

Representación del conocimiento por medios informáticos: bases de datos y redes semánticas

E. García Camarero

SUMARIO: 1. *Introducción.* — 2. *Programas y datos.* — 3. *Bases de datos.* — 4. *Redes semánticas.* — 5. *Hacia un nuevo lenguaje.*

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas esenciales de la informática es la representación de la información. En un principio se pensó que podía diferenciarse netamente entre información y conocimiento, aquélla como el soporte material para almacenar éste. La Teoría de la Comunicación de Shannon[1] se dedicó al estudio de la información en el sentido puramente ingenieril del término; pero la dicotomía antes apuntada, útil desde el punto de vista metodológico y técnico, a veces se ha tomado con un sentido más ontológico, conduciendo al error de que cada uno de los términos de dicho binomio pudieran tener existencia independiente.

En particular, en los sistemas informáticos se han distinguido siempre dos tipos de información: programas y datos[2]; pero el conocimiento que en ellos subyace se ha considerado implícito. El programa expresa un algoritmo, y a él se prestaba la máxima atención debido, en general, a su complejidad frente a la relativa sencillez de los datos sobre los que actuaba, cuya organización estaba establecida en el interior del programa. Cuando se presentó la situación de que un mismo conjunto de datos debía ser usado por varios programas distintos, aquéllos debían organizarse de tal manera que pudieran ser utilizados por los distintos programas y construirse éstos teniendo en cuenta aquella organización.

Al principio, los criterios de organización de los datos se apoyaban en la forma de su almacenamiento físico y su localización, de forma que los programas pudieran encontrar y recuperar los datos necesarios para su ejecución, y así aparecen los bancos de datos. Pero la supeditación de la organización de los datos a la estructura física de su almacenamiento puso de manifiesto que la estructuración de los datos no debía estar determinada por la estructura física de la memoria del ordenador, por sus formas de acceso ni por la naturaleza formal de los datos, sino teniendo muy en cuenta el contenido semántico de los mismos.

Se vio la necesidad de organizar los datos atendiendo a su significación, a la

semántica que relaciona los datos unos con otros; así surgieron las denominadas bases de datos[3]. Según el tipo de conexión entre ellos aparecieron distintas estructuras de datos y las bases de datos correspondientes se agruparon en tres grandes clases denominadas: bases jerárquicas (cuando su estructura es un árbol), en red (cuando la estructura en árbol se modifica permitiéndose relacionar algunos nodos de ramas distintas entre sí), o bases relacionales (cuando se emplea el uso de relaciones y del cálculo relacional y proposicional). De esta forma fue quedando más patente el uso del aspecto semántico de los datos en su organización. Con ello se establecía que las bases de datos son, en realidad, un modelo de representación del conocimiento de un dominio específico.

De esta manera, observamos cómo a través de un camino con apariencia tan técnico como es el del desarrollo de las bases de datos, llegamos a concomitancias y espacios comunes con lo esencial de los lenguajes naturales: la representación del conocimiento.

Diversas ciencias han buscado lenguajes, o formas distintas al lenguaje natural, para representar el conocimiento (o parte del conocimiento) específico de las mismas; ejemplo de ello son el lenguaje de las matemáticas y en alguna medida de la formulación química, pero es esencialmente la lógica simbólica la que de forma más clara deja patente la existencia de otros lenguajes distintos al natural, para expresar con más precisión y de forma más adecuada cierta parcela del conocimiento humano.

En la actualidad, uno de los problemas esenciales de la informática es precisamente la búsqueda de modelos que nos faciliten la representación del conocimiento[4]. Las técnicas de la inteligencia artificial y en particular de los grafos semánticos nos dan algunas herramientas para formular estos modelos.

Describiremos un sistema desarrollado por nosotros en el que utilizamos para la representación del conocimiento los grafos semánticos y al que denominamos SENECA (Semantic Networks for Conceptual Analysis). Mediante este sistema se trata de la representación del conocimiento dado sobre un dominio particular del saber; para lo que se necesita determinar con precisión el dominio de conocimiento elegido, descomponerlo en sus partes y en los elementos considerados esenciales para su descripción e integrar estos elementos mediante las relaciones significativas que podamos establecer entre aquellas partes y elementos.

Según el dominio que se quiera representar, las relaciones que intervengan en la integración serán específicas, pero tomadas de un conjunto más general. Es importante el cálculo o inducción de nuevas relaciones no establecidas a priori en la representación. Así, también es de interés el aspecto dinámico y variable de este tipo de representación en la definición de objetivos, conceptos y procedimientos.

Terminaremos con algunas reflexiones sobre la aparición de un nuevo nivel de lenguaje que se está produciendo en la actualidad y que significará un salto cualitativo de tanta envergadura como lo fue la aparición del lenguaje escrito respecto del oral.

2. PROGRAMAS Y DATOS

El objetivo de la informática es el tratamiento o elaboración automática de información. De aquí surgen los dos elementos esenciales de esta actividad que suelen denominarse *programas* y *datos*.

