

CDD: 001.539

INFORMACIÓN Y BASES DE DATOS SITUADAS*

FERNANDO MIGURA

*Instituto de Lógica, Cognición, Lenguaje e Información (ILCLI),
Dpto. de Lógica y Filosofía de la Ciencia,
Universidad del País Vasco,
Apartado 220,
20080 Donostia – San Sebastián,
SPAIN*

ILRLEINC@SK.EHU.ES

The aim of this paper is to show some of the features of a “situated approach” (understood in terms of Situation Theory) to inference, information and knowledge representation. As we know the logical view gives an account of them by means of concepts like “logical form” or “model” and their mutual relations. However, Situation Theory, taken as a General and Qualitative Theory of Information gives us a framework in which we can analyze the relationship betwe-

* Agradezco a J. M. Larrazabal, K. Korta y todos los miembros del Seminario de Lenguaje y Comunicación del ILCLI los comentarios recibidos sobre versiones previas de este artículo. Asimismo agradezco a J. Etchemendy las facilidades ofrecidas durante mis estancias en el CSLI (Center for the Study of Language and Information) de la Universidad de Stanford. Este trabajo se ha desarrollado en el marco de los proyectos de investigación del Dpto. de Educación, Universidades e Investigación del Gobierno Vasco (GV 003.230-0045/94) y de la Universidad del País Vasco (UPV 003.230-HA074/94).

© *Manuscrito*, 1996. Published by the Center for Logic, Epistemology and History of Science (CLE/UNICAMP), State University of Campinas, P.O. Box 6133, 13081-970 Campinas, S.P., Brazil.

en representation schemes and their informational contents, taking as starting point the study of the structure of the informational relations postulated for the explanation of the flow of information. Having introduced the basic concepts of the theory, we seek an application in the field of Representation in Data Bases, in order to eventually improve the limits of the very idea of representation.

1. TEORÍA DE SITUACIONES

Desde una perspectiva estrictamente lógica, la información proporcionada por las representaciones se identifica con la interpretación de las expresiones de un lenguaje en las estructuras semánticas clásicas en términos de sus condiciones de verdad. Desde esta perspectiva, las relaciones informacionales presentes en el proceso de razonamiento, se reducen a relaciones determinadas por las constantes lógicas definidas en términos de sus condiciones de verdad. Por tanto, si las relaciones informacionales se reducen a las relaciones lógicas no hay lugar para una teoría de la información mas allá de la proporcionada por la lógica clásica y sus extensiones.

La nueva perspectiva abierta por la Teoría de Situaciones (en adelante TS) – véanse al respecto Barwise (1989), Barwise *et al.* (1991), Cooper *et al.* (eds.) (1990), Devlin (1991) – cuestiona tanto las suposiciones como la conclusión anterior. La TS pretende dar cuenta del contenido de las representaciones y del razonamiento en el marco sistemático de una teoría general y cualitativa del contenido informativo y del flujo de la información. En este nuevo marco, el concepto de verdad pasa a ser derivado frente al de información. Desde la TS, se propone concebir la inferencia y el significado como materias de

estudio que exceden el ámbito propio de la disciplina lógica tal como la entendemos hoy en día.

El estudio de la inferencia válida como actividad situada, relega la preservación de la verdad a un segundo plano, frente a su valor como medio de extracción y procesamiento de información. Así, la inferencia válida se define como aquella que cuenta con la estructura lógica necesaria para servir de eslabón en la cadena informativa. De esta manera, se recupera el sentido originario de la inferencia *como la actividad que se sirve de los hechos del mundo para extraer información adicional implícita en los mismos*.

La naturaleza semántica de esta aproximación se hace manifiesta si reparamos en que la validez de la “inferencia situada” reside en el logro del propósito de extraer información de una situación (relativa a ella misma o a otra distinta), información relevante para el agente, entendiendo las situaciones como porciones de la realidad, en las que los agentes se hallan inmersos y sobre las que intercambian información.

Por tanto, la teoría, si ha de cumplir su tarea, necesita de una representación de estas porciones de la realidad, para lo que cuenta con situaciones abstractas entendidas como conjuntos de “infones”, que no son sino estructuras modelistas (n-tuplas) que representan ciertos rasgos relevantes del mundo.

En este sentido, como veremos más adelante, la representación del conocimiento se define como el estudio de las propiedades de los constructos que son denominados *tipos de situaciones*. A su vez, el razonamiento se concibe en términos de restricciones (fundadas en la relación de *envolvimiento*), entre tipos de situaciones. Estas restricciones responden a correlaciones entre las situaciones correspondientes y son condiciones de posibilidad del análisis del flujo de la información.

A pesar de que la TS adopta una perspectiva claramente semántica, su propuesta se aparta de la semántica de las condiciones de verdad y, por tanto, de la "Doctrina de la Forma Lógica" ligada a ella. La validez deja de residir en la forma para trasladarse al contenido. En la TS, la interpretación de un enunciado (véase Barwise and Perry (1983)), u otro tipo de esquema de representación es una colección de situaciones. Si el enunciado es verdadero, hay una "situación-parte-del-mundo" perteneciente a esa colección. El contenido de una representación, p.e., un enunciado S , viene definido por su contenido informativo $C(S, c)$ que consiste en la apreciación de las situaciones descritas por el mismo y las condiciones (c) bajo las cuales pueden ser descritas.

Este último aspecto destaca la dependencia contextual del contenido de las representaciones, hecho explícito por el "parámetro circunstancial" (c) incluido en la definición del contenido informativo. Parámetro cuya incorporación en la definición del contenido no contempla la semántica clásica, pero cuyo papel en el nuevo marco supondrá pasar de considerar las condiciones de verdad de la representación a considerar las "condiciones de informatividad" de la misma: 1) Bajo qué condiciones una representación puede proporcionar información y 2) Qué información proporciona bajo esas condiciones.

A continuación, introduciremos los conceptos básicos de la TS y más adelante repararemos en la caracterización de la información que nos proporcionan. Para terminar nos detendremos en la representación en la forma de base de datos estándar, con el objeto de precisar mediante un sencillo ejemplo bajo qué condiciones dichos esquemas de representación pueden proporcionar información y qué información proporcionan bajo esas condiciones.

1.1. CONCEPTOS BÁSICOS DE LA TS

En este apartado presentaremos brevemente los elementos primitivos y algunas combinaciones simples de los mismos que constituyen las piezas conceptuales básicas sobre las que se erige la TS.

1.1.1. SITUACIONES

La novedad que introduce la TS es la inclusión en su ontología básica de las llamadas “situaciones”, considerando incluso a los individuos, las propiedades, relaciones y localizaciones espacio-temporales -los elementos propios de toda ontología clásica – como “uniformidades”¹ en términos de las cuales estructurar las distintas situaciones que constituyen la ontología básica de la teoría.

Las situaciones, en cuanto elementos primitivos de la teoría, no son definidas. En todo caso, la TS las presenta como partes (estructuradas) del mundo en las que los agentes pueden participar, sobre las que se puede teorizar, de las que se puede extraer información y sobre las que se puede actuar, entre otras cosas. Así, es una situación aquella en la que L toma el autobús en la parada P a la hora H . Constituye otra situación aquella en la que L abandona su casa en D para dirigirse a las H horas a la parada P del autobús. Estas dos son situaciones y también ésta es una situación en la que nosotros aquí y ahora tratamos de ejemplificar mediante las situaciones descritas. Pero las situaciones no se dan de manera aislada, existen relaciones entre las mismas. Así, sea s la situación que se da en esta

¹ En el sentido de elementos invariantes distinguibles en las situaciones reales (véase al respecto Barwise and Perry (1983)).

habitación y s' la situación que se da en esta ciudad. Obviamente diremos, que la situación s es parte de la situación s' . Vemos, por tanto, que las situaciones pueden ser estructuradas en virtud de una relación que, siguiendo Barwise (1988b), denominaremos “parte-de” (simbolizada mediante “ \leq ”). Es claro que para el último ejemplo se cumple $s \leq s'$.

La teoría asumirá que hay un mundo real W que tiene situaciones como partes y que éstas están ordenadas por la relación “parte-de”. El mundo real W se concibe como un elemento maximal de dicha ordenación. En general en la TS se denominará *mundo* a cualquier elemento maximal del orden introducido por la relación “parte-de”.

Aunque la TS establece que el mundo real es un elemento maximal de la ordenación inducida por la relación “parte-de” y, que las situaciones reales son parte del mundo real, no asume que el mundo como un todo sea una situación. La TS, por tanto, no se compromete con la incorporación en su dominio de una situación total de la que las demás sean partes² pero debemos indicar que tampoco excluye esta posibilidad.

Con el objeto de mantener nítida la distinción entre la información y su objeto, consideraremos las situaciones-reales-partes-del-mundo, como el dominio de referencia de la teoría y responsables últimas de la determinación de qué representaciones constituyen información acerca del mundo. Diremos, que una *situación real* es una parte del *mundo* o de la *realidad*, que soporta ciertos hechos representados en la forma de info-nes en relación a un “esquema de individuación”³.

² En el sentido de elementos invariantes distinguibles en las situaciones reales (véase al respecto Barwise and Perry (1983)).

