. de Souza. “Getting the message across in RST-based text generation”. *Current research in natural language generation*, R. Dale, C. Mellish y M. Zock (eds.), 47-73, Cognitive Science Series. Academic Press, Londres (Reino Unido), 1990.
- [Shaw, 1998]: J. Shaw. “Clause aggregation using linguistic knowledge”. *Proceedings of the 9th International Natural Language Generation Workshop (INLG’98)*, 138-147. Niagara-on-the-Lake (Canadá), 5-7 agosto 1998.
- [Shieber *et al.*, 1990]: S.M. Shieber, G. Van Noord, F.C.N. Pereira y R. C. Moore. “Semantic head-driven generation”. *Computational Linguistics*, 16:30-42, 1990.
- [Teich, 1999]: E. Teich. *Systemic functional grammar in natural language generation: Linguistic description and computational representation*. Cassell Academic Publishers, Londres (Reino Unido), 1999.
- [Theune, 2000]: M. Theune. *From data to speech: language generation in context*. Tesis doctoral, Eindhoven University of Technology (Países Bajos), 2000.
- [Van Noord, 1990]: G. van Noord. “An overview of head driven bottom-up generation”. *Current research in natural language generation*, R. Dale, C. Mellish y M. Zock (eds.), 141-165, Cognitive Science Series. Academic Press, Londres (Reino Unido), 1990. Revisado en noviembre 1994.
- [Williams y Reiter, 2005]: S. Williams y E. Reiter. “Generating readable texts for readers with low basic skills”. *Proceeding of the 10th European Workshop on Natural Language Generation*, 140--147, Aberdeen (Reino Unido), 2005.
- [Yang *et al.* 1991]: G. Yang, K. McCoy, y K. Vijay-Sahner. “From functional specification to syntactic structures: Systemic grammar and tree adjoining grammar”. *Computational Intelligence*, 7(4):207-219, 1991.