

Significado y difusividad

DOMINGO FERNÁNDEZ AGIS
Facultad de Filosofía. Universidad de La Laguna

ÁLVARO FERNÁNDEZ CASTILLO
Ingeniero de Telecomunicaciones

Resumen: En este trabajo nos planteamos la relación entre significado, conjuntos difusos y operatividad. Se trata de indagar de nuevo en las implicaciones prácticas de la noción de significado, relacionándolas con la lógica difusa y deteniéndonos en señalar las aplicaciones de ésta que, gracias al abandono de la noción tradicional de significado y otras que siempre se han asociado a ella, se han logrado en distintas áreas de la ingeniería.

Palabras clave: Significado, conjuntos difusos, operatividad.

Abstract: In this work we appear the relation between meaning, fuzzy sets and operability. It is a question of investigating again in the practical implications of the notion of meaning, relating them to the diffuse logic and stopping in the applications indicating of this one that, thanks to the abandon of the traditional notion of meaning and others that always have been associated with it, they have been achieved in different areas of the engineering.

Key words: Meaning, Fuzzy Sets, Operability.

Cuenta Michel de Montaigne en sus *Ensayos* una anécdota que, pese a ser de sobra conocida y en diferentes versiones, no nos resistimos a referir aquí según la que él nos ofrece, pues muy bien puede servirnos para introducir la línea de reflexión que vamos a seguir en estas páginas. Con su genio escéptico relata en el Libro Primero de esa obra que «el Emperador Conrado III, habiendo sitiado a Güelfo, Duque de Baviera, no quiso condescender a condiciones más suaves, a pesar de las muchas satisfacciones viles y cobardes que le ofrecieron, que las de permitir salir a las damas sitiadas con el Duque, honor a salvo y a pie, con todo lo que pudieran llevar consigo. Ellas, con grandeza de corazón, urdieron cargar sobre sus hombros con sus esposos, hijos y con el mismo Duque. El Emperador hubo tan gran contento al

ver la nobleza de su valor que lloró de placer y amortiguó toda aquella acritud de mortal y capital enemistad que había dirigido contra aquel Duque, tratando desde entonces humanamente a él y a los suyos»¹.

El peculiar sentido del humor del Emperador se conmovió, pues, ante una escena que imaginamos situada a medio camino entre lo heroico y lo grotesco. Sin embargo, aquellas damas no apelaban con su gesto a la siempre incierta simpatía que pudieran despertar en el áspero mandatario, sino a su sentido lógico, cifrando a buen seguro sus esperanzas en que Conrado III no careciera por completo de él. En efecto, el conjunto de cosas que una mujer puede llevar sobre sí es, sin duda alguna, un conjunto con perfiles tan difusos que en él bien podría entrar la singular carga que las damas de la Corte del Duque de Baviera portaban sobre sus delicadas espaldas aquel día.

Además de ello, si algo ilustra con claridad la anécdota que acabamos de recoger es la dificultad de establecer de una forma incuestionable el significado de una buena parte de los términos que usamos de manera cotidiana. De tal modo, que palabras a las que acudimos con inusitada frecuencia esconden a veces enigmas cuyo alcance se nos escapa por completo. En todo caso, el riesgo de desconocimiento de los pormenores del significado se hace mayor a medida que aumenta la complejidad de los recursos simbólicos empleados.

La aplicación de la tesis de la composicionalidad suele ser un procedimiento habitual a la hora de establecer el significado de las expresiones simbólicas complejas. De este modo, con total acierto se ha señalado una y otra vez que, «desde Frege tenemos recibida la opinión de que el significado del todo es resultado del significado de las partes, y así lo que significa una expresión compleja depende de lo que significan las palabras que la componen, y lo que significa una oración depende de lo que significan las expresiones que la integran»². Sin embargo, cabe preguntarse hasta qué punto este modelo es deudor de una concepción tradicional de las relaciones entre sintaxis y semántica que hoy no es ya pertinente seguir manteniendo.