³ No profundizaremos en los fundamentos de esta noción que guía nuestras intuiciones relativas a la teoría. Debemos pensar en los esquemas de individuación a modo de instrumentos en la labor de

1.1.2. INFONES

Si bien las situaciones son eso, situaciones, partes estructuradas de la realidad, la teoría requiere de una representación de las mismas por lo que se sirve de ciertas estructuras (n -tuplas) en las que los individuos aparecen satisfaciendo ciertas propiedades o estando en ciertas relaciones en las diversas localizaciones espacio-temporales.

Si denotamos mediante P, Q, R, \dots las propiedades y relaciones que el agente discrimina en el mundo, por una parte, y mediante a_1, \dots, a_n los individuos distinguidos en él, tenemos que las unidades básicas de representación de la información contenida en las situaciones adopta la siguiente estructura normalizada en la teoría:

(*) $\langle P, a_1, \dots, a_n, \lambda; i \rangle$ significa que los individuos designados por a_1, \dots, a_n están en la relación denotada por el predicado n -ádico P , en la localización espacio-temporal λ , en el caso de que el índice $i=1$, esto es, la llamada *polaridad* sea positiva. Expresa, asimismo, esa representación que los objetos denotados por a_1, \dots, a_n no están en la relación correspondiente al predicado n -ádico P , para el caso en que $i=0$. En general, por abuso del lenguaje, nos referiremos a los predicados P, Q, R, \dots directamente como si se tratara de propiedades y relaciones y a las constantes a_1, \dots, a_n como si se tratara de individuos, que están o no están en ciertas relaciones.

categorización o “conceptualización”, aplicada no a la realidad como un todo sino a sus partes (véase Devlin (1990)). Las situaciones son partes del mundo a las que se aplica un esquema de individuación y disponemos de situaciones articuladas por “uniformidades”: objetos, propiedades y relaciones, sólo con respecto a algún esquema de individuación.

Por ejemplo, consideremos la información de que el vuelo BA-318 parte hacia Londres desde Caracas, determinado día (13/4/93), a cierta hora (18hs.). En ella distinguiremos una serie de constituyentes: la relación de *PARTIR* (o constituyente principal), y ciertos objetos correspondientes a sus "papeles argumentales o temáticos"⁴, entre ellos, *sujeto* : objeto que parte, *origen* : lugar del que parte; *destino* : lugar hacia el que parte, *fecha y hora* .

Esa misma información puede ser representada por medio del infón σ :

<<PARTE, AV-318, Foronda, Roma, 13/4/93-18hs.;1>>

Devlin denominó *infones*⁵ a estas estructuras ya que cumplen el rol de unidades básicas de la Teoría de la Información, al representar, como tal, la información contenida en las situa-

⁴ Por el momento, es suficiente que pensemos en ellos como en el conjunto de posiciones argumentales dotadas de cierto orden que especifican el "rol temático" que cumplen los objetos que las ocupan en la relación. Así en el caso de la relación *robar* tendríamos como roles argumentales: *ladrón*, *objeto-robado*, etc. Un problema asociado con esta organización es el de la distinción de los objetos "apropiados" para dichos roles (véanse al respecto Barwise and Peters (1987) y Barwise (1988b). Para nuestros fines, basta con suponer que disponemos de un criterio intuitivo para asignar objetos apropiados para cada rol.

⁵ En realidad la estructura presentada corresponde a la de los llamados *infones básicos*. La teoría además contempla infones complejos conjuntivos, disyuntivos, cuantificados universalmente, ..., contruidos a partir de las operaciones lógicas correspondientes, que permiten describir la estructura de la información como un álgebra de infones (véase Barwise and Etchemendy (1990)). Para los propósitos de nuestra exposición será suficiente la consideración de infones básicos.

ciones. Conviene reparar en que los infones no son simplemente representaciones sintácticas, sino que son estructuras semánticas en cuanto que unidades de información. Su naturaleza semántica se hace patente si pensamos en que la polaridad i expresa la satisfacción o no de una relación. Algo así, como el valor de verdad del infón.

1.1.3. RELACIÓN DE SOPORTE

Ahora bien, si los infones son propiamente unidades de información que representamos mediante estructuras (*), su evaluación ha de ser relativa a las situaciones, pues la información no tiene realidad más allá de su "locus" propio: las situaciones.

Sea s una situación. Dado un infón σ , la relación semántica fundamental se define en términos de la relación " σ es hecho verdadero por s ", esto es, " s soporta σ " (en símbolos, $s \models \sigma$), siguiendo la terminología estándar de la TS.

Cuando se dice que una situación s soporta un infón σ se quiere manifestar que la información representada por σ (el que se dé, si $i = 1$, o no se dé, si $i = 0$, la relación P entre los individuos a_1, \dots, a_n en λ), es verdadera o un hecho en s . Así, para cada situación s y cada infón σ , es un hecho que s soporta o no soporta a σ .

Dado un infón σ con polaridad i , su *dual* σ^* se define como la estructura idéntica a σ , salvo en que su polaridad es $1-i$.

Sabemos que las situaciones determinan si un infón σ o su dual σ^* , es un hecho mediante la relación primitiva \models de *soportar* o *hacer factual*, p.ej., $s \models \sigma$ significa que la situación s *hace factual* el infón σ (a su vez, $\models \sigma$ significa que σ es factual, esto es, que hay una situación real s parte del mundo, tal que, $s \models$

σ). Entre las tesis que la TS asume acerca de esta relación son centrales las siguientes:

Dado un infón y su dual,

- (i) Alguna situación soportará alguno de ellos.
- (ii) Ninguna situación soportará su dual.
- (iii) Alguna situación no soportará ninguno de ellos.

Las tesis (i) y (ii) expresan, que toda información posible es acerca del mundo, esto es, que todo infón o su dual es hecho factual por alguna situación (alguna parte de la realidad), y que la información, en cuanto que es acerca del mundo, ha de ser consistente (*Principio de Coherencia* : si una situación real s soporta σ , entonces no soportará σ^* , aunque la conversa no se cumple por (iii)). La tesis (iii) recoge las ideas de parcialidad e *intencionalidad* de la información que caracterizan la aproximación situada⁶ (no toda situación es relevante para decidir si un infón o su dual es factual.)

Al trabajar sobre la información la primera tarea es la distinción entre la información y las entidades sobre las que versa. La intuición a la que se trata de hacer justicia es la de que los infones constituyen la información y las situaciones son las entidades sobre las que versa. El concepto de *dominio de clasificación* (Barwise and Moss (1991a)) nos permitirá establecer esta primera distinción:

Un dominio de clasificación $S = \langle S, \models \Sigma \rangle$ se compone de:

⁶ Postular que el mundo real es todo él una situación significa comprometerse con una cuarta tesis: (iv) Alguna situación decide sobre todo par que incluya un infón y su dual.

1. Una colección S de Situaciones.
2. Una colección Σ de infones.
3. Un subconjunto \models de $S \times \Sigma$

En definitiva, se trata de la estructura que define la relación básica de soporte que nos proporciona una clasificación de las situaciones atendiendo a su “estructura interna”, es decir, en virtud de las piezas de información que hacen factuales.

En la medida en que los infones, así entendidos, son recursos clasificatorios de situaciones se dice que los infones son “tipos de situaciones”⁷ y, en concreto, esos tipos de situaciones que son “persistentes”, esto es, los que para cualesquiera situaciones s y s' cumplen la siguiente condición:

Si $s \models \sigma$ y $s \leq s'$, entonces $s' \models \sigma$.

Para representar formalmente que la situación s es del tipo σ utilizaremos la expresión $s : \sigma$. La afirmación $s : \sigma$ constituye una *proposición* en la TS. Se trata de una afirmación absoluta acerca del mundo que hace posible la clasificación de la realidad. Si, por ejemplo, s es la pieza de información que representa como antes que el vuelo BA-318 parte de Caracas a Londres, determinado día, a cierta hora, dicho de manera in-

⁷ Quizás sería más apropiado decir que los infones sirven para la representación de tipos de situaciones en la medida en que se utilizan para su clasificación. En sentido estricto un tipo de situación viene determinado por la colección de situaciones distinguidas por el hecho de soportar un determinado infón o conjunto de infones. Así, dado un infón σ , una situación s es del tipo σ si s soporta σ .

tuitiva, mediante $s : \sigma$ afirmamos que la situación real s es del tipo en el que cierto vuelo parte a determinado lugar.

Si $s \models \sigma$, decimos que s es un hecho de s o que s proporciona información verídica sobre s^8 .

Un dominio de clasificación adjudicaría a una base de datos el papel de situación sobre la que versa la información. A su vez, la información es representada mediante los infones que la base de datos, en cuanto situación, soporta.

1.1.4. RESTRICCIONES

Las restricciones *constraints* son relaciones informacionales que permiten a una situación del mundo contener información acerca de otra situación y hacen posible la extracción y el flujo de la información. Se puede distinguir entre las restricciones naturales y las convencionales. Las primeras son relaciones sistemáticas entre tipos de situaciones fundadas en correlaciones legaliformes o en las leyes de la naturaleza. Así, existe una restricción natural entre las situaciones en que observamos humo y las situaciones en las que se da una presencia de fuego o entre las que recogen la actividad biológica nocturna de las plantas (verdes), y las situaciones en las que las plantas desprenden anhídrido carbónico. Puesto que nosotros analizaremos la representación de información en la forma de “base de datos”, estaremos más interesados en las restricciones convencionales. Son las fundadas en las relaciones proporcionadas

⁸ Nótese que los infones, por sí mismos, no satisfacen el “principio de veracidad” (que establece que toda información, en cuanto tal, es verdadera) hasta que no son puestos en relación con las entidades sobre las que versan. En Barwise and Etchemendy (1990) se habla de un álgebra de “posible información”. En todo caso nos referiremos a ellos como representación de la información.

tuitiva, mediante $s : \sigma$ afirmamos que la situación real s es del tipo en el que cierto vuelo parte a determinado lugar.

