



HACIA UNA TEORÍA SEMÁNTICA DE LA INFORMACIÓN

TOWARDS A SEMANTIC THEORY OF INFORMATION

Ricardo Pérez-Amat García

Universidad Rey Juan Carlos, Madrid
E-mail: ricardo.perez@urjc.es

Palabras clave: Semántica, pragmática, lógica borrosa

Key words: Semantic, pragmatic, fuzzy logic

Problema informacional: Semántico

Information problem: Semantic

Resumen. *La información puede entenderse como aquello que reduce la incertidumbre, cualquiera que sea el origen de esta. En el ámbito de la comunicación humana, la información sólo tiene sentido si se enmarca dentro de una acción finalizada, intencional. El significado debe estudiarse desde la perspectiva empírica del uso del lenguaje.*

Abstract. *Information can be understood as that which reduces uncertainty, whatever the origin of this. In the field of human communication, information is only meaningful if it is part of an action is finished, intentional. Meaning will be raised from the empirical perspective of use of language.*

Si se estudian los procesos de significación a través de la transmisión de los usos normales del lenguaje, vemos que se produce comunicando un conjunto de categorías prototípicas, los hechos medulares o centrales que, como hipótesis empírica, definen al significado; pero si hay unos hechos centrales para enseñar el uso normal de las palabras, también debe haber unos hechos más o menos periféricos cuyo conocimiento es necesario para comunicarse en contextos alejados de la "norma conceptual denotativa", de modo que el significado puede representarse mediante un subconjunto difuso del conjunto partición del universo del discurso.

If we study processing of signification through transmission of normal use of language, we will see that it take place communicating a set of prototype categories, the medullary or central facts, that defines meaning as empirical hypothesis. But if there are central facts to learn the use of words, also it must exists facts more or less peripheral which knowledge is necessary in contexts so far of the "denotative conceptual norm", so that meaning can be represented by a fuzzy set of universe of discourse set.

Esta concepción del significado se puede integrar con un modelo formal de fuente semántica. Se puede plantear una medida de la información semántica mediante el recurso a una entropía no probabilística.

This concept of meaning can be integrated in a formal model of semantic source. Information can be measured by a non probabilistic entropy.

1 PRESENTACIÓN

“En fisiología, en etología, en psicología y en ciencias sociales, las matemáticas casi no aparecen si no es en la forma de recetas estadísticas cuya propia legitimidad resulta sospechosa; sólo hay una excepción: la economía matemática, con el modelo de las economías de cambio de Walras-Pareto, que lleva a plantear problemas teóricos interesantes (...).

(...)

Desde luego, los especialistas saben de esta degeneración relativamente rápida de las posibilidades del instrumento matemático (...), pero la cuestión se airea muy poco al gran público.

(...)

Desde la perspectiva del uso interno, (...) las técnicas de matematización aproximada (aproximación) hacen posible la eclosión de una considerable producción «científica». Toda tentativa de modelización cuantitativa, tanto si tiene fundamento como si está poco o mal fundamentada, puede ser motivo de una publicación científica.”¹

Al iniciar esta Presentación con esta cita del matemático René Thom he querido mostrar –si me permiten el uso de la primera persona en este Encuentro- desde el principio el carácter teórico y formalizador de esta investigación, aun siendo consciente de los riesgos –de todo tipo, incluso prácticos- que comporta tal empeño. Si es verdad que la actividad científica tiene que ver con una *forma de vida*, como afirmó Paul Feyerabend², no podía ser de otra manera si se intenta comprender mi trayectoria científica y académica.

Desde el principio de mi vida de profesor universitario, en tanto que físico y docente en ciencias de la comunicación (social), me llamó la atención que la obra clásica de Shannon y Weaver³ –así en pareja- fuese una referencia bibliográfica casi constante en la producción científica de mi ámbito académico, tanto nacional como internacional. Muchas veces, el asunto investigado no justificaba la inclusión de la referencia, que se quedaba en eso, en una mera entrada de un repertorio bibliográfico. Otras veces, cuando había mayor justificación, se despachaba el tema, aun reconociéndole el mérito de haber abierto un

¹ THOM, R.: “Matemática y teorización científica”, en APÉRY, R. y Otros, *Pensar la Matemática*, Barcelona, Tusquets, 1984, pág. 139.

² FEYERABEND, P.: *Tratado contra el método*, Madrid, Tecnos, 1981.

³ SHANNON, C. E. y W. WEAVER: *Teoría matemática de la comunicación*, Madrid, Forja, 1981.

camino, diciendo casi apriorísticamente que ese camino ya estaba agotado, que el modelo matemático de la comunicación solo era válido para la ingeniería, que era incapaz de dar cuenta del *significado* –Shannon lo excluía explícitamente- y que nos remitía a un modelo “transportista” de la comunicación, aspectos ambos indispensables para el estudio de la comunicación social. No daban muchos más argumentos –hablo en pasado, por educación, ya que en la actualidad, aunque con mucha menor presencia, ocurre más o menos lo mismo-, probablemente por desconocimiento de la herramienta matemática, de los precedentes, de su variada evolución o, simplemente, porque se había “pasado de moda”, dicho en terminología de Thomas Kuhn⁴, se había cambiado de *paradigma*. Por elegancia, y más después de mi larga dedicación a la gestión universitaria, no daré nombres ni obras, tampoco de las excepciones, que las hay y honrosísimas, pero así puede ser descrita, en lo que se refiere al interés por la formalización, la situación de mi ámbito académico cuando empecé mi andadura por él.

Pero tuve la intuición de que no debía ser de ese modo, así que con el bagaje de mi formación científica y alentado por uno de mis primeros “maestros”, Santiago Montes (q.e.p.d.), me propuse investigar contracorriente las relaciones entre ese concepto matemático de información y el significado, tratando de demostrar que tras Shannon y Weaver no tiene porque haber un modelo “transportista” de la comunicación: el modelo de estos autores se puede entender como un modelo de “puesta en común”. Desde entonces y hasta el presente trabajo he ido cubriendo diferentes etapas de un estudio que todavía no quiero dar por finalizado. Ciertamente es que entre medias me he ocupado de otras investigaciones aplicadas y que con el transcurrir de los años mi dedicación ha sido menos intensa, prácticamente nula en los últimos ocho, ocupados casi exclusivamente a mi compromiso directivo con la Universidad Rey Juan Carlos y a la creación y consolidación de un Grupo de Investigación en Comunicación, Sociedad y Cultura (GICOMSOC); pero de alguna manera siempre he estado dispuesto, aunque sea de modo tangencial, a regresar a la que fue mi línea de trabajo principal, Ese trabajo creo que dio algunos frutos, tal vez modestos, el último de los cuales (aunque tenga ya algunos años) es el que voy a exponer.

Volviendo a las “modas”, la teoría de Shannon y Weaver⁵ fue durante largo tiempo más que eso. Los conceptos y el modelo derivado de la misma inundaron muy diversos campos del saber. Como escribí en la introducción a un trabajo anterior:

⁴ KUHN, T. S.: La estructura de las revoluciones científicas, México, Fondo de Cultura Económica, 1971.