Tratar o elaborar información es lo mismo que resolver un problema o una cuestión, ya que se trata, en definitiva, de obtener una información nueva a partir de una información conocida, es decir, resolver el problema de obtener la nueva información deseada a partir de la información conocida. Esta información puede considerarse como los «datos» de un problema, y la información buscada como el «resultado» de dicho problema. Se obtendrá un resultado si los datos definen con precisión el problema.

Las consideraciones anteriores nos llevan a distinguir tres categorías, a saber: el *espacio de datos*, el *espacio de programas*, y el *espacio de resultados*.

De hecho, esas tres categorías las podemos refundir en dos; por una parte, los *datos* (que engloban también a los resultados) que, por así decir, es información estática, y por otra parte, los *programas*, que es información dinámica en el sentido de que hace actuar al ordenador, cuando son requeridos.

Así, un programa es una *función* entre el espacio de datos y el espacio de resultados, o bien un endomorfismo definido sobre los datos. Pero, además, debe ser una función calculable, es decir, que obtenga el resultado en un número finito de pasos. Por tanto, un programa es la expresión en un lenguaje dado (lenguaje de programación) del algoritmo mediante el que realizamos la función que resuelve el problema.

Como las primeras aplicaciones de los ordenadores fueron numéricas, esto significó que el espacio de datos coincidiera con el espacio de los números (espacio bien conocido) y que por tanto se concediera mayor atención a los programas, a los lenguajes de programación y a la construcción de algoritmos. Los datos eran incluidos de forma directa en cada programa, y por tanto la estructuración y organización de éstos era irrelevante, o estaba implícita.

La situación cambió cuando los datos fueron no-numéricos y cuando sobre un mismo espacio o conjunto de datos actuaban diversos programas. En este caso se presentaba como imperioso dar una estructura preestablecida y conocida a los datos y una organización a los mismos para facilitar su loca-

lización y su uso por diversos programas ya contruidos o por otros que pudieran contruirse. Así nacieron los *bancos de datos*, organizados como colecciones de *ficheros*, compuestos éstos por cierto número de *registros*, es decir, por unidades homogéneas de información (o moléculas), compuestas de *campos* o partes elementales o mínimas con significado propio (o átomos).

Esta organización estaba originada por la que habitualmente se tiene en los ficheros manuales y por la naturaleza y forma de acceso del soporte informático donde se memorizaban (cintas magnéticas), pero pronto se observó que esta organización no debe estar supeditada a la naturaleza física de los ordenadores, sino que debe responder a la naturaleza de la propia información. Así surgieron las *bases de datos*.

3. BASES DE DATOS

La aparición de las bases de datos se debió al gran incremento en tamaño y en número de los bancos de datos. Por una parte era necesario integrar los dispersos bancos de datos en un solo sistema, y por otra, que esta integración se hiciera teniendo en cuenta fundamentalmente los aspectos semánticos de la información almacenada.

La integración de la información presenta numerosas ventajas, como: reducir la redundancia de los datos almacenados, evitar la inconsistencia o contradicción que pueda presentarse entre los datos almacenados, facilitar la compartición de la información contenida en la base de datos, normalizar la forma de representar los datos, y facilitar la seguridad de la información[5] en el sentido de hacerla sólo accesible a las personas autorizadas para ello.

Por otra parte, las bases de datos toman una organización que proviene de la naturaleza de la información, del significado de los datos dentro del campo de aplicación específica.

Las bases de datos existentes suelen clasificarse, de acuerdo con la estructura con que se organizan los datos, en bases jerárquicas, bases en red, y bases relacionales.

Las bases de datos jerárquicas son las que se ajustan a las normas establecidas por el grupo de trabajo de CODASYL[6] dedicado a Bases de Datos cuya estructura se ajusta a la de un árbol. La información contenida en la base está organizada por descomposiciones conceptuales sucesivas; para obtener un dato habrá que recorrer la rama que nos conduzca a él, y este recorrido nos agrega información sobre el propio dato.

Las bases de datos en red modifican la estructura del árbol, permitiendo relacionarse nodos que no están sobre la misma rama; de esta forma se logra flexibilizar la rígida estructura del árbol y enriquecer así su contenido semántico.

Las bases relacionales[7] utilizan para su organización la teoría matemática de las relaciones. Cada registro es considerado como una n-upla de una relación determinada. Con el cálculo de predicados, o bien con el álgebra de relaciones, podemos obtener datos con una gran versatilidad, sin necesidad de que al incorporarlos a la base deba averiguarse todas las formas por las que puede ser localizado.

Para acceder a la información contenida en una Base de Datos, suelen usarse lenguajes especiales llamados *lenguaje de consulta* (Query Language), con una estructura propia, que va desde lenguajes documentales altamente codificados, a lenguajes pseudonaturales. La tendencia es que se puedan realizar consultas a las bases de datos en lenguaje natural[8].