Si $s \models \sigma$, decimos que s es un hecho de s o que s proporciona información verídica sobre s^8 .

Un dominio de clasificación adjudicaría a una base de datos el papel de situación sobre la que versa la información. A su vez, la información es representada mediante los infones que la base de datos, en cuanto situación, soporta.

1.1.4. RESTRICCIONES

Las restricciones *constraints* son relaciones informacionales que permiten a una situación del mundo contener información acerca de otra situación y hacen posible la extracción y el flujo de la información. Se puede distinguir entre las restricciones naturales y las convencionales. Las primeras son relaciones sistemáticas entre tipos de situaciones fundadas en correlaciones legaliformes o en las leyes de la naturaleza. Así, existe una restricción natural entre las situaciones en que observamos humo y las situaciones en las que se da una presencia de fuego o entre las que recogen la actividad biológica nocturna de las plantas (verdes), y las situaciones en las que las plantas desprenden anhídrido carbónico. Puesto que nosotros analizaremos la representación de información en la forma de “base de datos”, estaremos más interesados en las restricciones convencionales. Son las fundadas en las relaciones proporcionadas

⁸ Nótese que los infones, por sí mismos, no satisfacen el “principio de veracidad” (que establece que toda información, en cuanto tal, es verdadera) hasta que no son puestos en relación con las entidades sobre las que versan. En Barwise and Etchemendy (1990) se habla de un álgebra de “posible información”. En todo caso nos referiremos a ellos como representación de la información.

1. Una colección S de Situaciones.
2. Una colección Σ de infones.
3. Un subconjunto \models de $S \times \Sigma$

En definitiva, se trata de la estructura que define la relación básica de soporte que nos proporciona una clasificación de las situaciones atendiendo a su “estructura interna”, es decir, en virtud de las piezas de información que hacen factuales.

En la medida en que los infones, así entendidos, son recursos clasificatorios de situaciones se dice que los infones son “tipos de situaciones”⁷ y, en concreto, esos tipos de situaciones que son “persistentes”, esto es, los que para cualesquiera situaciones s y s' cumplen la siguiente condición:

$$\text{Si } s \models \sigma \text{ y } s \leq s', \text{ entonces } s' \models \sigma.$$

Para representar formalmente que la situación s es del tipo σ utilizaremos la expresión $s : \sigma$. La afirmación $s : \sigma$ constituye una *proposición* en la TS. Se trata de una afirmación absoluta acerca del mundo que hace posible la clasificación de la realidad. Si, por ejemplo, s es la pieza de información que representa como antes que el vuelo BA-318 parte de Caracas a Londres, determinado día, a cierta hora, dicho de manera in-

⁷ Quizás sería más apropiado decir que los infones sirven para la representación de tipos de situaciones en la medida en que se utilizan para su clasificación. En sentido estricto un tipo de situación viene determinado por la colección de situaciones distinguidas por el hecho de soportar un determinado infón o conjunto de infones. Así, dado un infón σ , una situación s es del tipo σ si s soporta σ .

por el significado lingüístico (incluidas las propiamente lógicas). Así, el significado lingüístico, concebido como restricción convencional entre tipos de situaciones explica los usos comunicativos del lenguaje debido a que, por ejemplo, reconocemos cierta relación entre el tipo de situación en que alguien grita “medusas” y las situaciones del tipo en que comprobamos la presencia de medusas en el agua.

En general, diremos que la existencia de una situación-real-parte-del-mundo s del tipo σ indica la existencia de una situación real del tipo s' ; si hay una restricción *factual* $\sigma \Rightarrow \sigma'$, esto es, si tal restricción (relación), se cumple en el mundo al ser un hecho soportado por alguna parte del mismo. Por tanto, en condiciones “normales”, la situación en la que alguien grita “medusas” (situación de enunciación) nos proporciona la información de que hay una situación (situación descrita) en la que se da la presencia de medusas.

La consideración de las restricciones permite distinguir entre las dos relaciones centrales que involucran situaciones distinguidas en la TS: las situaciones además de *soportar* ciertos hechos, pueden *llevar* información siempre en relación a alguna restricción.

Se pueden distinguir dos tipos de restricciones: positivas y negativas. Nosotros sólo nos referiremos a las primeras, definidas en términos de la relación de *envolvimiento* (en símbolos “ \Rightarrow ”). Por el momento nos basta con establecer que las restricciones positivas son relaciones entre tipos de situaciones que en la teoría pueden ser modelizadas mediante infones que cuentan con la relación de envolvimiento como constituyente principal. En su versión simple más débil (nos serviremos únicamente de ésta), la relación de envolvimiento se define como una relación binaria entre tipos de situaciones σ y σ' , tal que,

si σ envuelve σ' , entonces para toda situación de tipo σ hay alguna situación de tipo σ' .

En términos formales, si dados los tipos de situación σ y σ' , nos servimos de un infón de la forma $\langle\langle \Rightarrow, s, s'; 1 \rangle\rangle$ para representar una restricción positiva, el sentido de la relación de envolvimiento queda recogido en virtud de las estipulaciones siguientes: si el mundo W , en cuanto situación⁹, hace factual al mencionado infón, es decir, si tal restricción es soportada por W , entonces para toda situación s que es "parte-de" W tal que $s \models \sigma$ hay una situación s' "parte-de" W tal que $s' \models \sigma'$.

De esta manera vemos que unas situaciones pueden *llevar* o *portar* información acerca de otras situaciones sin tener que *soportarla* directamente.

2. INFORMACIÓN, FLUJO DE LA INFORMACIÓN Y LIGADURAS INFORMACIONALES

2.1. INFORMACIÓN

Tomando una analogía muy extendida entre los cultivadores de la TS, reconocemos nuestra incapacidad para proporcionar una respuesta satisfactoria a la pregunta por la naturaleza de la información en la llamada "Era de la Información", de la misma manera que nuestros antepasados de la "Edad del Bronce" eran incapaces de responder a la pregunta correspondiente sobre el bronce. Si hubo que esperar a una teoría de la estructura atómica de la materia para mutar ese ai-

⁹ El hecho de que el mundo tomado en su totalidad sea una situación, no es una posibilidad excluida por la teoría (en Barwise and Etchemendy (1987), se esgrimen algunos argumentos en contra de esta posibilidad).

re de perplejidad por una respuesta precisa para el caso del bronce, en este mismo sentido la TS se propone como candidata para operar una mutación similar ante la cuestión relativa a la información, en virtud del análisis de la estructura semántica de la información.

Las situaciones son la materia objeto de estudio de la TS en su sentido originario, pero, en la medida en que se dan relaciones informacionales entre las mismas, la TS se presenta a su vez como propuesta de Teoría General Semántica y Cualitativa de la Información.

Las aproximaciones cuantitativas clásicas en términos de probabilidades coinciden en concebir a la información como una función de “reducción de la incertidumbre”, lo que presupone considerar un “espacio inicial de alternativas relevantes” que es problemático (problema de la “asignación de las probabilidades *a priori*”). Como dijimos, la TS no concibe la información en términos cuantitativos sino que se orienta al estudio del contenido semántico de la información, partiendo de un concepto objetivo de información (fundado en el “orden natural”).

A fin de introducir unos pocos principios intuitivos sobre la información y su flujo comenzaremos con un ejemplo:

Supongamos una situación ficticia en la que V sabiendo que J se dirige a una agencia de viajes en la que está expuesto el tablón de vuelos semanales de la CAV (Comunidad Autónoma Vasca) y le pide que se informe de qué aeropuerto parte el vuelo a Roma. J reconoce inmediatamente que el aeropuerto en cuestión es el de Vitoria (suponemos que sólo existe un vuelo regular de la CAV a Roma), al comprobar que los casilleros correspondientes de la tabla presentan la configuración siguiente:

(1) VUELO: – ORIGEN: VITORIA DESTINO: ROMA
VIA: BARCELONA

Supongamos que se trata del vuelo AV-318 aunque este dato no aparezca reflejado en el panel. J para dar muestras de su diligencia se apresura a comunicárselo a V.: (2) “El vuelo a Roma sale de Vitoria y hace escala en Barcelona”. De esta forma V. consigue la información de que el vuelo en cuestión parte de Foronda, lo que en función de sus intenciones puede jugar un papel activo en la orientación de su conducta consiguiente.

En este punto, la pregunta apropiada es por la procedencia de esa información y por su naturaleza. En cierto sentido podríamos decir que la información contenida en la tabla-base-de-datos y en la aserción¹⁰ de J es la misma que V recibe. Además, ésta se ha transmitido desde el tablón de vuelos hasta V por mediación de J, preservando su contenido.

Una teoría cualitativa de la información ha de poder explicar cómo un mismo contenido informativo adopta tan distintos soportes y cómo puede ser así transmitido.