⁵ Por simplificar esta Introducción sólo cito a estos autores, pero lo cierto es que antes, durante y después de Shannon y Weaver han habido muchos científicos empeñados en el desarrollo de esta corriente; por citar unos pocos, Hartley, Nyquist, Küpfmüller, Ashby, Wiener, Von Bertalanffy, Bar-Hillel, Carnap, Jakobson, Hintikka, etcétera.

“Hubo un tiempo en el que la Teoría matemática de la comunicación era considerada como un «terreno fértil» donde podían coincidir numerosas y variadas disciplinas científicas. La teoría de Shannon había sido recibida con entusiasmo por la comunidad científica, y servía de modelo para abordar problemas de ámbitos tan diversos como la Lingüística, la Estética o la Teología. Después de ese entusiasmo inicial, tal vez exagerado, vino el desencanto, el desinterés por lo que podía aportar la teoría de Shannon. La ausencia o escasez de resultados válidos, las aplicaciones precipitadas o erróneas, la falta de rigor y quizás la impaciencia, hicieron que se fuera perdiendo paulatinamente la atención de esas disciplinas.

(...)

Así es que transcurrido un tiempo prudencial desde su aparente agotamiento –el inicio del declive interdisciplinar de la teoría matemática de la comunicación se puede situar, un tanto arbitrariamente, en el Coloquio Internacional de Royaumont de 1965-, durante el cual la teoría de la información se ha desarrollado sin la distorsión de la atención excesiva de disciplinas ajenas, a la vez que se han explorado otras vías en el estudio formal de la comunicación humana, es útil y conveniente volver a plantearse el estudio de la comunicación humana desde la perspectiva de la teoría matemática de la comunicación.”⁶

Si como señalaba en la cita anterior, el comienzo del olvido académico de la teoría matemática de la comunicación se puede situar en los Coloquios Internacionales de Royamont del año 1965⁷, una cierta y pasajera recuperación del interés interdisciplinar se produjo en los seminarios celebrados en la Facultad de Ciencias de la Información de la UCM, al amparo de una financiación de la DGICYT, los cursos 1992/93 y 1993/94⁸, en los que tuve el honor de participar. Mientras tanto mi trabajo se desarrollaba en una cierta, aunque productiva, soledad, como lo prueba el hecho de que en estos años, además de los mencionados seminarios, sólo haya encontrado dos obras desde planteamientos similares a los míos en el ámbito académico de las ciencias de la comunicación del estado español: me refiero a la Tesis Doctoral de Juan Miguel Aguado⁹ (hoy, Profesor Titular en la Universidad de Murcia), defendida en la Universidad

⁶ PÉREZ-AMAT, R.: *Información y Significado*, Madrid, UCM, 1990, págs. VI-VII.

⁷ Véase: AA. VV., *El concepto de información en la ciencia contemporánea*, México, Siglo XXI, 1966.

⁸ Véase: CAFFAREL, C. (Ed.): *El concepto de información en las Ciencias Naturales y en las Ciencias Sociales*, Madrid, UCM, 1996.

⁹ AGUADO TERRÓN, J. M.: *Fundamentos epistemológicos del paradigma de la complejidad: Información, comunicación y autoorganización*, Tesis Doctoral, Departamento de Periodismo III, UCM, 1998. Este trabajo revisado fue publicado con el título: *Comunicación y cognición. Las bases de la complejidad*, Sevilla, Comunicación Social Ediciones, 2003.

Complutense, y a la investigación sobre “Caos y Comunicación” de Ismael Roldán¹⁰, de la Universidad de Sevilla.

En este marco de “vida” científica y académica se sitúa la presente investigación, relativa a mi comprensión del *significado* o, si se quiere, del *sentido*; a la construcción semiótico-cibernética de un modelo de usuario de la comunicación y de la comunicación misma; y a la elaboración de un modelo formal para el análisis *semántico-pragmático* de la información.

Para concluir esta Introducción, me voy a permitir una licencia, la de citar “algo” cuya relación es muy indirecta con lo que vengo diciendo, pero que subraya la idea de que existe una relación entre las matemáticas y la comunicación, entre las matemáticas y el periodismo. El autor de la cita es el matemático norteamericano John Allen Paulos, y escribe:

“Es hora de revelar un secreto: la función principal de las matemáticas no es organizar cifras en fórmulas y hacer cálculos endiablados. Es una forma de pensar y de hacer preguntas que sin duda es extraña a muchos ciudadanos, pero que está abierta a casi todos.

Como veremos, las «noticias numéricas» complementan, profundizan y por lo general socavan las «noticias humanas». Tener en cuenta la probabilidad puede mejorar la información sobre la delincuencia, sobre los peligros que acechan a la salud o sobre las tendencias raciales y étnicas. La lógica y la autorreferencia pueden ayudar a comprender los peligros de la fama, del tratamiento partidista de la información, de la implicación personal en la noticia. La economía laboral o empresarial, el principio de la multiplicación y la sencilla aritmética ponen al descubierto las ideas equivocadas del consumidor, las trampas electorales y los mitos del deporte. El caos y la dinámica lineal sugieren lo difíciles y a menudo inútiles que son las predicciones económicas y medioambientales. Y algunas ideas matemáticas extraídas de la filosofía y la psicología aportan una nueva perspectiva en distintos asuntos de interés público. *Todos estos elementos nos permiten adoptar un enfoque revelador, aunque indirecto, del Quién, Qué, Dónde, Cuándo, Por qué y Cómo tradicionales en el arte periodístico.*”¹¹

2 UN MODELO DE ANÁLISIS SEMÁNTICO-PRAGMÁTICO DE LA INFORMACIÓN

“El hecho de que no podamos interpretar un discurso a menos que seamos capaces de continuarlo indica que un algoritmo que interpretara un discurso arbitrario tendría que

¹⁰ ROLDÁN SERRANO, I.: *Caos y Comunicación. La teoría del caos y la comunicación humana*, Sevilla, Mergablum, 1999.

¹¹ PAULOS, J. A.: *Un matemático lee el periódico*, Barcelona, Círculo de Lectores, 2001, pág. 11; las cursivas son mías.

ser lo suficientemente inteligente para examinar todos los posibles discursos racionales, semirracionales y poco racionales que pudiesen construir de modo físicamente posible todas la criaturas físicamente posibles.”¹²

En trabajos anteriores¹³ he trazado el camino teórico –básicamente epistemológico– que me ha llevado a clarificar las relaciones entre la *información* y el *significado*, a establecer unas bases sólidas que permitan la construcción de una teoría (matemática) de la información que tenga en cuenta el lugar que ocupa el *significado* –una cierta noción de *significado*– o si se prefiere el *sentido* en la comunicación humana. Parte de ese esfuerzo ya está hecho, aquí sólo queda reunir las piezas del “rompecabezas” teórico y formular una propuesta que pueda conducir hacia un modelo de análisis *semántico-pragmático* de la información.

