



Estudio empírico sobre el tratamiento de la sinonimia en los razonamientos vagos

Gael Velasco Benito

Dpto. de Filosofía y Antropología
Universidad de Santiago de Compostela
gael.velasco@gmail.com

Alberto Bugarín

Centro Singular de Investigación en
Tecnoloxías da Información (CiTIUS)
Universidad de Santiago de Compostela
alberto.bugarin.diz@usc.es

Alejandro Sobrino

Dpto. de Filosofía y Antropología
Universidad de Santiago de Compostela
alejandro.sobrino@usc.es

Resumen—Existen dos alternativas relacionadas con la manera en la que se debe formalizar los términos vagos de nuestro lenguaje para su correcta implementación en un lenguaje de programación lógica. Una opción es hacer preciso el contenido semántico (es decir, eliminar la vaguedad de un término lingüístico estableciendo límites claros), y otra opción es mantener las propiedades vagas del lenguaje (a pesar de las muchas complicaciones que surgen a raíz de ello). En este artículo ofrecemos un argumento empírico a favor de esta última postura, y analizamos la posibilidad de desarrollar una aproximación al razonamiento impreciso de naturaleza más bien lingüística que numérica. Los resultados obtenidos apoyan esta posibilidad, y ofrecen evidencias según las cuales algunos de los problemas más básicos que pueden presentarse al implementar un método de resolución vago en computación pueden resolverse haciendo uso de la conocida como “aproximación de grado”.

Palabras clave—vaguedad; aproximación de grado; razonamiento natural; computación con palabras.

I. INTRODUCCIÓN

En el campo de la computación con lenguaje natural parece existir un acuerdo general sobre el hecho de que el lenguaje humano es, esencialmente, vago, y que dicha vaguedad influye de manera directa en nuestra manera de razonar. Este comportamiento difiere del procesamiento del lenguaje natural clásico, que usa algoritmos precisos. Tradicionalmente, la vaguedad se ha contrapuesto a la precisión: “*We are able to conceive precision; indeed, if we could not do so, we could not conceive vagueness, which is merely the contrary of precision*” [19:5]. Esta diferencia es la que ha generado más dificultades a la hora de desarrollar un sistema automático computacional que sea capaz de procesar y manipular de manera correcta los términos vagos.

Frente a este problema, una primera aproximación consiste en tratar la vaguedad como un defecto que debe ser eliminado de nuestro lenguaje [19]. Los límites entre las extensiones positivas y negativas de un término vago (es decir, los parámetros que permiten clasificar un elemento como perteneciente o no a la categoría establecida por una palabra) podrían ser descubiertos y aplicados de manera precisa, obteniendo así un formalismo lógico menos imperfecto que el lenguaje natural y que podría llegar a sustituirlo en cualquier ámbito. Las aproximaciones más comunes a esta postura hacen uso de la lógica bivalente o de dos valores (algo es bello o no lo es,

una persona es joven o no lo es, etc.), al considerarla como la lógica más sencilla y que mejor representa la realidad [18]. En esta tradición semántica supervaluacionista de Fine [6] y Dummett [3] se propone la posibilidad de que a cualquier término lingüístico P se le puede (y debe) aplicar una serie de precisiones (*precisifications* en inglés) que permitan señalar qué elementos pertenecen a las extensiones positivas y negativas de P .

Existen varios argumentos en contra de esta aproximación, señalando la obtención de resultados contraintuitivos y poco naturales como su principal argumento, e indicando que existen otras lógicas fuera de la lógica bivalente mejores para el estudio formal de la vaguedad [21]. La lógica multivalorada aporta resultados más próximos a la realidad, utilizando una serie de grados numéricos que permiten una clasificación más fina de los elementos pertenecientes al dominio de una palabra. El problema está en que si estos grados no se utilizan de manera aproximada [4], el modelo que se obtiene es un modelo que también trata con precisión la vaguedad (aunque con varios —o infinitos— límites en lugar de solo uno), arrastrando consigo todos los problemas inherentes a estas aproximaciones. Sería, pues, necesario buscar un formalismo gradual no numérico, capaz de representar el significado de los términos vagos sin, para ello, modificar su forma de uso o su contenido semántico.