La TS pretende proporcionar el marco para esta explicación en términos de situaciones, y elementos que las clasifiquen en virtud de la información que contienen; entre ellos los infones: p.ej., el infón σ puede representar la información de que el vuelo en cuestión parte de Vitoria relativa a la situación consistente en los vuelos regulares a Europa de la CAV. Aunque la información esté contenida en una serie de situaciones: la situación en la que el tablón de vuelos se exhibe en la agencia, la situación mental de J al consultarlo, la situación lingüística en la que J profiere el enunciado (2), la situación

¹⁰ Preferencia del enunciado (o situación de enunciación).

de V al escucharlo, etc.; todas y cada una de ellas contiene la información relativa al citado vuelo.

Será tarea prioritaria de la TS dar cuenta de estos dos aspectos, el del contenido de la información y el de su transmisión, sirviéndose de las relaciones definidas entre infones y situaciones. Las relaciones de “soporte” y de “llevar o portar información” en virtud de “restricciones” servirán para esta labor.

Si mediante enunciados del tipo:

- (3) El tablón de vuelos indica que el vuelo a Roma parte de Vitoria.
- (4) El hecho de que el tablón de vuelos adopte cierta configuración indica que el vuelo AV-318 a Roma parte de Vitoria.
- (5) La preferencia de (2) por parte de J. nos trae la información de que el vuelo a Roma parte de Vitoria,

describimos mediante el lenguaje, las relaciones informacionales involucradas en determinados ámbitos, también la estructura lógica de estos “partes informativos” [*Information Reports*]. servirá, a su vez, para destacar ciertos elementos operantes en dichas relaciones. Siguiendo Israel & Perry (1990) denominaremos “contextos informativos” a las oraciones principales de los partes informativos: “El tablón de vuelos indica...”, etc. El objeto denotado en el contexto informativo será el portador de información (el tablón de vuelos, la preferencia,...). Los hechos referidos en el contexto informativo serán los “hechos indicativos” (el hecho de que el tablón de vuelos adopte cierta configuración o de que la preferencia cuente con ciertas ca-

racterísticas). La proposición expresada en la cláusula de relativo constituirá el “contenido informativo” del parte.

En general, los partes informativos tendrán la forma:

El hecho de que a sea P lleva la información de que b es Q es decir, el hecho de que el portador de la información tenga determinada propiedad (adopte cierto estado), proporciona determinada información, en este caso, que el objeto b tiene la propiedad Q .

No es que tratemos de desarrollar una lógica de los partes informativos, sino que sostenemos que usar la estructura de las descripciones de estos partes puede ser un buen punto de partida para acceder a la estructura de la información misma.

Los principios que enumeraremos a continuación pretenden estar fundados en nuestras intuiciones sobre la información misma y no en propiedades de su representación. Entre ellos aparecen los incluidos en Israel & Perry (1990), pero convenientemente jerarquizados.

2.1.1. LOS PRINCIPIOS SOBRE LA INFORMACIÓN

Han de ser entendidos como condiciones de adecuación material para toda definición satisfactoria de información.

(A) La información es relacional

(a.1.) Los hechos portan información¹¹:

¹¹ Se trata de una abreviación usada para expresar que las situaciones llevan información al soportar ciertos hechos. Como dijimos el “locus” propio de la información, son las situaciones y su flujo es hecho posible por las conexiones que se dan entre ellas.

En el caso de las descripciones proporcionadas por los partes informativos son los hechos indicativos los que articulan esta relación.

(a.2.) La información portada por un hecho es relativa a una restricción:

Son las conexiones entre situaciones en la forma de regularidades nómicas (correlaciones legaliformes), o relaciones convencionales modelizadas mediante restricciones las que hacen posible el flujo de la información.

(B) La información es veraz.

(b.1.) El contenido informativo de un hecho es una proposición verdadera.

(b.2.) El contenido informativo de un hecho puede involucrar objetos y situaciones remotas:

Ni el vuelo AV-318 ni el aeropuerto de Vitoria como tales son parte de la base de datos en forma de tablón de vuelos, ni son responsables directos de la configuración que adquiere, pero el hecho indicativo nos evoca la situación en el que el vuelo a Roma parte de Vitoria. Una situación nos evoca otra remota espacio-temporalmente.

(b.2.1.) El contenido informativo puede ser relativo a objetos que no son constituyentes del hecho indicativo:

Pensemos en la información específica de que el vuelo en cuestión es el AV-318. El parte (4) versa sobre él sin incluirlo como un constituyente.

- (b.2.2.) Los hechos indicativos contienen dicha información sólo si se dan los “hechos conectores” apropiados; hablaremos de “información adicional”¹² siempre en relación a esos hechos:

En el parte (4), obtenemos la información adicional de que el vuelo a Roma es el AV-318, dado algún hecho que conecte la información en el tablón relativa a ese vuelo con el hecho de que es el AV-318; p.ej., si el encargado de la agencia así se lo comunica a J. tras consultar la base de datos a través de un terminal.

- (b.3.) La información puede ser almacenada y transmitida de diversas formas.

- (b.3.1.) Diferentes hechos con distintos constituyentes pueden indicar un mismo contenido informativo en relación a las mismas o diferentes restricciones.

El flujo de la información descrito para el mismo contenido informativo, presente en la tabla de vuelos como en el parte (3), puede servir de ejemplo.

(C) La información (que un hecho lleva) es intencional:

¹² Nos referimos a los “connecting facts” e “incremental information” que incorporan Israel & Perry (1990) en su aproximación.

Su descripción exige el recurso a contextos intensionales.

(c.1.) La información que un hecho lleva no es una propiedad intrínseca del mismo.

Se trata de una consecuencia de los principios (A) y (B). La información es intencional en cuanto relativa “a algo”. Supongamos que esta semana todos los vuelos con origen y destino en la CAV son trasladados, por razones técnicas, al aeropuerto de Bilbao. Si pensamos en el tablón de vuelos, encontramos que mantiene todas sus propiedades indicativas (la organización de sus casilleros sigue siendo la misma), pero algo ha cambiado, ha dejado de proporcionar información porque su relación con la realidad ha cambiado. Este desajuste entre la base de datos y el mundo sirve de ejemplo para (c.1.), aunque un cambio en las restricciones que son factuales podría tener un efecto similar.

(D) La información es útil, juega un papel activo en la generación de la conducta. Los organismos o sistemas que son guiados en su conducta por información (estados indicativos), tienen mayor probabilidad de éxito que los que no son así guiados¹³.

En este punto, es relevante la distinción entre “llevar información” y “tener información”. Si un agente “tiene la in-

¹³ Este principio apunta a una teoría de la acción a la que no aludiremos, pues excede los propósitos del presente trabajo. Como propuesta de desarrollo de una teoría de la acción en el marco de TS, véase Israel, Perry & Tutiya (1991).

formación” de que a es P , “lleva esa información” y controla su conducta de forma apropiada a la verdad de que a es P .

Ahora bien, queda por comentar, la eficiencia causal de los estados indicativos que no portan información. Es claro, que la conducta de un agente puede ser una, independientemente de que el hecho indicativo que la guía lleve o no información. V se hubiera dirigido a Vitoria para tomar el vuelo a Roma, aunque el tablón de vuelos no proporcionara información en virtud del traslado de vuelos. Esta es una cuestión interesante pues parece atacar al principio de veracidad (B) y está íntimamente ligada al fenómeno de la *pseudoinformación* del que nos ocuparemos más adelante.

(E) Hay leyes del flujo de información.

A modo de ejemplo, consideremos el *Principio Xerox o de Copia*: Si A lleva la información de que B y B lleva la información de que C , entonces A lleva la información de que C ¹⁴.

Este principio, por sí mismo, es uno de los que posibilita el flujo de la información y garantiza la preservación de su contenido en su transmisión. Si un enunciado proferido por J lleva la información de que en el tablón de vuelos, en el casillero correspondiente al aeropuerto de partida del vuelo a Roma, figura Vitoria y si esta distribución de los paneles, lleva la información de que el vuelo a Roma parte de Vitoria, entonces, la afirmación de J lleva la información de que el vuelo a Roma parte de Vitoria.

¹⁴ Este es uno de los principios que Dretske, véase Dretske (1981), postula para su teoría de la información a la que tanto debe la Teoría de Situaciones.

2.2. LIGADURAS INFORMACIONALES

La aproximación a las restricciones que viene siendo clásica en la TS (la desarrollada, p.ej., en Barwise and Perry (1983)), supone renunciar al análisis de las “relaciones informacionales” entre las situaciones mismas, en favor de las relaciones entre los tipos que las clasifican. Este movimiento aunque permite reconstruir el flujo de la información en la teoría, no garantiza un “control” de esa información, no por lo menos el “control” que sería deseable.

El modelo propuesto en términos de restricciones nos dice, que dada cierta situación que satisface determinada restricción factual, existe una situación que responde a un cierto tipo. Ahora bien, se hace abstracción de las relaciones entre las situaciones mismas. La información de lo que cabe esperar, dada cierta situación, es interesante, pero puede dar lugar, entre otras cosas, a predicciones erróneas.

La información de que determinada situación da lugar a cierta otra concreta, por obra de conexiones causales o de otro tipo, supone una mejora en cuanto que permite hacer más distinciones.

La Teoría de los Canales de Información propuesta en Barwise (1992), surge como respuesta a la necesidad de recoger estas distinciones. Responde a la intuición de que así como los infones sirven de recursos clasificatorios de las situaciones, de la misma forma, las restricciones ejercen de recursos clasificatorios al nivel de la información de las relaciones que se dan entre situaciones.