En todo caso, el problema del significado se tendría que abordar, de acuerdo con aquel presupuesto, procediendo desde el análisis de los elementos más simples, pasando por el estudio de los procedimientos de relación admitidos como válidos para establecer vínculos sintácticos entre esos elementos, para arribar finalmente a la indagación sobre el trasunto semántico de las expresiones más amplias resultantes. El procedimiento consiste, por tanto, en sendos procesos de descomposición y recomposición de las expresiones analizadas. Tal procedimiento presupone, en consecuencia, la inexistencia de *saltos* en el proceso de atribución del significado. Apela, por decirlo de otro modo,

¹ Montaigne, M. De, *Ensayos completos*, Madrid, Cátedra, 2003, p. 51.

² Hierro S. Pescador, J., *Significado y verdad. Ensayos de semántica filosófica*, Madrid, Alianza, 1990, p. 50.

al carácter lineal y acumulativo del mismo. No obstante, como ha indicado Richard Rorty, las cuestiones aquí implicadas tienen un calado mucho más profundo de lo que la aplicación de la tesis de la composicionalidad parece sugerir pues, «podemos, por razones al estilo Davidson, querer una explicación de cómo nos las arreglamos para comprender citas indirectas, enunciados con adverbio, y gran cantidad de otros casos en los que no vemos cómo el dominio de partes del enunciado puede producir el dominio del enunciado como todo. Pero esto no es una pregunta sobre la relación del lenguaje y el mundo, ni una demanda de un modelo general de ‘comprensión de expresiones’. Para tener tal modelo general necesitaríamos poseer algo que respondiera a la pregunta ‘¿cómo se las arregla *la nieve es blanca* para representar el hecho de que la nieve es blanca?’ —algo más clarificador que el simple correlacionar *nieve* con *nieve* y *blanca* con *blanca*—»³. En efecto, a tales efectos, lo relevante no es ya la correlación existente entre término y objeto, sino ofrecer una explicación suficiente de cómo y por qué se ha establecido dicha correlación.

Así pues, con tan sólo seguir los pasos del procedimiento antes reseñado, la dificultad del asunto nos estalla en las manos. En efecto, pronto advertimos el poder que los elementos simbólicos tienen, no ya como instrumentos de descripción de lo que existe, sino más allá de esto, como soportes básicos de nuevas configuraciones de la realidad. Al considerarlos desde esta perspectiva, advertimos que los símbolos nos permiten construir otros mundos, en los que podemos adentrarnos analizando los efectos que en ellos tienen tanto los elementos simbólicos con los que establecemos sus cimientos como los resultados de las relaciones formales que entre ellos establecemos.

Si tomamos en consideración el alcance que posee lo que se acaba de señalar, convenimos en que dicha interpretación trastoca igualmente la relación habitual entre significado, verdad y necesidad. Esta última noción, referida a las proposiciones y siguiendo la estela de las conocidas tesis de Kripke, podríamos definirla considerando a la proposición verdadera como aquella que lo es en todos los mundos posibles. De este modo entendemos, correlativamente, que una proposición necesaria expresa un hecho que no dejaría de producirse, sea cual fuere la situación contrafáctica que tomemos en consideración. Habría, considerando el asunto en sentido inverso, un uso del concepto de verdad vinculado a esta definición, pues parece que lo necesario no puede quedar establecido al margen de lo verdadero. De esta forma, una proposición tendría una verdad necesaria cuando su certeza permaneciera incuestionada, cualquiera que fuese el sistema o *mundo* que tomáramos como referencia última para intentar validarla.

En todo caso, no podemos dejar de mencionar aquí que, si pretendemos abundar en el análisis del concepto de necesidad, sigue siendo fructífero re-

³ Rorty, R., «Diez años después», en Rorty, R., *El giro lingüístico*, Barcelona, Paidós, 1990, pp. 152-153.