Antes de emprender el relato de esta etapa de nuestra investigación es conveniente recordar algunas de las conclusiones a las que hasta aquí he llegado en lo referente a los conceptos básicos que determinan los objetivos del trabajo. En su sentido más general, la *información* puede entenderse como aquello que reduce la incertidumbre, cualquiera que sea el origen de esta. En el ámbito de la comunicación humana, la *información* sólo tiene sentido si se enmarca dentro de una *acción finalizada*, intencional. Así, para el estudio de la comunicación humana, la *información* debe definirse como aquello que reduce la incertidumbre con respecto a alguna clase o modelo de intencionalidad. Por su parte, el significado es una noción problemática, cuyo estudio debe plantearse desde la perspectiva empírica del uso del lenguaje, para lo cual no sólo se necesita un modelo satisfactorio de usuario del lenguaje, sino también un modelo de comunicación igualmente satisfactorio.

Un buen punto de partida para buscar la “satisfacción” de tales modelos es la noción de *fente semántica* de Mariana Belis¹⁴. Pero antes, por necesidades del ulterior análisis, veamos una extensión de la medida de la información de Shannon, que en un cierto marco epistemológico puede ser caracterizada como *información pragmática*¹⁵, pero para no entrar aquí en debates estériles, la denominaré como sus

¹² PUTNAM, H., Representación y Realidad. Un balance crítico del funcionalismo, Barcelona, Gedisa, 2000, pág. 140.

¹³ PÉREZ-AMAT, R., 1990; “Información y entropía, en C.Caffarel, C. (Ed.), 1996, págs. 31-40.

¹⁴ BELIS, M.: “A theory of semantic communication”, en J. ROSE y C. BILCIU (eds.), *Modern trends in Cybernetics and Systems*, vol. 3, Berlin, Heidelberg/Nueva York, Springer, 1975, págs. 263-271.

¹⁵ PÉREZ-AMAT, R.: 1990, págs. 448-464.

autoras, M. Belis y S. Guiaşu, medida *cuantitativa-cualitativa* de la información¹⁶, se trata de la medida de la información cuyo planteamiento cibernético inicial puedo resumir en los siguientes términos:

“La analogía cibernética entre el hombre y la máquina consiste (...) en el hecho de que ambos son sistemas de control. Esto significa que la información se transmite y se procesa en vista a un objetivo, con respecto al cual las señales de control deben ser eficientes. Toda la actividad de un sistema cibernético (biológico o tecnológico) está dirigida hacia el cumplimiento de un objetivo. Por tanto, el sistema debe poseer un criterio de diferenciación cualitativa de las señales (...)

El criterio cibernético para la diferenciación de las señales se representa mediante la relevancia, significación o utilidad de la información (...) con respecto al objetivo.

La ocurrencia de un suceso reduce una doble incertidumbre: la cuantitativa que se refiere a su probabilidad de ocurrencia, y la cualitativa que se refiere a su utilidad para el cumplimiento del objetivo.”¹⁷

Sea un conjunto finito de sucesos E_1, E_2, \dots, E_n , con sus correspondientes probabilidades -objetivas- de ocurrencia p_1, p_2, \dots, p_n , y sus correspondientes utilidades -subjetivas- respecto a un objetivo dado u_1, u_2, \dots, u_n . La ocurrencia de un suceso individual proporciona una información I , cuya medida se define como una función de la probabilidad y de la utilidad: $I = I(u, p)$. Esta función debe satisfacer dos propiedades obvias. Primera: sean E y F dos sucesos independientes, cuyas probabilidades de ocurrencia son p y q , respectivamente; dado que la probabilidad del suceso conjunto ($E \cap F$) es igual al producto de las probabilidades de los sucesos independientes ($p \cdot q$), si los sucesos son indistinguibles respecto a la utilidad, es decir, si todos los sucesos, incluyendo el suceso conjunto, tienen la misma utilidad u , entonces la información del suceso conjunto debe ser igual a la suma de las informaciones de los sucesos independientes:

$$I(u, p \cdot q) = I(u, p) + I(u, q).$$

Segunda: si la utilidad u de un suceso se incrementa en un determinado valor, λu ($\lambda \geq 0$), entonces la información proporcionada por ese suceso debe incrementarse en ese mismo valor:

$$I(\lambda u, p) = \lambda I(u, p).$$

¹⁶ BELIS, M. y S. GUIAŞU: “A Quantitative-Qualitative Measure of Information in Cybernetics Systems”, *IEEE Trans. on Information Theory*, Vol. IT-14, N° 4, 1968, págs. 593-594.

¹⁷ *Ibid.*, pág. 593.

De donde se deduce que

$$\forall u \geq 0 \text{ y } 0 \leq p \leq 1, \quad I(u, p) = u I(1, p).$$

Si en la expresión de la primera propiedad que debe satisfacer esta medida cuantitativa-cualitativa de la información hago que la utilidad sea igual a la unidad, se obtiene

$$I(1, p q) = I(1, p) + I(1, q),$$

y si ahora hago que la función $I(1, p)$ dependa logarítmicamente de la probabilidad,

$$I(1, p) = F(\log p),$$

entonces,

$$F(\log p q) = F(\log p) + F(\log q),$$

ecuación que, si se tiene en cuenta la propiedad del logaritmo de un producto, se transforma en

$$F(\log p + \log q) = F(\log p) + F(\log q),$$

cuya única solución continua es

$$F(\log p) = a \log p,$$

siendo a una constante arbitraria. Así, la expresión deducida de la segunda propiedad que debe satisfacer esta medida ahora toma la forma

$$I(u, p) = u I(1, p) = u F(\log p) = a u \log p,$$

y si considero que a es una constante arbitraria, se puede hacer que $a = k$, con lo que se obtiene la medida buscada de la información que proporciona la ocurrencia de un suceso individual:

$$I(u, p) = -K u \log p.$$

Por extensión, también se puede medir cuantitativa-cualitativamente la cantidad media de información que proporciona un conjunto de sucesos independientes:

$$\begin{aligned} I(u_1, u_2, \dots, u_n, p_1, p_2, \dots, p_n) &= \sum_{i=1}^n p_i I(u_i, p_i) = \\ &= -K \sum_{i=1}^n u_i p_i \log p_i \end{aligned}$$

Esta medida cuantitativa-cualitativa de la información, cuando se aplica a casos en los que no existe o no se tiene en cuenta la intencionalidad, es decir, cuando la utilidad es la misma e igual a uno para todos los sucesos, se convierte en la medida de la entropía de Shannon, como puede comprobarse fácilmente.

Vayamos ahora con la anunciada noción de *fente* semántica de Mariana Belis. Una fuente semántica de información se define por un conjunto finito de símbolos, al que se denomina *diccionario*, sobre el que aplica un conjunto finito de reglas combinatorias, al que se denomina *gramática*, que generan un conjunto finito de estructuras (secuencias o cadenas de símbolos) que constituye el *lenguaje* de la fuente. Hasta aquí, en la medida en que la gramática se traduce por una distribución de probabilidades condicionales, no hay nada diferente de la fuente de información de Shannon y de la gramática de estados finitos con la que está estrechamente relacionada. Según Belis, un modelo como el anterior es insuficiente para sus propósitos, porque la mera aplicación de la gramática finita puede producir oraciones sintácticamente correctas, asunto discutible y discutido, sobre el que no es necesario volver, pero carentes de significado. Por ello, para evitar que la fuente de información pueda generar oraciones sin sentido, asunto también discutible, Belis introduce el concepto de *dominio de coherencia*, al que, desde el punto de vista semántico, define como “(...) un conjunto de proposiciones ligadas por un tema común, para el que son más o menos relevantes”¹⁸. Matemáticamente, un *dominio de coherencia* es un (sub)conjunto difuso cuya función característica, que aquí se denomina *función semántica*, representa el grado de relevancia de cada estructura (oración) del lenguaje de la fuente respecto al tema común.