En general, podemos concebir las representaciones (lingüísticas, gráficas, perceptivas y demás signos) como un ingrediente de la relación representacional establecida entre particulares que señalan a otros particulares. La representación *a*

representa al particular b siendo de determinada manera, esto es, satisfaciendo determinada propiedad al ser a de otra determinada manera, es decir, al cumplir cierta condición. Esta forma un tanto enigmática de hablar, puede ser precisada en virtud de una idea general de clasificación. La representación a clasifica el particular b como siendo de determinado tipo β al ser a de cierto tipo α .

Así, dados dos dominios de clasificación $S_1 = \langle S_1, \vdash_1, \Sigma_1 \rangle$ y $S_2 = \langle S_2, \vdash_2, \Sigma_2 \rangle$, se pueden definir dos relaciones para dar cuenta del flujo de la información: (i) una relación binaria de *señalización* (" \rightarrow ") definida en $S_1 \times S_2$. Si $s_1 \rightarrow s_2$, diremos que s_1 es una *señal* para s_2 y s_2 la *situación señalada*; (ii) una relación binaria de *indicación* " \Rightarrow " (que da cuenta de las restricciones entre tipos de situaciones) incluida en $\Sigma_1 \times \Sigma_2$, tal que, si $\sigma_1 \Rightarrow \sigma_2$, diremos que σ_1 *indica* σ_2 .

En última instancia, podemos ver un sistema representacional en la forma de *ligaduras informacionales* entre distintos dominios de clasificación. Así, en este nuevo marco la relación de señalización entre situaciones $s_1 \rightarrow s_2$ y la de indicación entre tipos de situaciones $\sigma_1 \Rightarrow \sigma_2$ se generalizan definiéndose sobre componentes $S_1 \times S_2$ y $\Sigma_1 \times \Sigma_2$ de dominios distintos, no siendo sino instancias de la relación representacional. Así, la clasificación operante en el dominio de clasificación S_1 que ejerce de representación, p.ej., $s_1 : \sigma_1$, induce una clasificación $s_2 : \sigma_2$ correspondiente en el dominio representado S_2 ¹⁵.

Sirviéndonos del instrumental introducido es posible caracterizar formalmente el flujo de información que se da entre

¹⁵ En Seligman and Barwise (1993) se estudian detalladamente las relaciones entre el concepto de clasificación y las ligaduras informacionales sometidas a excepciones a fin de proporcionar una modelización realista del flujo de la información.

situaciones representacionales y representadas mediante el concepto de *ligadura informacional*.

No son tanto las clasificaciones mismas como las relaciones entre clasificaciones las que permiten dar cuenta del papel de las representaciones en el flujo de la información. Las ligaduras informacionales son pares de relaciones entre clasificaciones que consisten en una relación de señalización entre situaciones, y una relación de indicación entre los tipos correspondientes del dominio de clasificación, que además cumplen la siguiente *condición de corrección*:

Si σ_1 indica σ_2 y una situación señaladora S_1 es del tipo σ_1 , entonces hay una situación señalada S_2 del tipo σ_2 .

Puesto en símbolos: si $\sigma_1 \Rightarrow \sigma_2$ y $S_1 \models \sigma_1$, donde S_1 es una señal, entonces hay una situación señalada S_2 , tal que, $S_1 \rightarrow S_2$ y se cumple $S_2 \models \sigma_2$.

La presencia de ligaduras informacionales determina un aspecto importante de las representaciones, nos referimos a que inducen clasificaciones. El caso más claro es el de los hechos acerca de la representación que indican hechos del dominio representado. Por ejemplo, estamos convencidos de que el vuelo AV-318 a Roma parte de Vitoria porque así nos lo hace saber el tablón de vuelos y asumimos que cerca de Vitoria-Gasteiz hay un pantano porque así está señalado en el mapa.

2.3. PSEUDOINFORMACIÓN

Hasta aquí, hemos presentado un panorama idealizado en el que los hechos en el dominio de representación indican hechos en el dominio representado y, por lo tanto, las situaciones que soportan a los primeros portan información sobre los segundos. Mantener que ésto siempre es así supondría considerar restricciones infalibles que nos garantizaran siempre al

agente “sintonizado” a las restricciones adecuadas, esto es, a la información apropiada. Ahora bien, es claro que no siempre las cosas funcionan bien en este sentido. Los enunciados y las creencias falsas, así como los indicadores defectuosos (termómetros, voltímetros, etc.), son ejemplos de ello. Así, la información errónea, o mejor, *pseudoinformación* puede fluir por obra de restricciones convencionales, como en el caso de los primeros, o nómicas (basadas en las leyes de la naturaleza), como en el caso de los últimos. En el caso del lenguaje, a la situación de enunciación puede no corresponder una situación descrita: la afirmación “Bush aseguró la continuidad del gobierno republicano en las elecciones del 92” no nos garantiza, en virtud de las restricciones convencionales del lenguaje, es decir, de su significado, la victoria republicana. De la misma manera que nuestra creencia de que la luna es un trozo de queso verde, no nos proporciona información sobre la naturaleza de la luna, o un reloj parado que marca las nueve no nos da la información de que sean las nueve. Otra cuestión es que todos estos hechos en cuanto fenómenos indicativos tengan un significado.

La TS tiene un medio de dar cuenta de la pseudoinformación por recurso al concepto de *pseudoseñal*. Las pseudoseñales son situaciones que parecen llevar información, pero no lo hacen porque no están adecuadamente relacionadas con una situación señalada. Una pseudoseñal s puede portar pseudoinformación cuando sugiere que hay una situación señalada que soporta el infón o hecho indicado, no habiéndola realmente.

Dada una ligadura informacional, diremos que una situación es una *señal potencial*, si soporta algún infón del dominio de representación (clasificación) correspondiente. Una pseudoseñal será entonces una señal potencial que no es

señal. Diremos, a su vez, que una *ligadura informacional es absoluta* si toda señal potencial que involucre es una señal. En caso contrario, la denominaremos *condicional*. En la mayor parte de los ámbitos, exceptuando el mundo de las matemáticas, el flujo de información será condicional atendiendo fundamentalmente a las circunstancias del contexto (modelizadas en ocasiones mediante las “condiciones de transfondo” (*background conditions*)). Por ejemplo, la restricción legaliforme o ley que establece que el agua hierve a la temperatura de 100° C., está condicionada a la presión atmosférica y, por tanto, a la altitud en que se hierva. Decir ante el agua en ebullición en la cima del monte Everest que ha alcanzado la temperatura de 100° C., es afirmar algo falso. Quien afirma tal cosa está proporcionando pseudoinformación (como curiosidad podemos decir que en tal situación el agua hierve a 64° C.)

3. BASES DE DATOS SITUADAS

Uno de los problemas del análisis de la representación del conocimiento en la perspectiva clásica (interpretación de estructuras simbólicas), es que la atribución de contenido informativo a la base de conocimiento depende exclusivamente de la interpretación propuesta de quien diseña la estructura de conocimiento. Una vez un ítem es incorporado a la base, cuenta como información o conocimiento, cuyo contenido será en todo caso dependiente de la interpretación que se le asocie. Unas mismas estructuras, en las mismas circunstancias, pueden poseer, en este sentido, informaciones diferentes bajo distintas interpretaciones.

Por ejemplo, se puede contar con versiones de las bases de datos, en cuanto estructuras sintácticas, propuestas para representar hechos acerca del mundo diseñadas en función de la

familiaridad con ellas de su usuario. En este caso la pregunta es ¿cuándo dos bases de datos no son sino versiones sintácticas de una misma base de datos? En Jacobs (1985), se recurre a la teoría de modelos para dar respuesta a este y otros problemas asociados con la interpretación de las representaciones en la forma de base de datos. La respuesta que Jacobs da a la pregunta anterior es que dos versiones sintácticas corresponden a una misma base de datos, si cada una puede ser interpretada en la otra en términos de la teoría de modelos, es decir, si constituyen representaciones equivalentes en el sentido clásico. Ahora bien, como veremos más adelante, una concepción clásica del contenido informativo de las bases de datos, entendida exclusivamente en términos de modelos¹⁶ se mostrará problemática en el momento de hacer teoría sobre las mismas.

Una consecuencia directa de las consideraciones anteriores, es que, o descartamos un concepto "objetivo" de contenido informativo o nos hacemos con un medio de incorporar en la atribución de contenido a las mismas de parámetros que den cuenta de su carácter circunstancial y situado.

No nos proponemos dar aquí una solución a estos problemas, sino ver cómo las bases de datos en cuanto esquemas de representación podrían cuadrar a modo de situaciones informativas en el flujo informativo.

Normalmente una base de datos se toma por una estructura sintáctica (pensemos en un monitor electrónico que opera de tablón de vuelos), que pretende representar hechos acerca del mundo.

¹⁶ Para un análisis de las peculiaridades lógicas de la representación del conocimiento en forma de base de datos, véase p.e., Levesque (1986).

Por tanto, la información que contenga una base de datos dependerá de la información que soporte y de la que lleve. Además, la información que soporte dependerá de las propiedades intrínsecas de la situación y del nivel de análisis de la estructura que elijamos. Como ya hemos dicho anteriormente, la información que lleva será relativa a las restricciones consideradas y, en última instancia, a otras situaciones por lo que no constituye una propiedad interna de la base de datos.