tomar los resultados del clásico trabajo de Richard Montague «Necesidad lógica, necesidad física, ética y cuantificadores», en él introducía este autor la distinción entre tres sentidos del concepto de necesidad: el lógico, el físico y el ético. José Hierro S. Pescador, en la obra a la que nos hemos referido al inicio de estas páginas, nos ofrece un breve y atinado comentario al respecto, que puede sernos de gran utilidad en este punto de nuestra exposición. Subraya allí Hierro que, «la propuesta de Montague es que una proposición es lógicamente necesaria si y sólo si es un teorema de la lógica, y al decir de esa proposición que es lógicamente necesaria hay que entender que se afirma que tal proposición es válida para cualquier extensión de sus constantes descriptivas. En cambio, una proposición es físicamente necesaria si y sólo si es deducible de una cierta clase de leyes físicas previamente especificadas, y al decir de la proposición que es físicamente necesaria hay que entender que dicha proposición es válida para toda extensión en la que sean válidas las leyes físicas. Por último, una proposición es éticamente necesaria, o lo que tanto vale; es obligatoria, si y sólo si es deducible de una cierta clase de leyes éticas previamente especificadas»⁴.

Como vemos, con esta interpretación, el concepto de necesidad puede aplicarse en diferentes contextos, pero siempre haciendo referencia a un conjunto de principios que no se cuestionan en el momento ni en el ámbito de aplicación de dicho concepto. Estos principios establecen el marco en el que el carácter necesario de una proposición sería deducible. Desde esta perspectiva, la posibilidad o imposibilidad de los sucesos descritos por las proposiciones podrían ser definibles en términos formales y cabría también la posibilidad de que fuesen transcritos como operaciones lógicas gracias a las potencialidades que ofrecen las lógicas no-clásicas, en particular la lógica modal⁵. Sorprende, en todo caso, la aparente claridad y distinción con las que queda así revestido el concepto, resultado que sin duda es deudor de una interpretación restringida del posible marco de aplicación del aparato deductivo incurso en esta definición de necesidad.

En última instancia, la noción de posibilidad remite, al menos en su uso común, a un marco más amplio de coherencia. Reflexionando sobre él, Hierro escribía:

«¿Hasta dónde ha de llegar la coincidencia entre nuestra lógica y la lógica de otro mundo, para que este último sea posible? Basta que la lógica del nuevo mundo pueda ser expresada en nuestro lenguaje, y para ello es sufi-

⁴ Hierro S. Pescador, J., *Op. cit.*, pp. 62-3.

⁵ «... el operador ‘imposible’ se describe como ‘necesariamente-no’. Hablar de mundos imposibles parece que supone tomar el operador modal en su forma *de re*. Como se ha señalado muchas veces, la modalidad *de re* tiene el peligro de que conduce al esencialismo, pues la necesidad *de re* obliga a invocar esencias, y estará en la mente de todos la recomendación repetida que han hecho algunos, como Quine, para pasar de la modalidad *de re* a la modalidad *de dicto*». Hierro S. Pescador, J., *Op. cit.*, p. 65.

ciente que entre aquella lógica y la nuestra existan afinidades estructurales como éstas: que la nueva lógica distinga entre reglas de formación y reglas de transformación, que la aplicación de estas últimas produzca series correctas de signos cuyo valor semántico sea independiente de los hechos (eso es lo que llamamos verdades y falsedades lógicas), y que entre los valores semánticos haya uno que funcione como nuestro valor *Verdad*, y que sea definible como éste (incluso al modo tarskiano), junto con otro valor incompatible con el anterior, y que por tanto corresponda a nuestro valor *Falso*; y que ambos valores no se puedan predicar conjuntamente de una proposición determinada»⁶.

Las condiciones establecidas son, como puede apreciarse, muy amplias⁷. Se enuncian partiendo de una apelación a la posibilidad de expresión en *nuestro lenguaje*, que remite a los rasgos más genéricos que éste manifiesta. Sin embargo, los resultados no aparecen como obvios cuando hablamos del lenguaje natural. Sí pueden serlo por lo que se refiere a lo que habitualmente entendemos por lenguaje lógico y, de una manera muy clara y específica, por lo que se refiere a la lógica de primer orden. Centrándonos en cualquier lenguaje construido en base a esa lógica, lo que más llamará la atención de quien compare el modo de establecer el significado en el lenguaje natural y el que puede considerarse como específico de dicho lenguaje lógico, es la insistencia en el establecimiento de dos únicos valores de verdad. En efecto, en ese crucial aspecto no hay correspondencia entre el lenguaje formal derivado de esta lógica bivalente y el lenguaje natural. En este último, una gran cantidad de aseveraciones se realizan sin que puedan encuadrarse de forma tajante en las retículas correspondientes a lo verdadero o lo falso. Por otro lado, los procesos de inferencia que lo toman como soporte y en él se expresan, se presentan en numerosas ocasiones envueltos en cierto halo de ambigüedad. En efecto, la relación de consecuencia no se establece siempre en base a un antecedente y un consecuente cuya verdad o falsedad respectiva pueda ser establecida de una manera inequívoca. Así, si la interpretación de dicha relación es de suyo compleja, aún más lo es cuando tomamos como punto de partida de la misma elementos en cuya definición existe un margen mayor o menor de imprecisión.