Sean s_1, s_2, \dots, s_m los símbolos —a los que también se les llama palabras— del diccionario S_m de la fuente semántica de información. Sean o_1, o_2, \dots, o_n las estructuras u oraciones producidas por la aplicación de las reglas de la gramática G sobre los símbolos de S_m , oraciones que constituyen el lenguaje L_m de la fuente. Un dominio de coherencia d_j en L_m es un subconjunto difuso de L_m en el que, para cada oración o_i , la función semántica $f(o_i)$ toma un valor comprendido entre 0 y 1. El valor $f(o_i) = 0$ representa la ausencia de significado de o_i en el dominio d_j , mientras que el valor $f(o_i) = 1$ indica que la oración o_i tiene una “gran significación” en d_j .

¿Qué quiere decir que una oración posee una “gran significación” en un dominio de coherencia determinado? Según las definiciones que acabo de hacer, quiere decir que la oración pertenece nítidamente al conjunto de proposiciones que constituyen ese dominio de coherencia, que es “absolutamente” pertinente, totalmente relevante para el *tema común* que caracteriza el dominio. Pero ¿qué quiere decir *tema común*? La expresión es demasiado ambigua para no necesitar ulterior explicación. Belis no lo aclara mucho más de lo dicho, impregnando así de ambigüedad no sólo la definición de dominio de coherencia, sino

¹⁸ BELIS, M., 1975, pág. 264.

también el conjunto de su planteamiento teórico. Trataré de dar esa explicación, o mejor dicho, una posible interpretación precisa del concepto de dominio de coherencia, cuando haya terminado de examinar la teoría de Belis.

Así pues, el modelo de fuente semántica de información también incluye un conjunto finito D de dominios de coherencia, d_1, d_2, \dots, d_p , de modo que una misma estructura u oración del lenguaje de la fuente tiene asociada una función semántica que toma valores distintos, aunque no necesariamente distintos, en los diferentes dominios de D , es decir, el significado de una oración depende del dominio de coherencia en el que se produzca, lo que hace que el concepto de dominio de coherencia sea de alguna manera equivalente a la noción de contexto. Cada fuente semántica posee un orden de preferencia específico de los dominios de coherencia, el cual está representado por un conjunto finito de números reales K_j ($0 \leq K_j \leq 1$) que se asignan a cada dominio d_j de la fuente, números a los que Belis denomina *coeficientes de preferencia*.

Este modelo formal de fuente semántica de información es adecuado para describir cualquier *sistema semántico* cuyo modo de operar, en tanto que productor de símbolos, emisor de mensajes, sea bien determinístico o bien no determinístico. Dentro del segundo caso, Mariana Belis se interesa especialmente por los sistemas semánticos que operan de un modo que denomina “estocástico-controlado”, a saber, cuando la elección de símbolos se efectúa al azar –proceso de Markov- pero bajo el control de los dominios de coherencia, de forma que las oraciones sucesivas que produce el sistema tienen valores altos de la función semántica en el dominio de coherencia inicial. Todo esto en el caso de que el sistema semántico sea una fuente de información propiamente dicha, es decir, en el caso de que el sistema actúe como emisor. Cuando el sistema semántico actúa como receptor, el modelo de fuente semántica sigue siendo válido para la descripción de su proceso operativo: el sistema reconoce y decodifica las señales recibidas por comparación con los símbolos y estructuras que, con relación al conjunto de dominios de coherencia, tiene almacenadas en una memoria operativa.

Para que se pueda producir comunicación entre dos sistemas semánticos como los ideados por Belis, la situación debe satisfacer tres condiciones iniciales, aunque sea de forma incompleta, en cuyo caso la cantidad de información transmitida disminuye proporcionalmente al grado de incompletud. Estas condiciones son:

1. Los dos sistemas deben poseer el mismo *diccionario* y la misma *gramática*, lo que implica que deben producir las mismas *oraciones*, es decir, deben tener el mismo *lenguaje*.
2. Debe haber un *dominio de coherencia* común al que los dos sistemas asignen aproximadamente el mismo *coeficiente de preferencia*.

Sean dos sistemas semánticos \mathcal{A}^1 y \mathcal{A}^2 :

$$\mathcal{A}^1 = \{S^1, G^1, L^1, D^1, K^1\}$$

$$\mathcal{A}^2 = \{S^2, G^2, L^2, D^2, K^2\}$$

Supongo que se cumplen las anteriores condiciones comunicativas iniciales, lo que formalmente equivale a que:

$$S^1 = S^2, G^1 = G^2, L^1 = L^2$$

$$K_0^1 \approx K_0^2$$

Supongo también que la emisión sucesiva de estructuras puede ser tratada como un proceso de Markov¹⁹ de orden b , y que el proceso de comunicación es estacionario, aunque sea en intervalos temporales finitos. Normalmente, la comunicación entre sistemas con capacidad de aprendizaje, que son los que aquí interesan, no es estacionaria. Por ello, se debe asumir la estacionariedad del proceso de comunicación en intervalos temporales finitos. Si consideramos a cada una de las fuentes en ausencia de la otra, sus *entropías características*, de acuerdo a la medida *cuantitativa-cualitativa* de la información de Belis, se definen mediante las ecuaciones siguientes:

$$\mathcal{A}^1: H^1 = -K_0^1 \sum_{i=1}^n f_0^1(o_i) p^1(o_i/o_b) \log p^1(o_i/o_b)$$

$$\mathcal{A}^2: H^2 = -K_0^2 \sum_{i=1}^n f_0^2(o_i) p^2(o_i/o_b) \log p^2(o_i/o_b)$$

Donde $p^1(o_i/o_b)$ y $p^2(o_i/o_b)$ son las probabilidades condicionales de la estructura u oración o_i cuando ya han sido producidas b estructuras por la fuente \mathcal{A}^1 y por la fuente \mathcal{A}^2 , respectivamente.

Al comienzo de la interacción comunicativa entre los dos sistemas semánticos, cada uno de ellos “ignora” cuál es la entropía característica del otro. Pero no lo “ignoran” todo el uno del otro. El conocimiento (subjetivo) que un sistema semántico tiene del otro sistema se representa por la *entropía reflejada*, esto es la entropía de una fuente vista por la otra. Así, la entropía reflejada de \mathcal{A}^1 (en \mathcal{A}^2) es:

$$H^{1,2} = -K_0^{1,2} \sum_{i=1}^n f_0^{1,2}(o_i) p^{1,2}(o_i/o_b) \log p^{1,2}(o_i/o_b)$$

¹⁹ Aquí, la dependencia del proceso de Markov, a diferencia de la teoría de Shannon, no se establece entre señales o símbolos, sino entre estructuras u oraciones, lo que implica que la determinación de las probabilidades condicionales sea bastante más difícil.

y la de \mathcal{A}^2 (en \mathcal{A}^1):

$$H^{2,1} = -K_0^{2,1} \sum_{i=1}^n f_0^{2,1}(o_i/o_b) p^{2,1}(o_i/o_b) \log p^{2,1}(o_i/o_b)$$

Donde el segundo superíndice señala que los valores del coeficiente de preferencia, la función semántica y la probabilidad condicional son los que el sistema marcado con ese segundo superíndice asigna “subjetivamente” al sistema marcado con el primer superíndice. La diferencia entre esos valores “subjetivos” y los valores objetivos que definen el estado inicial del sistema, entre la entropía reflejada y la entropía característica, depende del conocimiento inicial de un sistema sobre el otro. Este conocimiento normalmente aumenta durante la comunicación, ya que en ella se produce un proceso de *reconocimiento de patrones*, por el cual uno de los sistemas “(...) descubre la verdadera distribución de probabilidad del otro (...) [sistema] y los valores de su coeficiente de preferencia y de sus funciones semánticas”²⁰.