En general, la información obtenida de una Base como respuesta a una consulta es utilizada como datos de un programa mediante el que se obtienen unos resultados. En la actualidad los programas a usar en cada caso se extraen de colecciones de programas, o paquetes de programas memorizados por el ordenador de forma análoga a como lo están los datos. Estas colecciones de programas reciben el nombre de *bibliotecas de programas*. En la actualidad se están buscando sistemas que integren a los Bancos de Datos y a las bibliotecas de Programas, y que tras una consulta realizada al ordenador, el sistema, de forma automática, localice los datos y los programas necesarios, y haga actuar éstos sobre aquéllos para obtener la respuesta. Los sistemas de este tipo se denominan *Bases Activas de Datos* (BAD), o Bases Dinámicas de Datos, en ellos los programas, como información que son, estarían incluidos entre los datos de la base. Los lenguajes de consulta deberán saber distinguir lo que es un programa (acción) del resto de la información almacenada en la Base.

4. REDES SEMÁNTICAS

Con el desarrollo de las bases de datos ha quedado patente que éstas deben ser modelos mediante los que representar en el ordenador el conocimiento sobre los que actúan los programas. Sentado esto, el paso siguiente es estudiar directamente la representación del conocimiento[9], con independencia de las características de las máquinas y de la forma que en ellas se memoriza la información.

Atendiendo a esta idea aparecen diversas metodologías, mediante las que se pretende conseguir una representación del conocimiento, tomando en consideración esencialmente los aspectos semánticos de la información.

Toda esta búsqueda de formas de representación del conocimiento, motivada por imperativos pragmáticos, ha conducido a que las principales universidades, así como los laboratorios de investigación de las grandes empresas industriales, hayan emprendido proyectos de investigación sobre métodos

de representación del conocimiento, conectados en la mayoría de los casos con problemas de lenguaje natural, utilizando técnicas de inteligencia artificial.

Toda esta actividad investigadora la engloba Winograd[10] dentro de lo que denomina paradigma «cognitivo» (que considera compuesto de los paradigmas «generativo» y «computacional») y que fundamenta en los siguientes principios:

- 1) El dominio propio de estudio es la estructura del conocimiento que posee un individuo que usa el lenguaje.
- 2) Este conocimiento debe entenderse como reglas formales relativas a estructuras de símbolos.

En el número de enero de 1982 del SIGART Newsletter (una publicación trimestral del Grupo de Interés Especial sobre Inteligencia artificial de la Association for Computing Machinery) se incluye una sección especial dedicada a Lenguaje Natural, en el que se reseñan 65 grupos de trabajo dedicados a la investigación de Procesamiento de Lenguaje Natural, la mayoría de los cuales utilizan sistemas de representación del conocimiento; esos grupos pertenecen a universidades como Berkeley, Cambridge U. K., París, Hamburgo, MIT, Illinois, Roma, Stanfor, Turín, Yale, etc.

Dentro de este marco, vamos a describir un sistema de representación del conocimiento, al que hemos denominado SENECA[11], usando como herramienta la estructura formal llamada grafo semántico.

Se trata de obtener la representación del conocimiento que se posee sobre un dominio del saber determinado; por tanto, la primera tarea a realizar consiste en determinar con precisión el dominio de conocimiento elegido, después, descomponerlo en sus partes y en los elementos considerados esenciales para su descripción y por último integrarlo mediante las relaciones significativas que podamos establecer entre aquellas partes o elementos.

La representación adoptada utiliza redes semánticas, es decir, grafos orientados, con etiquetas en los vértices y en los arcos. Los vértices representan las partes o elementos del dominio considerado y los arcos las relaciones establecidas entre ellos. Las etiquetas asociadas a los vértices indican el tipo de elemento de conocimiento que tomamos en consideración y la etiqueta asociada a los arcos nos indica la relación establecida entre los elementos correspondientes al nodo origen y al nodo extremo.

Nosotros damos la siguiente definición formal de red semántica, es decir la consideramos como un sistema formado por

$$G = (N, R, T_N, T_R, \Phi_1, \Phi_2)$$

consistente en un conjunto finito no vacío, N , de *nodos*, con una relación R definida entre ellos ($R \subset N \times N$), cuyos elementos denominamos *arcos*, dos

conjuntos de símbolos T_N y T_R , denominados respectivamente *etiquetas* y *a-relaciones*, y dos funciones de asignación Φ_1 y Φ_2 , tales que

$$\begin{aligned}\Phi_1: N &\rightarrow T_N \\ \Phi_2: R &\rightarrow T_R\end{aligned}$$

De hecho la relación R debe considerarse como la unión de tantas relaciones R_α como símbolos α existan en T_R , donde definimos

$$R_\alpha = \Phi_2^{-1}(\alpha)$$

Al trabajar con este tipo de redes semánticas, las cuestiones que se presentan son

- 1) Determinar los nodos (conceptos, objetos, etc.), que se encuentran en determinada relación con otros nodos.
- 2) Agregar nodos a la red mediante determinadas relaciones con otros nodos.
- 3) Inferir relaciones entre nodos, no dadas explícitamente, en función de otras relaciones que los vinculan.