En cierta forma, podría parecer, por lo demás, que el establecimiento de dos valores contrapuestos de verdad anularía de entrada cualquier planteamiento de un mundo posible en cuya estructura lógica los conceptos modales o los conjuntos difusos tengan acomodo. Si esto fuese así, la paradoja que se presentaría es que esta interpretación nos vendría a decir que es imposible, desde el punto de vista lógico, el mundo real que habitamos. En efecto, en él tenemos que habérmolas a diario con afirmaciones que ponen de ma-

⁶ Hierro S. Pescador, J., *Op. cit.*, p. 66

⁷ Shapiro, S., *Foundations without foundationalism*, Oxford, Oxford University Press, 2002, pp. 37 y ss.

nifiesto la existencia de una amplia gradación entre los valores de verdad 1 y 0 (que vendrían, respectivamente, a representar lo verdadero y lo falso). Por otro lado, como es bien sabido, también en nuestra existencia cotidiana tenemos que manejar de manera habitual conjuntos cuyos perfiles son borrosos. De esta forma, gran cantidad de nociones básicas, como *alto*, *bajo*, *cálido*, *frío*, *joven*, *viejo*, y un ilimitado etcétera, remiten a conjuntos cuyos límites no pueden establecerse de manera incuestionable. Ante esto no parece aceptable considerar que dicho carácter proviene de una imprecisión atribuible a los conceptos del tipo de los antes reseñados. No se trata de conceptos deficitarios o mal construidos. Antes al contrario, tales conceptos no hacen sino reflejar rasgos que son consustanciales a la naturaleza de los objetos a los que se refieren⁸. Esta convicción de fondo es la que nos impulsa a seguir construyendo instrumentos lógico-matemáticos que nos permitan formalizar aquello que hasta ahora ha escapado al tratamiento formal. En el contexto actual, es obvio que tales instrumentos han de permitirnos avanzar en las posibilidades de tratamiento computacional de áreas que hasta ahora han ofrecido considerables resistencias a este tipo de procedimientos⁹.

Otros aspectos han de considerarse cuando, avanzando un paso más, nos adentramos en la delimitación del concepto de significado. En efecto, como muestra de la complejidad que encierra la resolución del problema de su definición tal vez sea elocuente aludir a la interminable profusión de propuestas que en torno a este problema han surgido. Ni que decir tiene que, algunas de estas definiciones, poseen la virtud de ser tan amplias e imprecisas que en ellas cabe cualquier situación en la cual un ser humano realiza una acción que conlleve manejo de su inteligencia simbólica. Por todo ello, han sido frecuentes los desacuerdos entre los lógicos y los filósofos del lenguaje. En todo caso, para no sacar las cosas de quicio, tal vez quepa recordar aquí la aseveración de Richard Rorty, cuando señala que «la medida del acuerdo entre los filósofos lingüísticos acerca de los criterios de eficacia filosófica es inversamente proporcional a la relevancia de sus resultados para los problemas filosóficos tradicionales»¹⁰. Convergamos en que esta interpretación devuelve, cuando menos, a la filosofía al desempeño de su viejo papel de fuente de consuelo para el ser humano, dado que nos permite no sobrevalorar el acuerdo, al devaluar de antemano u obligarnos a analizar de manera cautelosa su previsible contenido.

Sin embargo, entre los defectos o limitaciones que en principio pueden señalárseles al resultado de muchos de esos intentos, no es el menos importante el olvido que con frecuencia se pone de manifiesto en ellos del carácter colectivo que tiene el establecimiento y uso de símbolos. Resulta evidente

⁸ Fernández Agis, D., *Memorial del desorden*, Madrid, Celeste/Euroliceo, 1995.