Tomando como punto de partida la opinión de que la acción de precisar los términos vagos es una solución que, aunque funciona como aproximación general al problema, en ciertos casos puede llevar a resultados poco intuitivos, en este trabajo estudiamos la posibilidad de una alternativa no precisa basada en las relaciones semánticas ya existentes en nuestro lenguaje.

La organización del artículo es la siguiente. En la Sección II introducimos los fundamentos teóricos del problema, así como la conveniencia práctica de utilizar la aproximación de grado como base. En las Secciones III y IV presentamos el estudio empírico llevado a cabo en el ámbito de los razonamientos vagos. En la Sección V se discuten los resultados obtenidos, los cuales sugieren una posible correlación entre los juicios valorativos humanos en un razonamiento y la distancia entre grados en una escala.

II. TRATAMIENTO GRADUAL NO PRECISO DE LOS RAZONAMIENTOS VAGOS

Uno de los intentos más importantes y exitosos de tratar la vaguedad desde una perspectiva computacional es la conocida como Computación con Palabras [25], [26], un sistema que pretende simplificar la computación de problemas complejos que involucran lenguaje impreciso o vago y facilitar su implementación. Su principal aportación es la introducción del concepto de variable lingüística, así como la idea de que en computación se puede trabajar directamente con palabras (o percepciones), y no únicamente con valores numéricos o medidas. Siguiendo sus directrices, un problema tratado mediante la Computación con Palabras estará expresado en lenguaje natural, de manera que los resultados obtenidos serán, a su vez, proposiciones o palabras.

El inconveniente reside en que, aunque las bases de la Computación con Palabras son claras, el proceso de resolución no es lingüístico, sino numérico, dado que reduce las proposiciones de entrada a expresiones propias de la Lógica Difusa y las manipula hasta conformar un resultado preciso que, en un paso posterior, es transformado de nuevo a lenguaje natural. Inevitablemente, el contenido semántico de las expresiones vagas se volverá preciso, y por ende modificado. A pesar de las múltiples ventajas propias de esta aproximación, consideramos que en el caso de los razonamientos vagos sería conveniente buscar un método alternativo que nos permitiera conservar el significado de las palabras tal y como lo percibimos los seres humanos durante todos los pasos. Creemos que, de ser esto posible, las conclusiones obtenidas serían más coherentes y naturales, y que el proceso de resolución sería más sencillo de comprender para aquellas personas no versadas en la computación o en la Lógica.

En la bibliografía pueden encontrarse diversos argumentos en contra de la acción de precisar de los términos vagos, todos los cuales coinciden al defender que la vaguedad no es un defecto superficial que pueda corregirse trazando límites precisos, sino una característica semántica de nuestro lenguaje (una primera aproximación al respecto puede encontrarse en [23]). Por solo citar algunos casos, en [24] la acción de volver preciso lo que es vago es criticada al argumentar que, aunque pudiésemos definir reglas explícitas que formalizasen la vaguedad, estas no servirían para explicar el significado de un término vago a alguien que no esté familiarizado con él (es decir, estas reglas no serían “informativas”). De forma similar, en [1] se apoya esta postura al argumentar que las condiciones de verdad de las palabras vagas solo pueden ser gobernadas por reglas igualmente vagas. Y otros autores como Edgington [4], aunque apoyan el uso de la Lógica Difusa en el desarrollo de una teoría formal de la vaguedad, advierte que ésta nunca podría ser utilizada de manera precisa, sino como valores aproximados que permitan construir un modelo aproximado del problema y no den lugar a infinitos estados precisos.

En el presente artículo partiremos de las ideas contenidas en [17], [22], donde se propone como alternativa la utilización

de las relaciones lingüísticas ya existentes en nuestro lenguaje, las también conocidas como “relaciones semánticas”. Algunos ejemplos serían la sinonimia (igualdad de significado, como por ejemplo “escaso” y “poco”), la antonimia (significado opuesto o contradictorio, como es el caso de “afilado” y “romo”) o la hiperonimia (inclusión de significados, como es el caso de “libro”, que es un hiperónimo de “novela”).