Respecto a lo primero si nos fijamos en el nivel físico de análisis, la pantalla misma del monitor es una situación *s* cuya configuración (puntos de color que conforman las cadenas de caracteres o símbolos que figuran en la pantalla), *señala* la situación consistente en el estado interno de la memoria del ordenador.

Esta relación causal de señalización es creada en orden a posibilitar una relación de indicación, tal que, si la configuración de la pantalla es el infón:

Vuelo: AV-318 Destino: Roma Via: Barcelona 3/12/93
--

dicho infón, indica cierto otro infón que representa la situación consistente en el estado de la memoria del ordenador:

<<VI: AV-318, D: Roma, V: Barcelona, F: 3/12/93>>

A este nivel físico, se produce un flujo de información que relaciona la configuración que muestra la pantalla (distribución de puntos de color), con el estado de la memoria de la máquina. El canal informacional consistirá en las conexiones físico-causales entre una situación y otra, donde la situación de la pantalla opera de situación señaladora *s* y el es-

tado de la memoria de situación señalada s' . Esta relación informacional soporta una relación indicativa entre tipos de situaciones: si la pantalla del monitor presenta el infón σ , este infón indica un contenido (tupla) σ' de la memoria.

Dado la relación señaladora $s \rightarrow s'$ y la indicadora $\sigma \Rightarrow \sigma'$, entre los tipos σ , σ' correspondientes, si $s : \sigma$, entonces el contenido informativo viene determinado por la proposición $s' : \sigma'$ de que el estado de la memoria es tal que soporta $\langle\langle VI: AV-318, D: Roma, V: Barcelona, F: 3/12/93 \rangle\rangle$.

En esta situación informativa $\langle S, c \rangle$, el componente representacional S , consiste en la configuración de la pantalla y las circunstancias c relevantes son las condiciones físicas del sistema.

Nótese que la restricción presentada es condicional. Pueden darse pseudoseñales que parecen llevar información, pudiendo no darse situación señalada correspondiente. Nos referimos al caso en el que no se satisfacen las condiciones físicas, que hacen que el flujo sea propiamente de información. En las situaciones de mal-funcionamiento del sistema, la pantalla presentará una configuración que no se corresponde con el estado de la memoria.

Hemos hecho un esbozo de análisis del sistema al nivel físico desde la TS. Ahora bien, a nosotros nos interesa el análisis del contenido informativo y del flujo de la información al nivel conceptual.

Supongamos una tabla en la forma de base de datos relacional (Rel) (p.ej., Rel = "pasaje-de"), que representa hechos sobre las partidas en un aeropuerto, concebida como antes, a modo de situación compuesta por un número finito de líneas de manera que cada línea de la tabla es una instancia (R) de la relación (Rel) que representa objetos que están en la relación, es decir, en que cada línea de la tabla es un infón básico. En

definitiva, podemos entender el contenido semántico de una tabla como la extensión de una relación. En última instancia, cada línea de la tabla puede ser representada en un lenguaje lógico como un enunciado atómico y cada tabla como una conjunción finita de enunciados atómicos. Así, una base de datos puede ser concebida como un conjunto finito de relaciones (las correspondientes a las tablas que la componen) y, además, como una situación en la que todos sus infones (dados por las líneas de esas mismas tablas), tienen polaridad positiva.

Pasaje-de

Pasajero	Vuelo
Sra. T	AV-318
Sr. D	AV-318
Sr. Z	IB-111

Puerta-de

Puerta	Vuelo
3A	AV-318
3B	AV-318
2C	IB-111

Apertura-de

Puerta	Hora
3A	10
3B	10
2C	12

En este nivel, las relaciones entre la base de datos y el sistema de salidas en un aeropuerto que representa son complejas. No pretendemos analizarlas sino destacar una serie de aspectos de una aproximación situada a las mismas.

Un primer aspecto a destacar es que, tras concebir a la base de datos BD como una situación informativa $\langle S, c \rangle$, podemos destacar un elemento representacional S (las configu-

raciones que presenta la tabla), y las circunstancias en las que se da. Si trasladamos esos datos que figuran en los monitores a otro aeropuerto, el contenido informativo cambiará a pesar de mantenerse intacta la representación y esa información pasará en su mayor parte a ser pseudoinformación, aunque, en su caso, por coincidencia pueda describir verazmente algún rasgo de la nueva situación en que ha sido transplantada.

Otro aspecto importante, relacionado con el anterior, es la distinción entre la información que BD soporta y la que lleva. Nos referimos al carácter relacional de la información al que ya aludimos. Supongamos que la puerta 2C ha sido clausurada por razones de seguridad. BD deja de contener información sobre el modo de acceder al vuelo IB-111.

Lo que hace a BD contener (pseudo)información respecto al sistema de accesos a los vuelos no es una propiedad intrínseca de BD, BD en nada ha cambiado. Es su relación con la realidad, con el sistema de salidas que modeliza, la que ha variado.

Nótese que si, p.ej., el Sr. Z solicita al encargado información sobre la puerta de acceso al vuelo IB-111, la (pseudo) información que figura en el monitor

Puerta: 2C Vuelo: IB-111

no es soportada por la base de datos, sino por la distribución de accesos a los aviones misma. BD lleva (pseudo)información sobre ella. Ya hemos dicho que la relación de soporte entre situaciones e infones es básica y manifiesta la estructura interna de las situaciones en virtud de los constituyentes de la información soportada. Si suponemos que la información que BD exhibe está en relación directa con el sistema de salidas, cual-

quier modificación en éste debería ser reflejada inmediatamente en BD.

La cuestión es la siguiente: *una base de datos puede ser errónea respecto a la información que lleva, mientras una situación en ningún caso puede soportar pseudoinformación.*

En definitiva, BD entendida como situación lleva información relativa al sistema de salidas, aunque no soporta esa información.

BD lleva información, en virtud de las restricciones convencionales, que ligan tipos de situaciones en las que la base de datos muestra una determinada configuración con tipos de situaciones en las que el sistema de salidas está organizado de cierta forma. Esta es la razón que hace que BD pueda llevar pseudoinformación; basta con que tales restricciones convencionales sean violadas. Son las convenciones relativas a la lectura de tablas y a la relación representacional de los códigos que figuran en ellas las que hacen que tengan un significado que permite que porten información. Razones análogas pueden darse para explicar la naturaleza representacional de los mapas. Pueden llevar pseudoinformación en cuanto significativos, pero no informativos en una ocasión particular de representación. Un mapa que señale (mediante una mancha azul, como es habitual), la existencia de un lago donde no lo hay lleva pseudoinformación en el mismo sentido.

La base de datos como situación soporta directamente una configuración en el monitor y un tipo de situación σ con tal configuración envuelve, en virtud de las restricciones convencionales aludidas, cierto tipo de organización del sistema de salidas σ' . El contenido informativo de esa configuración (σ) que está soportada por la situación s constituida por la BD consiste en la proposición ($s': \sigma'$), de que hay una situación

real s' de las puertas de acceso que es del tipo σ' indicado por σ .

La descripción de dichas relaciones es análoga a la que se puede considerar para el lenguaje natural: situaciones de enunciación señalan situaciones descritas y hechos relativos a las primeras indican hechos relativos a las situaciones descritas. Así como los hechos relativos a la configuración, que exhibe la base de datos, indican hechos relativos al sistema de accesos.

Ahora bien, cuando se clausura la puerta 2C, la base de datos no actualizada en ese momento opera de pseudoseñal a la que no corresponde situación señalada alguna. La pseudoinformación surge al sugerirse, atendiendo al significado convencional de las bases de datos y de su funcionamiento, que existe una situación del tipo σ' que soporta la información correspondiente, cuando en realidad no la hay. Obviamente, encontramos que la ligadura que hace posible el flujo de la información en este caso es condicional. Dependiente de las condiciones físicas que determinan el funcionamiento de BD al nivel físico, como de las condiciones y estado de la parcela de la realidad representada. Ambas condiciones determinan que el flujo sea de información más que de pseudoinformación. Como dijimos, en el plano conceptual la situación es análoga a la que se da con los enunciados falsos y las falsas creencias y en el plano físico es análoga a la que se da con los termómetros defectuosos.

Ilustraremos con un ejemplo esta distinción entre la información soportada y llevada por BD:

Supongamos que las tablas presentadas arriba constituyen la base de datos BD. Es fácil ver que BD soporta los siguientes infones:

<<Tamaño en tablas, BD, 3; 1>>

<<Tamaño, Pasaje-de, 3; 1>>

Se trata de hechos que sí soporta BD y que, por tanto, reflejan la estructura interna de la situación BD. Hechos que sirven para clasificar BD y sobre los que no puede contener información errónea.

La consideración de estos ejemplos nos permiten plantear un aspecto de la capacidad expresiva de la TS ciertamente interesante.

Supongamos, que extendemos BD con el conjunto de relaciones *Rel* a la base de datos $BD^* = Rel \cup \{\text{tamaño-de}\}$, constituida por las tres tablas expuestas arriba más la tabla que representa el tamaño de los componentes de BD:

Tamaño-de	
Pasaje-de	3
Puerta-de	3
Apertura-de	3
Tamaño-de	4

Aunque esta ampliación es perfectamente consistente no se puede dar cuenta de BD^* en la teoría relacional clásica de las bases de datos, ya que viola la restricción que impone el “Axioma de Fundación” para el instrumental conjuntista al nivel de la metateoría.