⁹ Shapiro, S., *Op. cit.*, p. 53.

¹⁰ Rorty, R., *El giro lingüístico*, Barcelona, Paidós, 1990, p. 99.

que el significado no puede definirse al margen de éstos y, por tanto, su definición debería remitir a la tarea compartida de elaborar y transmitir información utilizando para ese fin un soporte simbólico.

Pero lo más interesante que, desde la perspectiva que aquí nos ocupa, podemos encontrar en el libro de José Hierro que hemos venido comentando es, sin duda, la propuesta que éste realiza para ahondar en las cuestiones que hasta aquí se han presentado. Es esto lo que sigue confiriendo a la citada obra pertinencia y actualidad en el debate en que se enmarca, que está aún muy lejos de constituir un asunto cerrado. A este respecto, quizá lo más indicado sea recoger sin más dilación las líneas en las que cristaliza su planteamiento. Por eso nos permitimos reproducir este amplio fragmento a continuación.

«Se nos ha dicho: no hay semántica sin un tratamiento de las condiciones de verdad. Y yo propongo: no hay semántica sin un tratamiento de las condiciones de adecuación. Con ello se evita una perniciosa rémora que viene arrasando la teoría del significado desde sus orígenes, y que no ha hecho sino plantear problemas a cualquier intento de dar cuenta, con buen fundamento empírico del lenguaje humano. Que no hay una correspondencia estricta entre el modo sintáctico y el modo semántico es bien sabido, al menos desde que Searle habló de actos de habla indirectos: hacemos peticiones por medio de preferencias en el modo interrogativo (que, por tanto, aparentemente son preguntas), y también por medio de preferencias en el modo indicativo (aparentes enunciados), aunque el modo típico de las peticiones es el imperativo. Igualmente, hacemos enunciados por medio de preferencias interrogativas. Por consiguiente, no es decisivo el modo verbal de la preferencia. Además hay que atender a la intención del hablante y al contexto»¹¹.

De nuevo se vienen a subrayar con ello los problemas insalvables que tiene una teoría formalista del significado, además de insistir en las nada desdenables dificultades de interpretación que se presentan cuando intentamos aislar el discurso del contexto comunicativo en que aparece.

Teniendo en cuenta estos presupuestos, Hierro concluye lo siguiente:

«Para cualquier preferencia X, tenemos que afirmar:

1) X tiene significado (en el contexto en que se emite) si y sólo si X es adecuada (en dicho contexto).

2) X es adecuada (en el contexto en que se emite) si y sólo si se da uno de los siguientes supuestos:

(2.a) X es verdadera o falsa (a esta clase de preferencias podemos llamarlas 'enunciativas').

(2.b) X es cumplida o incumplida (cuando la preferencia es de las que podemos llamar 'imperativas', incluyendo en ellas los compromisos y las preguntas además de los imperativos gramaticales).

¹¹ Hierro S. Pescador, J., *Op. cit.*, pp. 85-6.

(2.c) X es sincera o insincera (para las preferencias que hemos llamado 'expresivas').

(2.d) X es eficaz o ineficaz (cuando la preferencia pertenece a las que podemos llamar 'creativas')¹².

En la relectura que en estas páginas venimos realizando de los planteamientos de José Hierro estábamos, de una manera muy particular, interesados en alcanzar este punto pues perseguíamos desde el principio abordar el estudio del caso descrito en el apartado (2.d). En él viene a recogerse que la eficacia comunicativa de la preferencia como prueba de su adecuación, en tanto que elemento necesario para que de ella se derive una acción correcta, de acuerdo con los presupuestos contextuales de partida. Hay que insistir en que, en la definición de la corrección o incorrección de la acción, es imprescindible apelar de nuevo al contexto en el que tiene lugar todo el proceso pues, sin referencia al mismo, sería imposible establecerla. Con ello, como ya se ha mencionado, la insuficiencia del enfoque formal clásico queda una vez más patente. Si queremos dar cuenta de lo que sucede en cualquier proceso en el que intervengan símbolos, los aspectos semántico y pragmático no pueden ser desdeñados, antes al contrario, su análisis pormenorizado resulta imprescindible y éste revela una complejidad insospechada para quien permanece enredado dentro del paradigma tradicional del significado.