Simultáneamente con ese reconocimiento de patrones, en la comunicación se produce otro proceso mediante el cual la presencia de una fuente modifica cuantitativa y cualitativamente la entropía característica de la otra. Es el proceso de *influencia mutua*, que está representado por la *entropía condicional*.

Sea $p^{1/2}(o_i/o_b^1, o_b^2)$ la probabilidad condicional de que la fuente \mathcal{A}^1 emita la oración o_i cuando previamente han sido emitidas b oraciones por \mathcal{A}^1 y por \mathcal{A}^2 ; sea $f_0^{1/2}(o_i)$ la función semántica correspondiente a la oración o_i en el dominio de coherencia d_0 del sistema \mathcal{A}^1 , modificada por la presencia del sistema \mathcal{A}^2 ; y sea $K_0^{1/2}$ el coeficiente de preferencia asignado al dominio d_0 por el sistema \mathcal{A}^1 en presencia del sistema \mathcal{A}^2 . La entropía condicional de \mathcal{A}^1 en presencia de \mathcal{A}^2 , cuando cada uno de los sistemas ha emitido previamente b estructuras u oraciones sucesivas, viene dada por la ecuación siguiente:

$$H_b^{1/2} = -K_0^{1/2} \sum_{j=1}^n f_0^{1/2}(o_j) p^{1/2}(o_j/o_b^1, o_b^2) \log p^{1/2}(o_j/o_b^1, o_b^2)$$

Asimismo, la entropía condicional de \mathcal{A}^2 en presencia de \mathcal{A}^1 , cuando con anterioridad han sido producidas b oraciones por cada uno de los sistemas, viene dada por la ecuación:

$$H_b^{2/1} = -K_0^{2/1} \sum_{j=1}^n f_0^{2/1}(o_j) p^{2/1}(o_j/o_b^1, o_b^2) \log p^{2/1}(o_j/o_b^1, o_b^2)$$

Así definida, la entropía condicional es aplicable a los procesos de comunicación dialógica, en los que cada sistema actúa alternativamente de emisor y de receptor. Belis, sin decirlo explícitamente, solo se refiere a esta forma de comunicación, pero ello no significa que el modelo no sea aplicable a los procesos

²⁰ BELIS, M.: 1975, pág. 268.

de comunicación unidireccional, en los que un sistema actúa siempre de emisor, y el otro de receptor, ni que en tales procesos desaparezca la influencia, que ya no es mutua. Desaparece la influencia del emisor A^1 sobre el receptor A^2 –cuando un sistema semántico sólo actúa de receptor no tiene sentido hablar de entropía en ninguna de las clases consideradas-, pero se mantiene la posibilidad de influencia del receptor sobre el emisor, aunque ciertamente sólo en su aspecto cualitativo (funciones semánticas y coeficientes de preferencia), no en su aspecto cuantitativo (distribución de probabilidades condicionales).

Debido a que la influencia mutua es un proceso que transcurre simultáneamente con la transmisión, el valor de la entropía condicional de A^1 y/o A^2 varía continuamente durante la comunicación. En consecuencia, el proceso de reconocimiento de patrones, que es simultáneo y está interrelacionado con la influencia mutua, hace que la entropía reflejada evolucione a la par que la entropía condicional, esto es, hace que vaya continuamente reflejando, desde la entropía característica inicial, las sucesivas entropías condicionales de cada uno de los sistemas. Por otra parte, el reconocimiento de patrones produce el acercamiento sucesivo del valor de la entropía reflejada al de la entropía condicional, acercamiento cuyo máximo depende de la situación y grado de cooperación o antagonismo en que se efectúa la comunicación.

La cantidad de información transmitida desde un sistema semántico a otro se mide por la diferencia entre la entropía condicional y la entropía reflejada, cantidad aquí denominada *transinformación semántica*²¹, y que, según Mariana Belis, “(...) representa la diferencia entre el autentico contenido *informativo* de una fuente y el conocimiento que la otra fuente tiene sobre él”²². Así, la transinformación semántica de A^1 a A^2 es:

$$T_{1,2} = H^{1/2} - H^{1,2}$$

Y la de A^2 a A^1 :

$$T_{2,1} = H^{2/1} - H^{2,1}$$

Ahora bien, si la entropía condicional y la entropía reflejada varían continuamente durante la comunicación, también lo hará la transinformación semántica, disminuyendo su valor conforme avanza el proceso²³. Entonces ¿cuándo se puede efectuar el cálculo de la transinformación semántica? Lo fácil, y

²¹ La noción de transinformación semántica coincide, con las variaciones propias de los aspectos semánticos considerados, con la definición clásica de información mutua o transinformación en la teoría matemática de la comunicación y/o de la información. Véanse: ABRAMSON, N.: *Teoría de la información y codificación*, Madrid, 1974, Paraninfo, págs. 124 y ss; NAUTA, D.: *The meaning of information*, La Haya, Mouton, 1972, pág. 194; YAGLOM, A.M. e I. M. YAGLOM: *Probabilité et information*, Paris, Dunod, 1969, págs. 82 y ss.

²² BELIS, M.: 1975, pág. 269.

²³ En los casos de comunicación dialógica, lo normal es que cada transinformación, de A^1 a A^2 y de A^2 a A^1 , disminuya paulatinamente su valor en diferente medida.

única forma posible en los casos de comunicación unidireccional, es hacerlo antes del comienzo de la transmisión (aquí no se puede hablar con propiedad de transinformación semántica) y después del final de la misma. Pero esto no sirve para observar la doble evolución de la transinformación semántica en los casos de comunicación dialógica, ni para obtener, en tales casos, la cantidad total de información transmitida en ambas direcciones. En realidad, no hay ningún problema porque tal como se han definido la entropía condicional y la entropía reflejada, la comunicación procede, operativamente en el modelo, en b etapas sucesivas, donde es posible determinar los valores de dichas entropías y, a continuación, de la transinformación semántica. Esas etapas corresponden a los ciclos sucesivos en los que un mismo sistema actúa de emisor y de receptor. La doble distribución de los valores de la transinformación semántica permite observar la evolución del doble proceso de reconocimiento de patrones. La cantidad total de información (semántica) transmitida por cada uno de los sistemas se obtiene sumando los valores correspondientes a la transinformación semántica en cada etapa del proceso de comunicación.