Mediante el punto 1 se pretende facilitar respuestas a consultas realizadas a la red semántica; en esta operación juega un papel importante la idea de *proximidad semántica*, que desarrollamos más abajo.

El punto 2 nos indica una operación mediante la que incrementamos la información contenida en la red.

El punto 3 alude a la posibilidad de establecer relaciones entre nodos no dadas explícitamente durante la construcción inicial de la red o durante los sucesivos incrementos producidos externamente pero que puede *inferirse* a partir de las relaciones ya establecidas. De igual forma se pueden suprimir relaciones en la representación que puedan ser inferidas posteriormente.

Hacemos resaltar la idea de que al hablar de nodos de una red, nos estamos refiriendo de hecho a los conceptos, objetos, atributos, etc. en que hemos descompuesto el dominio de conocimiento con fines de representación.

Para realizar la idea de *proximidad semántica*, introducimos formalmente la noción de *entorno* y de *entorno pautado*. Para la definición de entorno nos apoyamos en las funciones de *afluencia* y *confluencia* que designamos por ψ^+ ($\psi^+: N \rightarrow P(N)$) y ψ^- ($\psi^-: N \rightarrow P(N)$) y que definimos así:

$$\begin{aligned}\psi^+(n) &= \{n_i \mid (n, n_i) \in R\} \\ \psi^-(n) &= \{n_i \mid (n_i, n) \in R\}\end{aligned}$$

donde $n, n_i \in N$.

Teniendo en cuenta estas definiciones diremos que el *entorno elemental* de un nodo n es el siguiente conjunto:

$$E(n) = \{n\} \cup \psi^+(n) \cup \psi^-(n)$$

y el contorno de $E(n)$ será

$$C(n) = \psi^+(n) \cup \psi^-(n)$$

En general definiremos entorno y contorno de radio r , como sigue:

$$E^r(n) = E^{r-1}(n) \cup \left[\bigcup_i E(n_i) \right] \quad r \geq 2$$

donde

$$i \in \{i \mid n_i \in C^{r-1}(n)\}$$

$$C^r(n) = E^r(n) - E^{r-1}(n) \quad r \geq 2$$

Intuitivamente diremos que el entorno de radio r de un nodo n , está formado por todos los nodos que son recorridos por todos los caminos de longitud r que comienzan en n , y el contorno de radio r está formado por todos los nodos a los que se llega mediante todos los caminos de longitud r que parten de n .

A veces conviene definir los entornos y los contornos, no tomando como base de definición todos los caminos que parten del nodo n , sino sólo aquéllos que estén marcados con una cierta secuencia de etiquetas, es decir, unidos a n por cierta cadena de relaciones, a la que llamaremos *pauta*.

Formalmente una pauta es un elemento $x \in T_R^*$, y definiremos *entorno pautado* de pauta x al siguiente conjunto

$$E_x^r(n) = E_{x'}^{r-1}(n) \cup \left[\bigcup_i E_\beta^1(n_i) \right] \quad r \geq 2$$

donde $x = x'\beta$, $x' \in T_R^*$, $\beta \in T_R$, y $n_i \in C_{x'}^{r-1}(n)$; y consecuentemente llamaremos *contorno pautado* de pauta x , al conjunto

$$C_x^r(n) = E_x^r(n) - E_{x'}^{r-1}(n) \quad r \geq 2$$

donde x' , tiene al mismo significado que dimos antes.

Por otra parte la idea de inferencia la realizamos introduciendo tres tipos de reglas mediante las cuales obtenemos una nueva relación entre dos nodos (conceptos, objetos, atributos,...) en función de dos arcos (relaciones) adyacentes dados en un determinado orden o posición respectiva respecto a aquellos nodos. Estas reglas son de la forma:

- R. 1 $(n_i, n_j) \in R_\alpha \wedge (n_j, n_k) \in R_\beta \Rightarrow (n_i, n_k) \in R'_\gamma$
 R. 2 $(n_i, n_j) \in R_\alpha \wedge (n_i, n_k) \in R_\beta \Rightarrow (n_j, n_k) \in R'_\gamma$
 R. 3 $(n_i, n_j) \in R_\alpha \wedge (n_k, n_j) \in R_\beta \Rightarrow (n_i, n_k) \in R'_\gamma$

donde $n_i, n_j, n_k \in N$, $\alpha, \beta, \gamma \in T_R$, y expresamos por R'_γ la γ -relación aumentada, en caso necesario, con el arco correspondiente que aparece en la expresión de la regla.