Apuntando quizá en esa dirección, Hierro concluye:

«Definiremos cada uno de los valores semánticos propuestos por medio de equivalencias que recuerdan vagamente la condición *T* de Tarski, pero que no tienen su rigor porque no estamos hablando de un lenguaje formal, y con ello evitamos el problema de traducir el lenguaje objeto al metalenguaje, así como de explicar la conservación del significado y la sinonimia.

(3.a) X es verdadera si sólo si la situación descrita en X ocurre.

(3.b) X es cumplida si y sólo si la acción imperada en X es realizada por el oyente al que se dirige la preferencia (en el caso de las preferencias imperativas o de petición), y si y sólo si es realizada por el hablante (en el caso de las preferencias promisorias).

(3.c) X es sincera si y sólo si el hablante está en la situación psicológica expresada por X.

(3.d) X es eficaz si y sólo si por la emisión de la preferencia X queda creada la situación expresada en X»¹³.

Recogido esto, hemos de señalar la importancia de concentrar nuestra atención en analizar cómo puede realizarse el contraste de la comprensión, de la manera menos equívoca posible, a través de un análisis de la acción que

¹² Hierro S. Pescador, J., *Op. cit.*, p. 87.

¹³ Hierro S. Pescador, J., *Op. cit.*, p. 88.

de ella se deriva¹⁴. Desde esta perspectiva, la eficacia de la comunicación queda patente cuando la enunciación del acto de habla lleva aparejada la materialización de lo en él expresado, aunque las formas de delimitar lo expresado se realicen a través de *cercas semánticas* que acotan el significado de una manera progresiva y aproximativa. Por ello este planteamiento no abarca tan sólo a los actos de habla en los que, aquella persona a quien se le reconoce poder para ello, pronuncia una fórmula protocolaria que de suyo conlleva la realización de una acción. Como, por apelar a un conocido y socorrido ejemplo, cuando quien tiene la capacidad de hacerlo enuncia: «Declaro inaugurado este Congreso». Por el contrario, también se produce si un determinado hablante consigue que aquello que sugiere, indaga o exige, tenga el efecto de crear la situación apropiada para se alcance la eficacia de la sugerencia, la fecundidad de la indagación o el cumplimiento de lo exigido. En muchas de estas acciones la decisión se produce en un contexto de difusividad, pues no es posible su realización ateniéndose a la aplicación rígida de ciertas reglas sobre conjuntos con perfiles bien definidos. Sin embargo, en contra de lo que es común suponer, ello no ha de llevar aparejada una merma la eficacia de la acción. Por el contrario, viene a ser, en consonancia con lo hasta ahora expuesto, prueba de la adecuación de los recursos representativos utilizados. Como decíamos, esto es algo que hasta hace un tiempo parecía paradójico, pero que empieza a no ser considerado ya como tal.

¿Cómo trasladar estos esquemas de realización a otros campos en los que la difusividad del significado o los perfiles borrosos en la delimitación de sus elementos está también presente? Los pasos dados en esa dirección son hoy numerosos. El desarrollo de los sistemas expertos y otras aplicaciones de la lógica difusa constituyen ya una prometedora realidad. Pero quizá sean sus aplicaciones en la ingeniería una verdadera prueba de fuego y son por ello las que resultan más llamativas. En gran medida, sin duda, debido a la concepción más generalizada de ésta, que la entiende como terreno privilegiado en el que la tecnociencia puede ofrecer al ser humano la materialización de cuanto sus conocimientos científicos son capaces de proporcionarle. Sinónimo, en consecuencia, de aplicación exacta y precisa, no es extraño que parezca a primera vista inapropiada toda incursión de la ingeniería en un campo donde la imprecisión se reconoce como presupuesto básico. Pero es, de nuevo, la imperativa necesidad de establecer puentes entre la ciencia, la técnica y la realidad concreta, lo que ha marcado también aquí el paso de lo teórico a lo práctico.