La evolución paralela del proceso de influencia mutua se puede observar mediante los valores que toma el *índice de maleabilidad* en las b etapas del proceso de comunicación. Este índice se obtiene restando los valores sucesivos de la entropía condicional del valor de la entropía característica inicial de cada sistema. El valor final de este índice, después de la última etapa del proceso, se conoce propiamente como *maleabilidad* del sistema semántico, y permite distinguir dos clase de fuentes o sistemas: los sistemas débiles que tienen una maleabilidad grande, es decir, que son muy influenciables, y los sistemas fuertes que tienen una maleabilidad pequeña, esto es, son poco influenciables.

Esta teoría de la “comunicación semántica” de Mariana Belis, de orientación claramente “informativa” y cibernética, se ajusta a la descripción cibernética de la semiosis en sistemas procesadores de símbolos que examiné en mi trabajo de 1990²⁴, en la medida en que los conjuntos y funciones $\{S, G, L, D, f(o), K(d)\}$, que definen la fuente semántica de información, pueden entenderse como un equivalente formal -e “informativamente” operativo- del mapa cognitivo adaptativo y del estado intencional variable de los sistemas-intérpretes capaces de procesar símbolos. Así pues, creo que la semiosis cibernética puede aportar el fundamento teórico general que un modelo tan escuetamente matemático, como es el de Mariana Belis, necesita para trascender socio-antropológicamente el ámbito puramente formal de los lenguajes artificiales; y lo creemos así, a pesar de que es muy probable que Doede Nauta, principal co-autor material de esa descripción cibernética de la semiosis, si hubiese tenido ocasión, no habría admitido la naturaleza propiamente semántica de tal modelo de comunicación -para Nauta, la información que se pone en juego en ese modelo no sería (meta)semántica, sino semiótica, mas concretamente, información

²⁴ Véase también: PÉREZ-AMAT, R., 1990, págs 320 y ss.

discursiva²⁵-, porque esta discrepancia sobre la naturaleza de la información se basa en la parte más débil de la construcción teórica de Nauta²⁶ y, por lo tanto, en poco afecta al sustento que, como marco teórico general, esa teoría, o cualquier teoría que describa coherentemente el proceso de semiosis en términos cibernéticos y sistémicos, ofrece al modelo de Belis.

Ahora cabe hacerse dos preguntas sucesivas, ¿es suficientemente consistente la teoría de Belis? y si así fuera, ¿satisface totalmente nuestras expectativas? La ambigüedad del concepto de dominio de coherencia, que apunté con anterioridad, parece indicar que las respuestas tienden a ser negativas. Veamos el asunto con algo más de detalle.

Según la definición formal del concepto de dominio de coherencia, la función semántica mide la mayor o menor pertinencia de las diferentes oraciones respecto a un “tema común”, respecto al tema medular específico que caracteriza a cada uno de los dominios de coherencia de una fuente semántica de información, mediante los cuales dicha fuente “controla” la producción estocástica de las oraciones. En consecuencia el “tema común” constituye, por así decirlo, el eje central alrededor del cual se supone implícitamente que se articula un proceso de comunicación completo, de modo que hay que asumir la restricción de que toda comunicación, en tanto que proceso cerrado, contiene una sola unidad temática y textual, aunque sea un diálogo, incluso “de besugos”, o dicho de otra manera, que cada unidad temática de un texto determina un ciclo de comunicación completo.

Además, la definición formal de dominio de coherencia exige otra limitación de partida, ya que, según el modelo de fuente semántica, cada una de ellas posee un número finito de dominios de coherencia, de modo que sólo se podrá comunicar intencionalmente acerca de un número finito de “temas”. Por otra parte, Belis admite explícitamente que su concepto de dominio de coherencia es en cierto modo equivalente a la noción de contexto. No nos dice de qué clase de contexto se trata, pero, visto lo anterior, sólo puede ser un contexto limitado temáticamente, de naturaleza semántico- lingüística.

Admitiendo cierta dosis de reduccionismo –mal con el que necesariamente debemos convivir, aunque sólo en cierto grado-, no habría mucho que objetar si no fuera porque no parece que la definición operativa del concepto de dominio de coherencia y el modo estocástico-controlado de proceder de los sistemas semánticos puedan asegurar el sentido de todas las oraciones posibles, sólo pueden asegurar la significatividad, la pertinencia de cada oración respecto a un tema común central; y es precisamente la

²⁵ NAUTA, D.: 1972, págs. 63 y ss. (a modo de resumen, véase en especial el cuadro n° 19, *The place of information in semiotics*, pág. 170).

²⁶ Véanse: PÉREZ-AMAT, R.: 1990, págs. 387-392; LLORENS, T.: “Información y semiosis, I y II”, *Teorema*, vol. IV, n°1, 1974, págs. 55-89 y vol. V, n° 2, 1975, págs. 213-231.

necesidad de esa doble seguridad lo que, como señalé anteriormente, justifica la inclusión del concepto de dominio de coherencia.

Podría ser que Belis dé por supuesto el sentido de todas las oraciones que puedan producirse en su modelo de “comunicación semántica”. Así lo parece indicar cuando, en la definición de fuente semántica, incluye un conjunto finito L_n formado por las únicas n estructuras u oraciones que en cualquier circunstancia dicha fuente puede generar. Pero en tal caso, dado que las n oraciones se componen a partir de los m símbolos o palabras del diccionario mediante la aplicación de un conjunto finito de reglas gramaticales, Belis debería asumir una gramática, transformacional o de otra clase, cuyas reglas recursivas sólo produzcan oraciones con sentido; lo que no sucede en la gramática de estados finitos, que está basada en los mismos proceso de Markov con los que elabora su teoría. Así, la teoría de la “comunicación semántica” tendría una naturaleza epistemológica híbrida, ya que por una parte, hace uso efectivo de, si se me permite el abuso del término, una “gramática” markoviana en el plano textual, y por otra, necesitaría presuponer una gramática de otro tipo en el plano de la oración, lo cual me parece que cuando menos se puede calificar de excéntrico.

Sin embargo, no creemos que Belis tenga una concepción tan heterogénea, a pesar de que su texto ofrezca indicios que apunten hacia ello, porque también da muestras de lo contrario con afirmaciones como la siguiente:

“La mera aplicación de la gramática puede generar oraciones que no son correctas desde el punto de vista sintáctico, pero no tienen significado. Introducimos el concepto de *dominio de coherencia* para incluir el (...) significado”²⁷.

Parece, pues, que el modo estocástico-controlado de proceder no sólo atañe a la producción sucesiva de las oraciones del texto, sino también a la producción de las secuencias de símbolos o palabras, es decir, de las oraciones, lo que nos devuelve a la anterior cuestión de si el modelo puede asegurar o no el sentido de todas sus oraciones posibles. En principio, mi postura frente a tal cuestión es algo pesimista, porque, como señalé anteriormente, los valores de la función semántica sólo representan la mayor o menor pertinencia de las sucesivas oraciones respecto a un tema central. Bien es cierto que si se asegura la pertinencia –en el grado que sea, normalmente alto– respecto a un “tema común”, también se asegura que las oraciones tienen algún sentido en el dominio de coherencia de ese “tema común”, porque las oraciones carentes de sentido no pueden ser pertinentes respecto a ese ni a ningún otro “tema común”. Consecuentemente, las oraciones sin sentido quedan implícitamente excluidas del modelo por la

²⁷ BELIS, M.: 1975, pág. 264.

asignación de una función semántica –un valor semántico– cero en todos los dominios de coherencia del conjunto D .