Introducir este tipo de relaciones en un lenguaje de programación lógico sería una ventaja enriquecedora y sustancial, dado que la mayoría de ellos se limita a interpretar relaciones sintácticas, y no semánticas. Utilizando como ejemplo el lenguaje Prolog, supongamos que tenemos un programa con los siguientes hechos y reglas donde $P(x)$ denota “ x posee la propiedad P ” (es decir, “la pasta está rica”, “el sushi está bueno”, etc.) y $menu(X) :- rico(X)$ representa una norma según la cual “el elemento designado por X estará en el menú si X cumple con un requisito, a saber: que X cumpla la propiedad de estar rico”:

rico(pasta).

bueno(sushi).

delicioso(paella).

menu(X) :- rico(X).

En este caso, la respuesta a la pregunta “¿Qué hay en el Menú?” es clara: “ $X = pasta$ ”.

La solución, aunque válida, se nos antoja incompleta dado que aunque el sushi y la paella, según el programa, no estén “ricos”, no es del todo coherente afirmar que no cumplen con el requisito necesario para aparecer en el Menú. Pero tampoco podemos afirmar lo contrario (que el sushi y la paella cumplen el requisito al mismo nivel que la pasta).

Lo que haría falta sería que el programa supiese que estos tres adjetivos están semánticamente relacionados entre sí, y cuál es el nivel o tipo de sinonimia de cada uno con respecto a los otros dos. De esta forma, podría presentar más de una respuesta, aunque matizando que algunas de ellas tienen un grado de validez superior al de las otras.

A este respecto se han realizado varios intentos basados en un tratamiento preciso de la vaguedad ([7], [11], [13], entre otros). Muchos de estos métodos parten de la idea de asignar un valor numérico a cada propiedad definida (por ejemplo, asignando los valores 1 y 0,8 a “pasta” y “sushi”, respectivamente, con respecto a la propiedad “estar rico”), y utilizar esa clasificación para ordenar las respuestas de más a menos válida, cada una de ellas señalada con un número entre 0 y 1 que determina cuán válida es con respecto a la pregunta hecha al programa. Estos trabajos logran con éxito aumentar la capacidad expresiva de lenguajes como Prolog, pero como ya hemos mencionado anteriormente, esta manera de tratar la vaguedad tiene sus problemas, siendo el principal de todos que asignan valores numéricos arbitrarios sin una base sólida que los justifique, los cuales forman a su vez una serie de infinitos estados precisos que simulan un comportamiento semántico muy distinto al de las palabras vagas de nuestro lenguaje.

Las relaciones lingüísticas no presentarían estas dificultades, aunque un método así será más difícil de implementar a causa



de las diferencias inherentes entre seres humanos y sistemas computacionales. Las relaciones semánticas más útiles en el caso de los razonamientos vagos son las de sinonimia y antonimia a causa de sus paralelismos directos con los conceptos de igualdad y negación implicados en los procesos resolutivos de lenguajes de programación Prolog; es decir, el emparejamiento o *matching* y la resolución por refutación.

Una posible solución se basa en la aproximación conocida como “aproximación de grado” [8]–[10]. Según esta alternativa, los elementos pertenecientes ciertas categorías gramaticales como la de los adjetivos estarían asociados a una entidad abstracta, el grado d , que representaría el valor o cantidad de la propiedad dada por esos elementos. Estos grados estarían a su vez ordenados en escalas, elementos lingüísticamente relevantes que pueden definirse por medio de tres parámetros: un conjunto de grados, una relación de orden que ordena dicho conjunto, y una “dimensión” (también llamada “medida”) que establece cuál es la propiedad real representada por la escala (peso, tamaño, edad, etc.). Así pues, todos los elementos de la escala están relacionados, de forma que dos elementos cualesquiera que pertenezcan a ella podrán compararse entre sí (siendo uno mayor que el otro). No hay que perder de vista que la aproximación de grado, en su forma clásica, impone en sus escalas un determinado grado “estándar de comparación” o “normal” que sirve como límite claro entre aquellos grados que representan de manera positiva la dimensión de la escala y aquellos que no. Dado el tratamiento no vago de este formalismo, en el estudio no adoptaremos dicha medida, centrándonos únicamente en la existencia de los grados y de una relación de orden total que nos permite ordenarlos de mayor a menor dentro de una escala.