Mediante estas reglas podemos agregar o suprimir arcos a la red semántica sin que por ello se modifique la información potencial contenida en la mi-

sma, modificándose sólo la información explícitamente representada en ella. Así, por aplicación de estas reglas podemos agregar arcos y construir nuevas redes semánticas equivalentes a la anterior y que diríamos que es *extendida* o ampliada de ella, y podemos llegar a un punto en que no podamos agregar ningún arco, mediante este proceso de inferencia, obteniendo así una red que podemos llamar *completa*. De la misma forma, podemos imaginar el proceso mediante el cual vamos suprimiendo arcos del grafo que posteriormente podrían ser introducidos por inferencia; el nuevo grafo así obtenido lo llamaremos *reducido* del anterior. Por este proceso de reducción se puede llegar a un grafo en el que no puede suprimirse ningún arco, sin perder información, al que llamaremos *núcleo* de la red.

Por este procedimiento de inferencias podemos obtener información que no esté dada explícitamente por el grafo, o reducir el tamaño de la representación con las ventajas de implementación que ello conlleva.

Una vez vista la expresión formal de una red semántica, y con ello los conceptos generales usados en su definición y en sus operaciones, vamos a definir una red específica, dando por una parte como elementos básicos o categorías de la parcela de conocimiento que queremos representar los siguientes: *Objetos, atributos, relaciones, clases, acciones*; que representaremos mediante las figuras que aparecen como elementos del conjunto T_N siguiente:

$$T_N = \{ \square, (), \langle \rangle, \{ \}, [], (), \{ \}, \{ \}, \square, | | \}$$

donde las figuras cerradas representan elementos conceptuales, y las abiertas instancias de los mismos.

Por otra parte, las a-relaciones que usaremos (hemos procurado determinar los tipos más elementales de relaciones que pueden vincular cada tipo de nodo) son las siguientes:

- A es una instancia de B
- A es una subclase de B
- A tiene como parte B
- A es una propiedad que se aplica a B
- A es la extensión de la relación B
- A es un elemento de la clase B
- A es argumento de una acción o relación B
- A es el resultado de la acción B

que abreviadamente escribimos

A	es un	B
A	clas	B
A	tcp	B
A	ap	B
A	ext	B

A	el	B
A	arg	B
A	res	B

de manera que el conjunto T_R estaría formado por los siguientes elementos:

$$T_R = \{\text{es un, clas, tcp, ap, ext, el, arg, res}\}$$

Es claro que no todo par de nodos puede estar vinculado por cualquier tipo de a-relación, es decir por cualquier elemento de T_R , y que el tipo de relación depende del tipo de nodos que vinculan.

En la figura 1 aparece la representación gráfica de un ejemplo sencillo de red semántica, en la que se dejan patentes los dos planos esenciales elegidos en nuestra representación: el *plano conceptual*, y el *plano instancia*.

En esta definición particular de red semántica, con los conjuntos T_N y T_R dados más arriba, debemos establecer cuáles son las reglas de inferencia acordes con el significado de las relaciones contenidas en T_R .

Estableceremos tres tipos de reglas:

- 1) reglas de composición;
- 2) reglas de confluencia;
- 3) reglas de afluencia.

Las reglas de *composición* corresponden a la idea de composición de relaciones, así para las relaciones R_α y R_β contenidas en R ($R_\alpha = \Phi_2^{-1}(\alpha)$, $R_\beta = \Phi_2^{-1}(\beta)$) daremos la siguiente definición:

$$R_\alpha * R_\beta = \{(x, y) \mid (x, z) \in R_\alpha \wedge (z, y) \in R_\beta\}$$

los nuevos pares (x, y) son agregados a la relación R_γ con el valor de γ obtenido de la siguiente forma:

Si $\alpha = \beta$ entonces se tiene que $\gamma = \alpha = \beta$.

Si $\alpha = \text{clas}$ y $\beta = \text{tcp}$ entonces $\gamma = \text{tcp}$.

Si $\alpha = \text{esun}$ y $\beta = \text{clas}$ entonces se tiene que $\gamma = \text{esun}$.

En todos los casos, como ya vimos, se obtendrá un R'_γ , a partir de R_γ , agregando todos los arcos (x, y) no contenidos anteriormente en R_γ .

Las reglas de *confluencia* quedan definidas de la siguiente forma

$$R_\alpha > R_\beta = \{(x, y) \mid (x, z) \in R_\alpha \wedge (y, z) \in R_\beta\}$$

Los nuevos pares (x, y) que son agregados a la relación R_γ , para formar la ampliada R'_γ , se obtienen de la siguiente forma:

Si $\alpha = \text{ap}$ y $\beta = \text{esun}$, entonces se tiene que $\gamma = \text{ap}$.

Si $\alpha = \text{ext}$ y $\beta = \text{elem}$ entonces se tiene que $\gamma = \text{ap}$.