No obstante, este razonamiento, que puede ser válido en una estrategia teórica de la “comunicación semántica” que, como la del modelo de Belis, esté más pendiente de los rendimientos “informativos” que de los significados propios de las oraciones sucesivas, no lo es en absoluto desde una perspectiva semántico- lingüística, porque no es lógico que el sentido o el sin-sentido de una oración se determine por su pertinencia o impertinencia respecto a todos los posibles temas sobre los que se pueda comunicar. Desde el punto de vista lingüístico, el proceder de Belis es inadecuado, algo así como “construir una casa empezando por el tejado”, ya que lo razonable es que para decidir el grado de pertinencia o la impertinencia de una oración en un dominio o contexto determinado, antes haya que saber si la oración posee algún sentido, y en el caso de que así sea, cuál(es) es(son) ese(esos) significado(s) en todos los contextos posibles en que pueda darse.

En cualquier caso, vistos los objetivos meramente “informativos” de la teoría de Belis –que no están tan lejos de los míos–, la inadecuación que lingüísticamente se puede atribuir al modelo de “comunicación semántica” no es tan fundamental como para rechazarlo totalmente: como teoría (matemática) de la información que es, cumple adecuadamente sus objetivos de incluir los aspectos semánticos.

Ahora bien, ¿es todo lo que se puede decir del significado, “informativamente” hablando, o se puede estudiar algo más al respecto? Imaginemos un caso perfectamente posible en el modelo de Belis: dos oraciones cuyos valores de la función semántica sean idénticos en un mismo dominio de coherencia, pero una de ellas en su sentido literal denotativo, y la otra en un sentido figurado. ¿Se transmite la misma cantidad de información con la una que con la otra? Desde el punto de vista de la coherencia textual, evidentemente sí. Pero, desde el punto de vista de las propias oraciones, posiblemente no. ¿Acaso no hay una información extra que una transmite respecto a la otra, una diferencia en la incertidumbre que reducen? Sí, pienso que existe una reducción de incertidumbre añadida, una información extra de origen semántico que, a diferencia de la información de Belis, no posee un carácter probabilístico bajo el control *intencional* de una *variable difusa*, sino que su naturaleza es directamente “difusa”; es la información que denominé *estructural* en un trabajo anterior²⁸. Así pues, cuando un sistema semántico produce una oración, la información cualitativa (semántica) que transmite tiene dos componentes: una, la estudiada por Belis, que esta relacionada con el grado de coherencia textual, y otra que es relativa a la naturaleza *fuzzy*, borrosa o difusa del propio significado. La medición de esta última componente, su integración en el modelo de

²⁸ PÉREZ-AMAT, R., 1990, págs. 30-38.

“comunicación semántica”, es una tarea que presenta no pocas dificultades, pero para la que se disponen de algunos “instrumentos” que nos permiten intentarlo, aunque sólo sea a modo de tentativa incompleta.

Unas líneas atrás me he referido sin más a la “naturaleza *fuzzy*, borrosa o difusa del significado”, pero esta es una expresión que requiere algunas explicaciones aclaratorias. Lo primero que hay que decir al respecto es que la afirmación de esa expresión no tiene sentido cuando se trata de fuentes semánticas cuyos lenguajes son artificiales y poseen reglas semánticas unívocas –en tal caso tampoco tiene sentido afirmar la existencia de una componente estructural de la información–, sólo se puede afirmar la naturaleza difusa del significado para lenguajes artificiales difusos²⁹ y, en lo que a nosotros nos interesa, para lenguajes naturales. Según Goguen, el lenguaje natural tiene un propiedad a la que denomina *robustez*³⁰, por la cual sus usuarios tienen la “capacidad de responder sin modificación de programa a situaciones ligeramente perturbadas o definidas de forma incompleta”, esto es, situaciones difusas como las de imperfección sintáctica de las oraciones que no impide un entendimiento correcto: para la comprensión del lenguaje no es necesario que las oraciones posean una buena formación sintáctica.

Ahora bien, el carácter difuso no sólo atañe al lenguaje en cuanto a la *robustez* que demuestra frente a situaciones de indefinición sintáctica, sino también a la vaguedad semántica que le es propia: el “significado” de las palabras es difuso, entendiendo por tal que en la mayoría de los casos no se pueden trazar límites precisos para su uso. Además, esa vaguedad semántica, esa “flexibilidad” del “significado” de las palabras, o si se prefiere del sentido, interviene decisivamente en la comprensión lingüística, facilitándola al discurrir esta por “atajos semánticos” que requieren menor esfuerzo y, lo que es más importante, posibilitando que se produzca según el principio de máxima significatividad de las oraciones en un contexto determinado. Con relación a esto último, es necesario señalar que el modelo matemático de Belis recoge sin pretenderlo explícitamente ese principio de optimización semántica de Goguen, ya que el control que los dominios de coherencia ejercen sobre la emisión –y recepción– estocástica de las oraciones se efectúa seleccionando aquellas cuya función semántica tenga un valor grande –el máximo posible– en el dominio considerado, es decir, aquellas oraciones que tengan una significatividad óptima para el contexto configurado por un dominio de coherencia específico.

Respecto a la concepción *fuzzy* o difusa del significado léxico, ya he señalado otras veces³¹ algunos trabajos parciales que apuntan a tal sentido desde perspectivas teóricas diversas: la “categorías

²⁹ Véase, por ejemplo, ZADEH, L. A.: “Quantitative Fuzzy Semantics”, *Information Sciences*, nº 3, 1971.

³⁰ GOGUEN, J. A.: “On fuzzy robots planning”, en ZADEH, L. A., FU, K. S., TANAKA, K. y M. SHIMURA (Eds.), *Fuzzy sets and their applications to cognitive and decision processes*, Nueva York, Academic Press, 1975, págs 429-447.

³¹ PÉREZ-AMAT, R., 1990, pág. 205 y ss.

prototípicas” de Rosch³², los experimentos con “vasos”, “copas”, “jarras” y “cuencos” de Labov³³, las “cercas semánticas” (*Hedges*) de Lakoff³⁴, las “variables lingüísticas” de la Semántica Cuantitativa de Zadeh³⁵, etcétera. Ahora abordaré una formalización del “significado difuso” que por su carácter matemático tendrá una aplicación más general y se podrá integrar en el modelo de “comunicación semántica” de Mariana Belis.

En los trabajos anteriores coincidía con Hilary Putnam³⁶ en su apreciación de que, aún estando de acuerdo con W. V. O. Quine³⁷ en que no existe una cosa u objeto definido llamado significado, se pueden estudiar los procesos de significación a través de los factores que intervienen en la transmisión de los usos normales del lenguaje, transmisión que se produce comunicando un conjunto de categorías prototípicas, los hechos medulares o centrales que, como hipótesis empírica, definen, por así decirlo, al “significado”. En esas mismas páginas afirmé que si hay unos hechos centrales para enseñar el uso normal de las palabras, también debe haber unos hechos más o menos periféricos cuyo conocimiento es necesario para comunicarse en circunstancias menos normales, esto es, en contextos alejados de la “norma conceptual denotativa”.