Así pues, como decimos, la utilidad de la lógica difusa ha quedado a estas alturas más que patente al encontrar la creación de Lotfi Zadeh brillan-

¹⁴ Asociada esta cuestión encontramos otras: ¿en función de qué soporte formal realizamos el contraste? ¿Qué relación hay entre el lenguaje formal y el lenguaje natural? Es interesante, a propósito de estas cuestiones, el planteamiento de Shapiro. Ver, Shapiro, S., *Op. cit.*, p. 52.

tes aplicaciones en los más diversos terrenos. Ofreciendo un recorrido por tales aportaciones prolongaríamos en exceso la extensión de este artículo. No obstante, consignaremos como botones de muestra algunas de ellas. Tendríamos que hablar, en este sentido, de los importantes avances en sistemas de ayuda a la conducción, en la optimización del funcionamiento de electrodomésticos que facilitan nuestra vida diaria, su aplicación en sistemas de reconocimiento automatizado de escritura, en la mejora y realce de imágenes, etc. En todo caso, sin deseo alguno de menospreciar ninguna de las hasta aquí mencionadas, comentaremos con algún detenimiento, aunque necesariamente también de forma sumaria, algunas otras que han conseguido captar nuestra atención.

Así, en aeronáutica, la lógica difusa se está aplicando con gran eficacia para predecir trayectorias de vuelo. De hecho, los resultados obtenidos usando métodos difusos son más precisos a la hora de predecir la posición y trayectoria futuras de una aeronave que los métodos convencionales basados en la extrapolación lineal. En este campo, la lógica difusa ofrece importantes ventajas. Entre ellas, cabe destacar que este tipo de lógica genera un sistema de reglas para la predicción, en lugar de proporcionar tan sólo soluciones según el modelo de *caja negra*. Además, en última instancia, esas reglas son susceptibles de ser validadas y ejecutadas sobre un soporte *software* convencional¹⁵. Ni que decir tiene que este último aspecto es particularmente relevante, tanto a efectos teóricos como prácticos¹⁶.

En el sector de la automoción, rigurosos *tests* de carretera demuestran que un estimador difuso es capaz de elevar el rendimiento de los sistemas ABS convencionales, especialmente en superficies secas. El éxito de los sistemas ABS difusos se basa en que los algoritmos que se aplican son muy ligeros, computacionalmente hablando, de modo que se obtienen tiempos de respuesta realmente bajos con muy pocos recursos *hardware*. Se ha comprobado que los resultados son muy positivos en sistemas antibloqueo y en general en cualquier aplicación en tiempo real, donde un retardo de una pequeñísima fracción de segundo podría resultar desastroso, como puede ser el guiado de misiles o el atraque de una aeronave en una estación espacial.

Refiramos, para terminar esta apresurada enumeración, que en la lógica difusa puede estar asimismo una de las claves para conseguir controlar el complejo proceso de fusión nuclear y obtener energía limpia. Recordemos que, a día de hoy, se utilizan para tal fin enormes maquinarias que monitorizan, con la ayuda de físicos expertos, cada uno de los complejos pasos del proceso de forma simultánea. Frente a esto, el sistema de control difuso se

¹⁵ Edisbury, B., «Fuzzy Logic predicts Aircraft Flight Path», UK, *Npower*, May 1999.

¹⁶ Broda, K. - Gabbay, D. M. - Lamb, L. C. - Russo, A., *Compiled Labelled Deductive Systems: A Uniform Presentation of Non-Classical Logics*, Hertfordshire, Research Studies Press Ltd., 2004, pp. 310-312.

ocuparía del trabajo duro, permitiendo de ese modo a los especialistas un control más eficiente para avanzar así en la obtención de energía mediante fusión nuclear. Es bien conocido, en efecto, que durante el proceso de reacción de fusión se produce un núcleo de helio, conocido como partícula alfa y un neutrón altamente energético, liberando, al mismo tiempo, la codiciada energía. Una mejora sustancial en el control del plasma (gas ionizado) supondría un gran paso adelante en la obtención de energía a partir de la fusión nuclear. Como se sabe, de momento, la duración de un pulso de plasma es directamente proporcional al tamaño del contenedor nuclear. Es usual conseguir pulsos de unos pocos milisegundos y, en ningún caso, de duración superior a un minuto. El principal reto de los investigadores que trabajan en este campo es mantener estable el proceso durante meses, sin necesidad de usar maquinarias de grandes dimensiones. Hasta ahora, la lógica difusa se ha aplicado en la supervisión de la densidad del plasma durante la fusión, aunque está creciendo el interés en ampliar su uso para controlar la configuración del plasma. Si los planes de utilizar la lógica difusa para el control de la retroalimentación siguen adelante, se espera que se amplíe a través de ella la estabilidad del proceso, permitiendo a los físicos sumergirse en una profunda investigación que les lleve a determinar la configuración óptima del plasma¹⁷.