Por último, las reglas de *afluencia* las definiremos así:

$$R_\alpha < R_\beta = \{(x, y) \mid (z, x) \in R_\alpha \wedge (z, y) \in R_\beta\}$$

y la forma de agregar nuevos pares a la relación R_γ se realiza así:

Si $\alpha = \text{clas}$ y $\beta = \text{ap}$ entonces se tiene que $\gamma = \text{ap}$.

Una vez establecido el sistema de representación semántica, debemos poder relacionarnos con la red para poder agregar nueva información «desde fuera», para consultar sobre la información contenida en ella, o para pedirle la realización de determinadas tareas. Esto se hará respectivamente mediante frases declarativas, interrogativa o imperativas.

En cualquiera de los casos las frases tendrán una representación usando el método de la red semántica, que habrá que contrastar con la red base mediante la que representamos el conocimiento. En el primer caso, para agregar aquellos nodos y relaciones que no aparecen en la red base apoyándonos en los nodos que sí estuvieran contenidos. En el segundo caso la representación de la frase interrogativa tendrá algunos nodos marcados con variables que habrá que determinar superponiendo la red pregunta sobre la red base. En el tercero se harán actuar las acciones que aparecen en la red mediante la que representamos la frase imperativa, después de superponer ésta sobre la red base.

5. HACIA UN NUEVO LENGUAJE

Las anteriores consideraciones nos conducen a hacer algunas reflexiones en torno a tres planos diferenciales del lenguaje: lenguaje oral, lenguaje escrito y lenguaje informático.

Uno de los aspectos esenciales del lenguaje oral es su carácter dialéctico motivado por la práctica del diálogo y del colloquio, que lo convierte en un entramado social de gran influencia; es la trama por la que circula la información y el conocimiento entre los miembros de una sociedad. Sin embargo, el conocimiento no se adquiere ni se acumula especialmente a través del lenguaje, sino a través de la experiencia directa, aunque aquél colabora y facilite la formación de la experiencia.

Es el lenguaje escrito el que permite la acumulación de conocimiento y de esta manera facilita la adquisición de conocimiento de forma distinta a la realizada mediante la propia experiencia y permite no sólo la adquisición de conocimiento sino también de reflexión sobre el conocimiento mismo, sobre su estructura, sobre su organización.

Estas características, harto conocidas y que se podrían ilustrar con múltiples situaciones, las vamos a trasladar a la nueva forma de considerar el lenguaje escrito: la informática; y veremos que origina un nuevo estadio lingüístico que podremos llamar lenguaje informático.

Parece natural considerar que el lenguaje informático sea la forma actual del lenguaje escrito, al que va sustituyendo en sus funciones, pero sobre el que posee dos nuevas características que representan un salto sustancial y le dan una gran transcendencia instrumental. Nos referimos, por una parte, a su componente dinámica y, por otra, a su estructura lógica.

El lenguaje escrito, en una primera aproximación, o mirándolo desde un determinado punto de vista, es simplemente una forma de grabar el lenguaje oral sobre un soporte no perecedero como son las ondas sonoras; en este sentido la estructura propia del lenguaje escrito debiera ser la misma que la del lenguaje oral. Sin embargo, es claro que esto no es así, pues, al escribir se hacen párrafos largos, textos de gran longitud, y sobre los que puede volverse para corregir, agregar, suprimir elementos que la lectura hace corregir en la primera redacción, obteniéndose producciones más reflexivas, y con datos de mayor precisión que los expresados en parlamentos orales. También los mensajes escritos inciden de forma diversa sobre el receptor del mismo, ya que éste puede releer cuantas veces quiera el mensaje escrito y por tanto ejercer la reflexión sobre su contenido.

Aun así, el lenguaje escrito no ha logrado desprenderse de la estructura que tiene en común con el lenguaje hablado; y de esta forma se utiliza una estructura, tal vez idónea para la comunicación interpersonal, pero inadecuada para la finalidad esencial del lenguaje escrito: transmitir mensajes a distancia y sobre todo almacenar el conocimiento adquirido por la Humanidad.

Por otra parte, el lenguaje escrito presenta algunas características que podemos considerar como negativas. Entre ellas daremos tres que nos parecen importantes:

- la gran dificultad de modificar y de sintetizar la información almacenada mediante el lenguaje escrito;
- la pasividad de la información registrada mediante el lenguaje escrito;
- la dificultad de localizar información específica en un corpus amplio;

Para atenuar la última dificultad señalada, se utiliza en el lenguaje escrito formas no empleadas en el oral, como son los índices, sumarios, paginación, así como la descomposición en tomos, capítulos, párrafos, con los distintivos y títulos de cada uno de ellos para permitir su identificación; y a macroescala surge toda la actividad bibliotecaria, bibliológica y documental.

La pasividad de la información escrita la entendemos en el sentido de que sólo ésta adquiere significado si es interpretada por el hombre, de que sólo es utilizable si es trasvasada al cerebro humano y éste realiza acciones acordes con ella.

Por otro lado, el lenguaje escrito no permite modificar con facilidad los contenidos expresados mediante su uso, ni sintetizar dichos contenidos y

mucho menos obtener información implícitamente, es decir, obtener información subyacente e inferible a partir de la dada explícitamente.