III. HIPÓTESIS DE TRABAJO

La principal hipótesis sobre la que trabajamos tiene su apoyo teórico en [15], donde el contenido semántico de un término lingüístico se subdivide en dos categorías: significado “cognitivo” y significado emotivo o “no cognitivo”. En términos generales, esta clasificación respondería a dos facultades psicológicas distinguibles en el uso del lenguaje: una intelectual, lógica, y otra intuitiva o emotiva. Sin embargo, muchos de los factores que definen el significado no cognitivo de una palabra no están realmente relacionados con lo que se suele considerar como “significado” o “contenido semántico”, sino con otros elementos de carácter pragmático tales como la aceptabilidad estilística o social (por ejemplo, el significado no cognitivo determinaría el carácter formal o coloquial de una palabra, o si existe algún contexto en que dicha palabra no puede o no debe ser usada). Por ese motivo, Lyons determina que el tratamiento formal de la sinonimia, así como su aplicación a cualquier proposición natural, debe restringirse únicamente a su contenido cognitivo.

Volviendo a la aproximación gradual, el significado de una palabra, una vez dejado a un lado cualquier implicación no lógica y centrándonos únicamente en el significado cognitivo, estaría representado por los grados. En el caso de un lenguaje de programación Prolog, estos grados estarían representados

por las mismas palabras, las cuales conformarían una escala lingüística (en el sentido dado en [12] de “un conjunto de alternantes lingüísticos, o expresiones contrastivas de la misma categoría gramatical, que pueden ordenarse en un orden lineal por grados de informatividad o fuerza semántica”). De esta manera, si prescindimos del formalismo bivalente, inherente de las aproximaciones de grado clásicas, serían pues estas palabras, y su relación total con el resto de palabras de la misma escala, los únicos elementos necesarios para representar el contenido lógico de los términos y su influencia en las condiciones de verdad de un razonamiento vago.

En consecuencia, si Prolog u otros lenguajes de programación pudiesen interpretar de manera correcta estos grados, y a su vez pudiesen mostrarlos al usuario mediante el uso del lenguaje natural, podrían alcanzarse soluciones no precisas para razonamientos en los que intervienen términos vagos, ya que las escalas son elementos que Prolog y otros lenguajes interpretan y manejan con facilidad.

La pregunta que se pretende estudiar es esta: si tenemos una serie de premisas conectadas entre sí por sinónimos de las cuales se infiere una conclusión, ¿existe una relación directa entre el juicio de valor que, de media, realizaría un ser humano acerca de dicha conclusión, y la separación que existe entre los grados de los sinónimos implicados en el razonamiento?

IV. ANÁLISIS EMPÍRICO DEL PROBLEMA

El experimento antes mencionado tiene como finalidad estudiar, a partir de la aproximación gradual al problema de la vaguedad, un método con el cual introducir juicios coherentes no precisos de razonamientos vagos en un sistema automático no supervisado. Más concretamente, el experimento explora la posible correlación existente entre la evaluación lingüística de la conclusión de un razonamiento básico y la separación existente entre los adjetivos valorativos implicados dentro de una escala. El objetivo no es tanto establecer una prueba indiscutible sobre la validez de la aproximación gradual como servir de argumento a favor de una teoría de la vaguedad empírica, la cual podría ser sistematizada sin necesidad de aplicar un método numérico.

IV-A. Metodología

El estudio se ha realizado mediante un formulario sobre el que se ha consultado a estudiantes, profesores e investigadores pertenecientes al ámbito universitario. En total, los resultados aquí mostrados se corresponden a las respuestas dadas por 38 participantes. En una primera parte se les hizo una serie de preguntas básicas, a saber: su edad, nivel de estudios y nivel de conocimiento del castellano. Como resultado, la edad media de los participantes ha sido de 25,2 años, y dado que todos han señalado el castellano como su lengua madre (o, en su defecto, un avanzado conocimiento de dicho idioma), y no se han detectado irregularidades en la totalidad de sus respuestas, no ha sido necesario excluir ninguno de los cuestionarios recibidos.

IV-B. Materiales y procedimiento

Los adjetivos utilizados para este experimento han sido cuatro, dos asociados a un parámetro medible (edad para “anciano”, temperatura para “caliente”) y dos asociados a uno que no puede ser medido (al menos de manera numérica), siendo “guapo” y “divertido” los elegidos para este último caso¹.