Como dijimos, construiremos el contenido semántico de una tabla como la extensión de una relación y el contenido semántico de la base de datos como un conjunto finito de tales relaciones. Cada línea de la tabla corresponderá a un infón básico (o enunciado atómico en un lenguaje lógico estándar), y

cada tabla es por sí misma la conjunción de estos infones (o enunciados).

La semántica de la extensión BD^* viene determinada por modelos M para $Rel \cup \{\text{Tamaño-de}\}$ en los que la interpretación de “Tamaño-de” consiste en los pares $\langle R, n \rangle$, donde $R \in Rel$ y n es la cardinalidad de R .

Intuitivamente no hay objeción a la extensión BD^* , aunque, si operamos con la teoría usual (jerárquica) de conjuntos en la metateoría (la de Zermelo-Fraenkel (ZF) que incorpora el Axioma de Fundación (AF)) no puede haber extensión BD^* de BD , so pena de no contar con modelo alguno y, por tanto, de ser calificada de inconsistente. Pero nótese que no es semánticamente inconsistente desde el punto de vista de nuestras intuiciones. Por el contrario, de hecho es verdadera.

El problema tiene su origen en que en la interpretación de la tabla “Tamaño-de” en M , adopta la forma “ n tamaño-de tamaño-de” (nRR) con lo que nos encontramos con una instancia de relación “no bien fundada”.

En general una relación binaria R es “bien fundada” si no existe sucesión infinita a_0, a_1, \dots tal que $a_{n+1} R a_n$ para $n = 0, 1, \dots$. Dicho de otro modo, siempre que la propiedad P se cumple para algún x en el rango de R , entonces hay algún x que tiene la propiedad P , pero no hay y tal que yRx que tenga la propiedad P .

Con esta estipulación se trata de evitar que se den relaciones circulares y cadenas descendentes infinitas de conjuntos propiciadas por la relación “ser constituyente” \in , entendida como cierre transitivo de la relación de pertenencia:

Son relaciones circulares las sucesiones finitas de longitud ≥ 2 tales que cada conjunto es un constituyente del siguiente de forma que: $a \in, \dots, \in a$.

Un conjunto a se dice que es “bien fundado” si no hay sucesión infinita a_0, a_1, \dots tal que $a_0 \in a$ y $a_{n+1} \in a_n$ para $n = 0, 1, \dots$ (Aczel (1988)).

Una vez asumido el Axioma de Fundación (AF) que establece que todo conjunto es bien-fundado, no es difícil demostrar que para cualesquiera relaciones R y S , si hay un objeto a tal que aRS , no puede haber objeto b tal que bSR . La existencia de un objeto tal nos conduce directamente en esas condiciones a una construcción circular.

En particular para $R=S$ = “Tamaño-de”, tenemos que nRR viola la condición impuesta por el Axioma de Fundación incorporado en ZF.

En realidad nos enfrentamos a un ejemplo de “situación no bien fundada”, en la medida en que las bases de datos son situaciones.

En su interpretación originaria, lo que el Axioma de Fundación establece es que la relación de pertenencia es bien fundada: Si la Propiedad P es satisfecha por algún conjunto a , entonces hay un b , tal que, b cumple P , pero no puede haber b' , $b' \in b$ tal que b' cumpla P .

Hemos visto las consecuencias de esta restricción para el caso de las bases de datos. Si s es la situación que consiste en la tabla “Tamaño-de”, tenemos que $s \models \langle\langle \text{Tamaño-de}, s, 4; 1 \rangle\rangle$. Ello hace de la relación “ser constituyente” no bien fundada. Por lo que, asumida ZF en la metateoría, representaciones semánticamente consistentes no pueden ser reflejadas en la teoría. Si en lugar de trabajar con ZF, asumimos como metateoría ZF^* , ZF sin el Axioma de Fundación, y distinguimos los modelos bien fundados, diremos que BD no tiene modelos bien fundados. Si además enriquecemos la teoría con un Axioma de Antifundación (ver Aczel (1988)), BD contará con modelos que mostrarán que no es inconsistente.

Sin duda, muchas de las situaciones en las que el agente situado participa son inherentemente circulares. Todas las que involucran cierta modalidad de reflexividad en la forma de autorreferencia, autoconsciencia, etc. y las relativas a conocimiento común, creencias mutuas, información compartida, etc.

Situaciones del tipo en que alguien afirma (pongamos que es la señora T): “Esta situación es insoportable”, dan lugar a instancias de los fenómenos aludidos.

Sea s la situación referida, entonces el demostrativo “esta” establece una relación representable mediante el infón <<se refiere, Sra.T, s >>, pudiendo ser la situación de enunciación s' parte de la situación referida.

En las situaciones de conocimiento común¹⁷ de un hecho por dos agentes, contamos con un hecho que se da en una situación s , parte de la que incluye dicho hecho, incluyendo otra parte la constancia que tienen ambos agentes (pongamos a y b) de ese hecho: Sea s el infón que representa el hecho aludido. Así, la representación de la situación de conocimiento común da lugar a la siguiente construcción circular:

$$- s \models \sigma$$

$$- s \models \langle\langle \text{sabe}, a, s \rangle\rangle$$

$$- s \models \langle\langle \text{sabe}, b, s \rangle\rangle.$$

La limitación impuesta por el Axioma de Fundación es, ciertamente, drástica, si reparamos en que impide este tipo de construcciones.

¹⁷ Para contar con una serie de ejemplos ciertamente ilustrativos a este respecto ver Barwise (1986) y (1988a).

El trabajo de Aczel (1988), ha sido decisivo a la hora de proporcionar una formulación consistente de la teoría de conjuntos que evite el problema señalado.

Aczel proporciona una teoría de conjuntos arbitrarios que garantiza la legitimidad de conjuntos que son miembros de sí mismos (denominados por Barwise “Hiperconjuntos”) (Barwise & Moss (1991b)).

En última instancia, las intuiciones que respaldan ambas concepciones de los conjuntos, la clásica y la de los “Hiperconjuntos” adoptada por la TS son distintas: en la TS las situaciones, objeto de estudio de la teoría, son primitivas y los conjuntos son concebidos como resultado de abstraer toda estructura de las mismas, no como acumulaciones de objetos previamente dados.

Un modo de describir los conjuntos es asociándolos a grafos¹⁸ $G = \langle g, \rightarrow, p \rangle$ en los que g es un conjunto de nodos, \rightarrow es una relación “flecha” que liga pares de nodos (n, m) , siendo p el nodo origen, del que se alcanza cualquier otro mediante \rightarrow .

Diremos que G está bien fundado si no se dan cadenas descendentes infinitas en la relación de \rightarrow .

El Axioma de Fundación establece que todo grafo asociado a un conjunto es bien fundado. En concreto, la correspondencia entre grafos y conjuntos se establece mediante la función d de “decoración” que tiene como dominio el conjunto de nodos y se define de tal forma que se satisface la siguiente ecuación:

¹⁸ Ver Aczel (1988) y Barwise & Etchemendy (1987) para la aplicación de la propuesta de Aczel al análisis de las paradojas semánticas.

$$d(n) = \{ d(m) : n \rightarrow m \}$$

Se dice que un grafo “describe” un conjunto B , si hay una decoración d , tal que, $d(p) = B$.

En un primer paso, si se considera ZF^* (esto es, ZF - AF), tenemos que para ZF^* se cumple que todo grafo bien fundado describe un conjunto. ZF (esto es, $ZF^* + AF$) establece que sólo los grafos bien fundados describen conjuntos.

La propuesta de los “hiperconjuntos” de Aczel, viene a estipular que los conjuntos son esos que pueden ser descritos por cualquier grafo. Para lo que formula el Axioma de Anti-Fundación (AAF) que podría ser expresado como sigue: “Todo grafo describe un único conjunto”.

AAF también puede ser formulado por recurso al “Lema de Solución” (Aczel (1988)), que intuitivamente expresa que todo sistema de ecuaciones de la forma $X = \{X\}$, $X = \{X, Y\}$, etc,... tiene una única solución.

Volviendo al ejemplo de la base de datos, una vez enriquecida la metateoría con ZFAAF (ZF^*+AAF)¹⁹, surge la posi-

¹⁹ Una cuestión que parece estar directamente relacionada con la adopción de AAF es la de la consistencia de las construcciones resultantes. Puesto que AF fue propuesto para evitar paradojas como la de Russell concerniente a la relación de autopertenencia, parece que la incorporación de los “hiperconjuntos” ha de resucitar tales paradojas. A este respecto debemos mencionar el resultado de Aczel (1988), en el que se establece que si ZF^* es consistente, entonces ZFAAF también es consistente. Como se indica en Barwise and Moss (1991b), las restricciones impuestas a la teoría de conjuntos estándar (Axioma de Separación), impiden la generación de las referidas paradojas al establecer que no puede haber conjunto que tenga todos sus subconjuntos como elementos y, por tanto, que no puede haber un conjunto de todos los conjuntos. Entidades como el “conjunto” de los conjuntos bien fundados no son conjuntos sino clases propias, puesto

bilidad de construir estructuras que muestran que BD^* es consistente.

En concreto, para cualquier conjunto *Rel* de relaciones básicas y cualquier conjunto *A* de individuos, hay situaciones *s* que contienen infones de la forma $\langle R, s, a, \dots \rangle$ que tienen una única solución.