La informática está determinando en la actualidad una nueva forma de representación del conocimiento (uno de cuyos ensayos hemos expuesto sucintamente al hablar de SENECA). En algún sentido estamos presenciando la sustitución del lenguaje escrito por el lenguaje informático. No debe entenderse aquí lenguaje informático en el sentido restringido de los «lenguajes de programación», ni siquiera en el algo más amplio de «lenguaje utilizado por los informáticos», sino considerarlo como un sistema de representación de conocimiento usando ordenadores. Un sistema que tiene estructuras similares a las de los lenguajes oral y escrito, no sólo en su finalidad, sino también en su semántica; de alguna manera representa una síntesis de los lenguajes oral y escrito. De éste tiene la característica de su perdurabilidad y de su transmisividad a distancia; de aquel (el oral) tiene su aspecto dinámico; además contiene elementos que son más propios de la inteligencia humana que de su lenguaje.

El uso del lenguaje informático nos conduce a una situación que podría llamarse un nuevo *enciclopedismo*, ya que es cosa aceptada que los diccionarios no definen las palabras, sino que son una forma de representar el conocimiento (al menos en los diccionarios enciclopédicos es evidente este aserto) refiriendo el sentido de unas palabras al significado aceptado de otra, y por tanto la *circULARIDAD* es inevitable; es decir, que más pronto o más tarde el término definido aparece en la definición de algunos de los elementos utilizados en ella, y gracias a esto toma sentido el diccionario.

Además, las definiciones dadas en los diccionarios actuales adolecen del sesgo producido por los redactores de las mismas, no consiguiéndose nunca (pese al hecho atenuante de introducir diversas acepciones) definiciones que se ajusten a situaciones concretas en las que sólo nos interesan ciertos rasgos semánticos, o bien no se logran definiciones con el grado de precisión y detalle deseado, que es distinto cada vez que se consulta el diccionario, según el uso que se ha de hacer del término; y mucho menos se logran diccionarios que describan situaciones de cierta complejidad variable según los casos.

Esto nos conduce a la creencia de que un diccionario no debe ser la descripción de unos términos aislados, que en realidad son partículas del conocimiento total, sino precisamente la descripción de este *conocimiento total*. Aquí surge la primera gran dificultad: qué es el conocimiento total. ¿Es acaso el contenido de todas las mentes de los individuos de una colectividad? o más bien ¿es el contenido de toda la producción escrita (científica) de una civilización? ¿Es algo que no debe permitir contradicciones ni inconsistencias? ¿Es algo estático o, al menos para su estudio, debe considerarse su aspecto sincrónico, o por el contrario, debe considerarse como dinámico, evolutivo, diacrónico? Nos parece evidente considerar al conocimiento siempre como algo parcial, que contiene en su seno la contradicción

como ingrediente, que por ser parcial y contradictorio es dinámico, y que toda representación del conocimiento para ser inteligente debe tener algunos elementos cuya definición se haga con la punta de los dedos diciendo «a esto me refiero». Estos elementos primitivos indefinibles no necesariamente tienen que ser los mismos para todas las personas.

Todas estas características son compatibles con la metodología que utiliza las redes semánticas como forma de representación del conocimiento.

No queremos anticipar que en el futuro los sistemas de representación del conocimiento utilicen las redes semánticas como elemento operativo de las mismas, pero, en todo caso, parece evidente que la forma actual de producción escrita ha de sufrir profundas modificaciones y un nuevo lenguaje se está gestando: el lenguaje informático. Porque es obvio que utilizar la informática para transcribir en sus dispositivos mensajes codificados del lenguaje escrito es un anacronismo mediante el que se desperdicia toda la potencialidad dinámica de la nueva tecnología. Así, es de esperar que no dure mucho tiempo esa forma de difusión de la ciencia que es la prensa escrita, que produce anualmente millones de páginas escritas de un contenido altamente redundante y tiene, además, la propiedad de dificultar enormemente la localización de lo poco nuevo que hay en ellas. Todo esto produce ese gran esfuerzo de localizar la información impresa que nos interese sobre un tema particular y de ésta extraer las ideas que realmente precisamos. Por eso creemos que no se trata de crear grandes sistemas de documentación, sino más bien racionalizar la producción escrita para evitar que aquéllos sean necesarios.

Todo esto implica la aparición de un nuevo lenguaje, que sustituya al actual lenguaje escrito, que facilite la representación del conocimiento, su adquisición y su uso que evidentemente habrá que aprender, aunque esperemos que con menos costo y esfuerzo que el empleado en la actualidad para aprender a leer y escribir.