Pues bien, si desde una perspectiva más amplia se considera que el “significado” de un término está formado por un conjunto de categorías prototípicas o medulares, al que se asigna un valor *1*, y una serie (finita) de conjuntos de categorías periféricas –algunas características pueden pertenecer a diversos conjuntos de un mismo significado–, a las que se asignan valores comprendidos entre *0* y *1* en función de

³² ROSCH, E.: “Principles of categorization”, en ROSCH, E. y B. LLOYD (Eds.), *Cognition and Categorization*, Hillsdale (N.J.), Lawrence Erlbaum, 1978, págs. 27-48.

³³ LABOV, W.: “The boundaries of words and their meanings” en BAILEY, C.J. y R. SHUY, *New ways of analysing variation in English I*, Washington, Georgetown University Press, 1973, págs. 340-373.

³⁴ LAKOFF, G.: “Hedges: a study in meaning criteria and the logic of fuzzy concepts”, en HOCKNEY, D. HARPER, W. y B. FREED (Eds.), *Contemporary research in philosophical logic and linguistic semantics*, Dordrecht, Reidel, págs. 221-271.

³⁵ Una “variable lingüística” es una variable cuyos valores son palabras u oraciones de un lenguaje natural u artificial. Por ejemplo, “edad” es una “variable lingüística” si sus valores son “joven”, “muy joven”, “más o menos joven”, etcétera. Cada término de una “variable lingüística” es un rótulo de un subconjunto difuso de un universo del discurso. Véanse: ZADEH, L. A.: 1971, y el apéndice de L. A. ZADEH, “Calculus of fuzzy restriction”, en L. A. ZADEH, K. S. FU, K. TANAKA y M. SHIMURA (Eds.), 1975.

³⁶ PUTNAM, H.: “¿Es posible la semántica?”, *Cuadernos de Crítica*, N° 21, México, UNAM, 1983.

³⁷ QUINE, W. V. O.: *Desde un punto de vista lógico*, Barcelona, Ariel, 1962; *La relatividad ontológica y otros ensayos*, Madrid, Tecnos, 1974; *Las raíces de la referencia*, Madrid, Revista de Occidente, 1977; *Palabra y objeto*, Barcelona, Herder, 2001.

la mayor o menor distancia de la médula o centro, tendremos una definición de “significado difuso”. Así pues, el “significado” se representa mediante un subconjunto difuso del conjunto partición del universo del discurso, cuya función característica, μ , mide el peso con que cada conjunto de hechos contribuye al “significado” global del término.

Volveré ahora al modelo de fuente semántica de Belis. Si quiero integrarlo con la noción de “significado difuso”, necesito disponer de un función semántica –para la función semántica de Belis propongo la denominación de función textual, que es más apropiada– que, definida sobre los símbolos o palabras del diccionario de la fuente, represente el grado de “indefinición”, de ambigüedad de su “significado”. El primer modo de obtener tal función, a la que me referiré por $g(s)$, es calculando la indefinición o ambigüedad media del subconjunto difuso que representa el “significado” de cada símbolo o palabra s :

$$g(s_i) = 1/q \sum_{t=1}^q \mu_t$$

La anterior función, cuyos valores oscilan entre 0 y 1, puede ser interpretada como la función característica de los subconjuntos de símbolos que componen las estructuras u oraciones del lenguaje de la fuente. Cada oración del lenguaje L_m de la fuente está formada por una secuencia de símbolos del diccionario S_m ; el conjunto de símbolos que intervienen en cada una de esas secuencias puede ser considerado como un subconjunto difuso de S_m , en el que la función característica, $g(s)$, es una función semántica que representa la indefinición o ambigüedad previa que el “significado” de cada símbolo aporta a la secuencia. Cuando la fuente emite o produce una oración en un dominio de coherencia determinado, cada símbolo o palabra adquiere un sentido –que supongo– preciso, de modo que se produce una reducción de incertidumbre, se transmite una información estructural que puede ser medida por la *entropía no probabilística* de A. de Luca y S. Termini³⁸. Así, para cada oración o_i que genere la fuente en un proceso de comunicación, la cantidad de información (semántica) estructural transmitida vendrá dada por la ecuación siguiente:

$$\Psi_i = B \sum_{t=1}^r S [g(s_t)]$$

Donde $S(g)$ es la función de Shannon:

$$S(g) = -g \ln g - (1-g) \ln (1-g)$$

³⁸ Véase: LUCA, A. de y S. TERMINI, “A definition of a non probabilistic entropy in the setting of fuzzy sets theory”, *Information and Control*, nº 20, 1972, págs. 301-312.

Y B es una constante que, en el caso de ser una entropía normalizada y de sustituir por 2 la base e de los logaritmos neperianos de la función de Shannon, tiene el valor:

$$B = 1/(r \ln 2)$$

En las b etapas del proceso de comunicación completo se habrán emitido b oraciones en cada una de las direcciones, de modo que la transinformación semántica final vendrá dada por las siguientes ecuaciones:

$$T_{1,2} = \sum_{i=1}^b \Psi_i^1 + H^{1/2} - H^{1,2}$$

$$T_{2,1} = \sum_{i=1}^b \Psi_i^2 + H^{2/1} - H^{2,1}$$

Ahora bien, este modo de encarar el asunto no es del todo satisfactorio ya que la información estructural transmitida por cada oración es siempre la misma, independientemente del dominio de coherencia en que se produzca. Para solucionar esta insuficiencia debo proceder evitando uno de los pasos dados, el de trabajar con la indefinición promedio de los símbolos. Si el dominio de coherencia elegido preferentemente por la fuente controla textualmente la emisión estocástica de las oraciones, también debe controlar si “significado”, esto es, debe determinar el conjunto de características más o menos medulares con el cada símbolo interviene en el “significado” de esa oración. Así, ya no es la función promedio g , sino μ , la que juega el papel de función semántica, de modo que la cantidad de información estructural transmitida por cada oración o_i en un dominio determinado d_j viene dada, de acuerdo al cálculo normalizado de A. de Luca y S. Termini, por la ecuación siguiente:

$$\Psi_{ji} = B \sum_{t=1}^r S(\mu_t)$$

Esta forma de medir la información estructural no es independiente del contexto, ya que cada oración aporta una cantidad de transinformación semántica que en principio no tiene que ser la misma en todos los dominios de coherencia en que pueda producirse. Además, con la función μ -en tanto que determinada por hipótesis empíricas- estoy en condiciones de asumir que los procesos de reconocimiento de patrones y de influencia mutua también atañen a la (in)definición semántica. De tal modo que la componente estructural de la información, la entropía Ψ , se suma ahora, con las variaciones que le imponen tales procesos, a la entropía condicional y a la entropía reflejada de Belis en cada etapa del proceso de comunicación, constituyendo así las nuevas entropías, condicional y reflejada, cuya(s) diferencia(s) proporciona(n) la(s) cantidad(es) de transinformación semántica.