Una vez legitimadas las situaciones, no bien fundadas en el nuevo marco, se abre toda una serie de posibilidades para el análisis de “procesos de razonamiento de alto nivel” como las que involucran el conocimiento común, la información compartida, etc.

Dotados con el universo de hiperconjuntos, se abre la posibilidad de construir todo un dominio de objetos complejos (el contemplado por Aczel (1990)), a partir de infones, situaciones, tipos, conjuntos y relaciones con diversas aplicaciones, entre ellas, el análisis de las bases de datos relacionales, con una semántica más cercana a la del lenguaje natural.

En concreto, una de las aplicaciones de una teoría de los objetos complejos, sería el aumento de la capacidad expresiva de las bases de datos que sólo pueden incorporar objetos ató-

que contiene a todos sus subconjuntos como elementos. Pero lo importante es que esto, en cualquier caso, no afecta a la coherencia de los hiperconjuntos. Aunque una vez abierto el mundo de las situaciones que se tienen a sí mismas como constituyentes, no toda construcción está legitimada como lo muestra el siguiente ejemplo: Supuesto AAF, hay una situación $s = \{\langle \text{factual}, s, 0 \rangle\}$, tal que, si *s* es factual, $\langle \text{factual}, s, 0 \rangle$ es un hecho, esto es, *s* no es factual. De aquí se sigue que *s* no puede ser factual, pero esto significa que $\langle \text{factual}, s, 0 \rangle$ es un hecho y, por tanto, factual. De lo que se deriva una contradicción. La lección que se extrae del ejemplo, es que una vez asumidos principios fuertes como AAF, es necesaria una teoría de relaciones que determine qué predicados pueden utilizarse legítimamente para expresar propiedades, algo que es una tarea pendiente para la TS.

micos como valores de atributos. Esta ampliación permitiría expresar información disyuntiva, p.ej., junto a la propiamente conjuntiva, o incluir información parcial estructurada mediante parámetros.

En esta línea se plantea el trabajo de Rounds (1991) que se sirve de las técnicas de la TS (entre ellas de los hiperconjuntos), para aplicarlas a las bases de datos.

ALGUNAS CONSIDERACIONES FINALES

Hemos visto que en la nueva aproximación los esquemas de representación y sus contenidos informativos están íntimamente ligados, pero no en la forma de una asociación de conjuntos de modelos a expresiones de un lenguaje al estilo clásico.

En definitiva el concepto de representación se extiende, deja de ser unívoco en el sentido de referir exclusivamente a estructuras simbólicas explícitas (expresiones de un lenguaje), para pasar a ser simplemente un componente de una situación informativa que, teniendo en cuenta las circunstancias, ejerce de recurso clasificatorio, determinando el contenido informativo de una situación en relación a una restricción.

Dicho de otra manera, la representación sirve a la determinación del contenido informativo, pero no lo determina exclusivamente, sino en compañía de otros factores que pueden no estar representados: las circunstancias c reinantes con su estructura propia y las restricciones operantes (condicionales o no relativas a la estructura de c).

La representación no aparece sino como componente de la situación informativa, no se puede desvincular de la situación en la que se da, frente a la idea tradicional en los lenguajes lógicos. No podemos abstraer esos otros factores a los que

aparece ligada y hablar de representación “simpliciter”, al menos, si deseamos proporcionar una asignación de contenido objetivo e independiente de una interpretación propuesta.

Dijimos, en repetidas ocasiones, que las situaciones son el “locus” propio de la información. El contenido informativo de una situación es proposicional (entendido en el sentido de proposición aludido en 1.1.3.), permitiendo una clasificación absoluta de la realidad. Dada una restricción factual fundada en alguna correlación entre situaciones, el contenido informativo de una situación, señal o estados, es que hay una situación o estado de otro cierto tipo. Se trata en último término de una instancia de clasificación.

Cuando decíamos que un hecho llevaba cierta información, aludíamos a la información contenida por una situación (o un estado), que hacía factual tal hecho. Recogiendo esta manera derivada de hablar de la información contenida en las situaciones, se dice que el contenido informativo de un hecho es una proposición. Este modo resumido de hablar se impone porque son los hechos los que ejercen de indicadores de las relaciones informacionales.

En virtud de la idea de inferencia situada, los juicios de corrección de la inferencia son relativos a los contenidos informativos movilizados y, en último término, la legitimidad de la inferencia depende de la estructura de las circunstancias en que se da la representación.

Creemos que ya se han dado suficientes sugerencias sobre la relevancia de la Teoría de la Información para la Empresa de Representación del Conocimiento. Teniendo en cuenta, la dirección tomada por la teoría de la información, es de esperar que pueda servir a la explicación de cómo bases de datos o de conocimiento distintas pueden contener la misma información con distintas representaciones. Si bien desde esta

perspectiva la vinculación entre el estudio de la información y ciertos desarrollos en Inteligencia Artificial es manifiesta, no lo es menos la que mantiene con las ciencias de la cognición. En última instancia, basta concebir los estados mentales como cierto tipo de situaciones de representación. Somos conscientes que muchas de las tesis sostenidas (o el modo en que son sostenidas) por los cultivadores de la Teoría de Situaciones son criticables y están sometidas a debate.

Abstract: *En este artículo presentamos algunos de los aspectos característicos de una "aproximación situada" -entendida en términos de la Teoría de Situaciones- a los fenómenos de la Inferencia, la Información y la Representación del Conocimiento. Sabemos que la concepción lógica clásica da cuenta de ellos en virtud de conceptos como los de "forma lógica", "modelo" y las relaciones entre los mismos. La Teoría de Situaciones, tomada como Teoría General y Cualitativa de la Información, proporciona un marco en el que analizar las relaciones entre los esquemas de representación y los contenidos informativos atribuidos a los mismos, partiendo del estudio de la estructura de las relaciones informacionales postuladas en la explicación del flujo de la información. Una vez introducidos los conceptos básicos de la teoría, consideraremos una aplicación informal del análisis situado al caso de la representación en forma de base de datos y veremos además en qué medida el nuevo marco permite mejoras en la interpretación de este tipo de representación.*

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACZEL, P. (1988). *Non-Well-Founded Sets*. (Stanford, CA.): CSLI Lecture Notes No. 14.
- . (1990). Replacement Systems and the Axiomatization of Situation Theory, in Cooper *et al.* (eds.) (1990), pp. 3-32.

-
- BARWISE, J. (1986). Situations, Sets and the Axiom of Foundation. *Studies in Logic : Logic Colloquium '84*. Reprinted in Barwise (1989), pp. 221-254.
- . (1988a). On The Model Theory of Common Knowledge. (Stanford, CA.): CSLI Report No. 88-122. Reprinted in Barwise (1989), pp. 201-220.
- . (1988b). Notes on Branch Points in Situation Theory. In Barwise (1989), pp. 255-276.
- . (1989). *The Situation in Logic*. Stanford, CA., CSLI Lecture Notes N° 17.
- . (1992). Constraints, Channels and The Flow of Information. Unpublished Draft.
- BARWISE, J. & ETCHEMENDY, J. (1987). *The Liar: An Essay on Truth and Circularity*. (New York, Oxford University Press.)
- . (1990). Information, Infons, and Inference. In: Cooper *et al.* (eds.) (1990), pp. 33-78.
- BARWISE, J. & PERRY, J. (1983). *Situations and Attitudes*. (Cambridge Mass., MIT Press.)
- BARWISE, J. & MOSS, L. (1991a). Lectures on Situation Theory and Its Foundations. Notes for Summer Courses of Sicily and Saarbrücken, 1991.

- . (1991b). Hypersets. *The Mathematical Intelligencer* 4, pp. 31-41.
- BARWISE, J. & PETERS, S. (1987). Naive Situation Theory. Unpublished Draft.
- BARWISE, J., GAWRON, J.M., PLOTKIN, G. & TUTIYA, S. (eds.) (1991). *Situation Theory and Its Applications. Vol. II.* Stanford, CA., CSLI Lecture Notes n° 26.
- COOPER, R., MUKAI, K. & PERRY, J. (eds.) (1990). *Situation Theory and Its Applications. Vol. I.* Stanford, CA., CSLI Lecture Notes N° 22.
- DEVLIN, K. (1991). *Logic and Information.* (Cambridge, Cambridge University Press.)
- DRETSKE, F.I. (1981). *Knowledge and the Flow of Information.* (Cambridge Mass., MIT Press.)
- ISRAEL, D., & PERRY, J. (1990). What is Information?. Stanford, CA., CSLI Report N° 91-45.
- ISRAEL, D., PERRY, J. & TUTIYA, S. (1991). Actions and Movements. *IJCAI 1991*, J. Mylopoulos and K. Reier (eds.), (San Mateo CA., Morgan Kaufmann), pp. 1060-1065.
- JACOBS, B. (1985). *Applied Database Logic.* (Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall.)
- LEVESQUE, H (1986). Knowledge Representation and Reasoning. *Ann. Rev. Comput. Sci* 1, pp. 355-389.

- ROUNDS, B. (1991). Situation Theoretic Aspects of Databases.
In Barwise *et al.* (eds.) (1991), pp. 229-256.
- SELIGMAN, J. & BARWISE, J. (1993). Channel Theory:
Toward a Mathematics of the Imperfect Information
Flow. Unpublished Draft.
- SELIGMAN, J. (1990). Perspectives in Situation Theory. In
Cooper *et al.* (eds.) (1990), pp. 147-192.