REFERENCIAS

- [1] SHANNON, C.E. e WEAVER, W., *The mathematical theory of Communication*, Univ. Ill. Press, 1949.
- [2] DAHL, O.J., DIJKSTRA, E. W. e HOARE, C. A. R., *Structured programming*, Academic Press, 1972.
IMPERIO, M. d', *Data Structures and their Representation in Storage*, Pergamon Press, 1965.
KNUTH, D.E., *The Art of Computer Programming*, Addison-Wesley, 1968. (Hay traducción castellana. Editorial Reverté, 1980).
- [3] BORKIN, S.A., *Data models: a semantic approach for data base systems*, MIT Press, 1980.

- DATE, C.I., *An introduction to data base systems*, Addison-Wesley, 1981.
- TSICHRITZIS, D.C. e LOCHOVSKY, F.H., *Database management systems*, Academic Press, 1977.
- [4] BOBROW, D.G. e COLLINS, A.M. (Eds), *Representation and Understanding: Studies in Cognitive Science*, New York, Academic Press, 1975.
- SCHANK, R.C. e COLBY, K.M., *Computer Models of Thought and Language*, San Francisco, Freeman, 1973.
- TROST, H. e STEINACKER, I., *The Role of Roles: Some aspects of World Knowledge Representation*, Proc. of 7th. IJCAI, Vancouver, 1981.
- [5] FERNANDEZ, E.B., SUMMERS, R.C. e WOOD, C., *Database security and integrity*, Addison-Wesley, 1981.
- [6] CODASYL PROGRAMMING LANGUAGE COMMITTEE, *Database Task Group Report*, ACM, 1971. (Hay una versión más reciente de 1978).
- TAYLOR, R.W. e FRANK, R.L., *CODASYL Database management systems*, «ACM Computing Survey», vol. 8, n. 1, 1976.
- [7] CODD, E.F., *Extending the database relational model to capture more meaning*, «ACM Transaction on Database Systems», vol. 4, n. 4, 1979.
- CHAMBERLIN, D.D. e BOYCE R.F., *Relational database management: a survey*, «ACM Computing Survey», vol. 8, n. 1, 1976.
- [8] BLOC, L. (Ed.), *Natural Language Communication with Computers*, New York, Springer, 1978.
- COLMERAUER, A., *Metamorphosis Grammar. Natural Language Communication with Computers*, Berlín, Springer, 1978.
- CHAMBERLIN, D.D. e BOYCE, R.F., *SEQUEL: A structured English Query Language*, Proc. 1974 ACM SIOFIDET Workshop on Data Description, Access and Control.
- EPSTEIN, M.N., *Natural Language Access Clinical Data Bases*, Ph. D. Th. Medical Information Sciences, University of California, San Francisco, 1980.
- HENDRIX, G.G., *The LIFER Manual: A Guide to Building Practical Natural Language Interfaces*, Technical note 138. Art. Int. Center, SRI International, Menlo Park, California, 1977.
- HENDRIX, G.G. e WILLIAM, L., *Transportable Natural Language Interfaces to Data bases*, Proc. 19th Annual Meeting of the ACL, SRI International, Menlo Park, California, 1981.
- LACROIX, M. e PIROTTE, A., *ILL: an English structured query Language for relational databases, en Architecture and models in database management systems*, Nijsen (ed.), North Holland Publishing Co, 1977.
- LESMO, L. e TORASSO, P., *Knowledge Source Co-Operation in a Natural Language Query System*, ISI Internal Report, Università di Torino, Oct. 1981.
- WOODS, W.A., *Semantics for a Question Answering System*, Gorland Pub., 1979.
- [9] ANDERSON, J.R., *Induction of augmented transition networks*, «Cognitive Science», 1, 1977, pp. 125-157.

BOBROW, R.J. e WEBBER, B.L., *Knowledge Representation for syntactic/semantic processing*, 1st AAAI, 1980, 316-323.

JONES, M.A., *Toward and Induction System for Conceptual Representations Foundational Inreads in Natural Language*, Processing Workshop, SUNY. Stony Brook, 1981.

SALVETER, S., *Inferring Conceptual Graphs*, «Cognitive Science», 3, 2, 1979.

SIMMONS R.F. e CHESTER, D.L., *Inferences in Quantified Semantic Networks*, Proc. 5th Int. Joint Conf on Artificial Intelligence, 1977, pp. 267-273.

TROST, H. e STEINACKER, I., *Representing Real World Knowledge in a Semantic Net en Progress in Cybernetics and Systems Research*, vol. 10, Washington.

[10] WINOGRAD, T., *Language as a Cognitive Process*, Vol. I: *Syntax*, Addison-Wesley, 1983.

[11] GARCIA CAMARERO, E., VERDEJO, M.F. e GARCIA, J., *Seneca: Semantic networks for conceptual analysis. Data Bases in the Humanities and Social Sciences*, Amsterdam, North-Holland, 1980, pp. 67-71.

GARCIA CAMARERO, E., *Seneca: un método de representación del conocimiento. Representation des Connaissances et raisonnement dans les sciences de l'homme*, Paris, INRIA, 1980, pp. 223-237.