El cuestionario se divide en dos partes bien diferenciadas. En la primera, al participante se le presentaron 12 textos breves ordenados al azar, cada uno de los cuales se correspondía con una serie de premisas, enriquecidas de forma escueta para proveerles de un contexto que facilitara su comprensión. A continuación se les mostraba una conclusión posible para cada fragmento, y finalmente se les pedía que estableciesen su grado de conformidad con dicha conclusión en una escala Likert² de siete puntos [14].

Un ejemplo es el siguiente:

TEXTO: “El director de casting de una película pone en varias páginas web el siguiente anuncio: “se necesita actor maduro para una nueva campaña de perfumes”. Al día siguiente su asistente llega a su despacho y le dice que hay un candidato esperando en la sala. Cuando el director le pregunta sobre el aspecto de dicho candidato, el ayudante le dice que es un anciano.”

PREGUNTA: “¿Estás de acuerdo con la afirmación “el candidato cumple con los requisitos del anuncio?””

OPCIONES: 1) Totalmente de acuerdo, 2) Bastante de acuerdo, 3) Algo de acuerdo, 4) Ni de acuerdo ni en desacuerdo, 5) Algo en desacuerdo, 6) Bastante en desacuerdo, 7) Totalmente en desacuerdo.

La peculiaridad de las premisas aquí presentes es que el punto de unión entre ellas no viene dado por una misma palabra, sino por dos sinónimos, uno de los cuales es siempre uno de los cuatro adjetivos-base antes mencionados (“anciano”, “caliente”, etc.) y el otro uno de sus sinónimos.

Fundamentándonos en la clasificación dada por Cruse [2], Palmer [16] y Lyons [15], existirían tres tipos de sinónimos básicos: sinónimos absolutos (palabras con idéntico significado, como son “computadora” y ordenador” donde la definición de ambas viene sustentada por las mismas acepciones), sinónimos cognitivos (palabras que, a pesar de tener un contenido semántico formal o “intelectual” idéntico, se diferencian en la intención, actitud o carga emotiva de cada una, como son “delgado” y “flaco”, donde “delgado” tiene una carga neutra mientras “flaco” suele utilizarse en sentido peyorativo) y “plesiónimos” o cuasi-sinónimos (palabras entre las que existe una diferencia semántica tal que si una fuera sustituida por otra en una proposición, las condiciones de verdad de dicha proposición cambiarían, como es el caso de “amplio” y “vasto”

¹La categoría gramatical de los adjetivos ha sido la elegida para el estudio porque a) en la mayoría de los casos son los adjetivos quienes, junto a los adverbios, introducen la vaguedad en nuestro lenguaje, y b) “la gramática tradicional ha reconocido el grado como uno de los accidentes gramaticales del adjetivo”, ya que “expresan propiedades, características o dimensiones que, sin variar de manera cualitativa, puede, en cambio, variar cuantitativamente” [20:6-8].

²Una escala Likert es una escala psicométrica utilizada en cuestionarios donde al participante se le presenta una serie de afirmaciones y este debe elegir aquellas opciones que mejor representen su nivel de acuerdo o desacuerdo en cada una. Nos hemos decantado por este tipo de cuestionarios gracias al paralelismo existente entre las escalas Likert (cuyos grados están expresados en lenguaje natural) y las escalas lingüísticas de la segunda parte del experimento.

donde, aunque ambos sirven para designar un espacio grande, “vasto” hace referencia a un espacio mayor que “amplio”).

El cuestionario pretende estudiar la relación de cada uno de los cuatro adjetivos-base con un sinónimo cognitivo y dos cuasi-sinónimos, todos ellos recogidos en WordNet [5] (ver Tabla I)³.