CONCLUSIONES

Tras finalizar esta rápida enumeración, es hora de volver a los derroteros de nuestra primitiva línea discursiva, para así acabar este trabajo ofreciendo algunas conclusiones que tal vez puedan resultar esclarecedoras al lector. En este sentido, habría que recalcar, en primer término, que una expresión tiene significado en la medida en que podemos operar con ella. Bien es verdad que el concepto de operación tiene un sentido primario, referido al uso de la expresión dentro de un lenguaje dado. Aunque existe además un sentido de *operar*, que podría denominarse secundario, referido al empleo de dicha expresión como soporte de una acción que trasciende los límites del lenguaje.

El uso de la expresión es, desde esta segunda perspectiva, una operación que involucra la acción humana, ya se refiera ésta a la actuación directa sobre cualquier sujeto u objeto existente o, a diferencia de ello, a la actuación indirecta, a través de cualquier intermediario de naturaleza mecánica u orgánica.

Desde esta forma de plantear la cuestión del significado, vemos cómo éste no puede expresarse en términos absolutos. Más bien, por el contrario, de-

¹⁷ Edisbury, B., «First Fuzzy Logic control of nuclear fusion experiment», UK, *Npower*, May 1999.

bemos entender la captación del significado como un proceso que admite niveles o grados. A cada uno de ellos puede vincularse asimismo a un grado de operatividad. Las actuaciones u operaciones correctas nos dan la medida de la comprensión del significado. Pero la corrección remite a la adecuación de la acción y ésta ha de analizarse de igual forma, a través de una matriz específica, que admite una serie de valores, más o menos próximos al resultado que expresaría una adecuación completa.

Bien es cierto que éste último concepto sigue expresando, como podemos comprobar en un buen número de casos, una idealización, ya que lo existente a duras penas encaja de forma aproximada en las casillas particulares previstas.

BIBLIOGRAFÍA

- BRODA, K. - GABBAY, D. M. - LAMB, L. C. - RUSSO, A., *Compiled Labelled Deductive Systems: A Uniform Presentation of Non-Classical Logics*, Hertfordshire, Research Studies Press Ltd., 2004.
- EDISBURY, B., «Fuzzy Logic predicts Aircraft Flight Path», UK, *Npower*, May 1999.
- EDISBURY, B., «First Fuzzy Logic control of nuclear fusion experiment», UK, *Npower*, May 1999.
- FERNÁNDEZ AGIS, D., *Memorial del desorden*, Madrid, Celeste/Euroliceo, 1995.
- GOGUEN, J. A., «The logic of Inexact Concepts», *Synthese*, 19, 1969.
- HIERRO S. PESCADOR, J., *Significado y verdad. Ensayos de semántica filosófica*, Madrid, Alianza, 1990.
- MONTAIGNE, M. De, *Ensayos completos*, Madrid, Cátedra, 2003.
- RORTY, R., *El giro lingüístico*, Barcelona, Paidós, 1990.
- SHAPIRO, S., *Foundations without foundationalism*, Oxford, Oxford University Press, 2002.
- TAYLOR, Ch., «El lenguaje y la naturaleza humana», en Taylor, Ch., *La libertad de los modernos*, Madrid, Amorrortu, 2005.
- ZADEH, L., «Fuzzy Sets», *Information and Control*, 8, 1965.
- ZADEH, L. - FU, KING-SUN - TANAKA, K. - SHIMURA, M. (Edits.), *Fuzzy Sets and their Applications to Cognitive and Decision Processes*, New York, San Francisco and London, Academic Press, 1975.