Tabla I: Clasificación semántica de los adjetivos utilizados

	Sin. Cognitivo	Cuasi-sinónimo 1	Cuasi-sinónimo 2
Anciano	Viejo	Senil	Maduro
Caliente	Cálido	Ardiente	Tibio
Guapo	Bonito	Precioso	Agraciado
Divertido	Entretenido	Alegre	Animado

La segunda y tercera columna de cuasi-sinónimos se corresponden con los adjetivos que hacen referencia a un grado superior e inferior, respectivamente, de la dimensión a la que están asociados (la temperatura a la que hace referencia “ardiente” es superior a la que hace referencia “caliente”, mientras que la temperatura a la que hace referencia “tibio” es inferior a la que hace referencia “caliente”, etc.). Estos adjetivos han sido elegidos con el fin de que todas las categorías sinonímicas existentes estuviesen representadas en el estudio (cognitivos y cuasi-sinónimos tanto en un grado superior como inferior), así como dos ejemplos claros de adjetivos asociados a medidas (la edad de un “anciano” puede medirse en años, y la temperatura de algo “caliente” en grados centígrados) y otros dos que no pueden ser reducidos a una sola medida (no existe ninguna unidad capaz de indicar de manera explícita el nivel de belleza y/o de diversión).

La segunda parte del cuestionario consiste en darle al participante un conjunto de palabras ordenadas al azar y pedirle que las coloque en una escala de diez posiciones en los lugares que considerase más correctos (el número de posiciones ha sido elegido con el fin de que existiera espacio suficiente para que cada participante situase la distancia que considerase oportuna entre cada par de palabras sin que el tamaño de la escala influyese en su decisión). Cada conjunto se corresponde a uno de los adjetivos-base, sus tres sinónimos utilizados en la primera parte (tal y como aparecen en la Tabla I) y uno o dos sinónimos nuevos más (ver Tabla II).

Por último, a los participantes se les pregunta si alguno de los cuatro conjuntos de palabras les ha resultado especialmente difícil de ordenar.

Tabla II: Grupos de adjetivos

Edad	maduro, envejecido, canoso, senil, viejo, anciano
Temperatura	tibio, ardiente, cálido, templado, caliente
Belleza	guapo, precioso, bonito, cautivador, agraciado, atractivo
Diversión	divertido, alegre, animado, entretenido, ameno

IV-C. Predicciones y resultados

El cuestionario fue desarrollado para comprobar si los razonamientos lingüísticos que realizarán los participantes en

³La ausencia de sinónimos absolutos en el estudio se debe a que su existencia no es del todo clara, y el número de casos en el que puede sugerirse su existencia dentro de la categoría de los adjetivos es mínimo [2].



la primera parte tienen algún tipo de correlación con su ordenamiento en las escalas de la segunda parte. De ser así, los resultados darían una pista sobre cómo debería implementarse un razonador lingüístico que tuviese en cuenta el contenido semántico vago de los términos en un lenguaje de programación lógica (como veremos a continuación).

Los resultados de la primera parte arrojaron luz sobre el primer punto a tener en cuenta: que las respuestas no están uniformemente distribuidas entre los siete puntos de la escala Likert, sino que se agrupaban en torno a un valor central, formando una curva de tipo distribución normal o Campana de Gauss (ver Fig. 1)⁴. Esto parece indicar que el uso de



Fig. 1: Distribución de las respuestas para el caso de los sinónimos “anciano” y “senil” en una escala Likert de siete puntos.

sinónimos en un silogismo sí modifica las condiciones de verdad del razonamiento, comportamiento del que no puede dar cuenta un tratamiento de la vaguedad bivalente.

El segundo punto a comentar es que, efectivamente, tal y como se había predicho, las palabras asociadas a una magnitud numérica (edad, temperatura) resultaron más fáciles de ordenar que las asociadas a una magnitud no numérica (belleza, diversión). Esto debe tenerse en cuenta, pues puede ser, a su vez, otra razón que explique por qué las condiciones de verdad de una conclusión se ven modificadas.

Por último, el resultado más relevante de todos puede verse referido en la Fig. 2. El eje de las abscisas está formado por los siete puntos de la escala Likert de la primera parte (igual que en la Fig. 1), y el eje de las ordenadas por un valor numérico entre 0 y 5 que señala la distancia existente entre un par de palabras situadas en la misma escala de la segunda parte (0 = situados en la misma posición, 1 = situados en una posición adyacente, 2 = situados en la escala con una posición de diferencia, etc.). A su vez, cada uno de los doce puntos se corresponde a los doce pares de palabras estudiados en el cuestionario, cuyas coordenadas x-y han sido obtenida

⁴El eje de las abscisas va de 1 a 7, valores numéricos que se corresponden a los siete puntos Likert de la escala:

- 1 = “Totalmente de acuerdo”
- 2 = “Bastante de acuerdo”
- 3 = “Algo de acuerdo”
- 4 = “Ni de acuerdo ni en desacuerdo”
- 5 = “Algo en desacuerdo”
- 6 = “Bastante en desacuerdo”
- 7 = “Totalmente en desacuerdo”

mediante los valores medios de los resultados obtenidos en la primera y segunda parte, respectivamente. Las barras de error están representadas a partir de los valores de la segunda y cuarta columna de la Tabla III y representan sus intervalos de confianza (para un valor de confianza del 95 %). Teniendo

Tabla III: Valores representados en la Fig. 2

Par de palabras	Valor_P1	Conf_P1	Valor_P2	Conf_P2
Anciano-Senil	2.74	0.46	1.58	0.42
Anciano-Viejo	18.7	0.40	1.05	0.30
Anciano-Maduro	5.76	0.44	4.45	0.55
Caliente-Tibio	6.34	0.18	4.21	0.51
Caliente-Cálido	2.82	0.60	1.32	0.28
Caliente-Ardiente	6.05	0.52	2.24	0.34
Guapo-Bonito	2.37	0.47	1.47	0.36
Guapo-Agraciado	3.34	0.49	2.34	0.47
Guapo-Precioso	4.42	0.65	2.26	0.39
Divertido-Entretenido	4.55	0.57	2.79	0.59
Divertido-Animado	3.13	0.50	2.34	0.45
Divertido-Alegre	3.68	0.47	2.08	0.45

todos estos valores en consideración, la recta representada en la gráfica es una estimación obtenida mediante la técnica de mínimos cuadrados con un coeficiente de determinación o R^2 de 0,70, valor que refleja la muy buena calidad de este ajuste.

V. CONCLUSIÓN Y DISCUSIÓN GENERAL

Los resultados antes expuestos nos permiten concluir dos hechos relevantes, siendo el primero que la sustitución de una palabra A por un sinónimo $SinA$ en un razonamiento natural casi siempre se percibe como una pérdida de las condiciones de verdad de la conclusión (de no ser así, todas o casi todas las respuestas se corresponderían al primer punto de la escala Likert). En segundo lugar, nos ha permitido comprobar que, si la palabra sustituida A dentro del razonamiento es un sinónimo valorativo graduable, la modificación de las condiciones de verdad percibida por un ser humano se relaciona directamente con la separación existente entre los grados representados por A y $SinA$ dentro de una escala lingüística obtenida de manera empírica.

Si las implicaciones de nuestro experimento resultan correctas, en estos casos ya no sería necesario reducir el contenido semántico de una palabra a valores numéricos mediante la

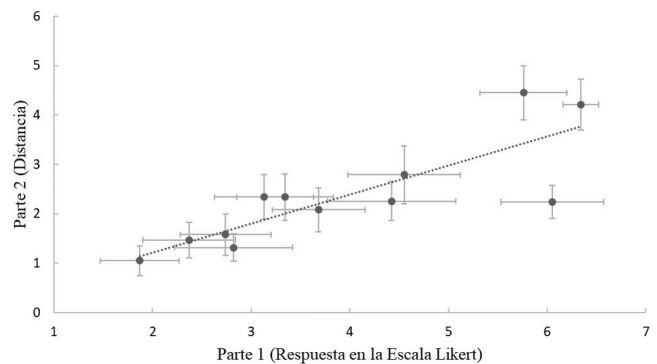


Fig. 2: Representación de los datos del estudio (Tabla III) y su ajuste por mínimos cuadrados.

lógica difusa para su tratamiento no supervisado. Entonces un lenguaje de programación lógica como Prolog podría arrojar más soluciones que las aportadas actualmente, valorando el grado de verdad de cada conclusión de manera lingüística midiendo únicamente la distancia entre los grados asociados a cada término dentro de una escala.

Por supuesto, quedan por resolver algunas cuestiones antes de considerar plausible esta solución, siendo el problema más relevante el de la desambiguación de los términos implicados en un silogismo. Aun limitándonos a tratar únicamente el significado cognitivo (o puramente lógico) de los términos, todavía quedaría determinar la dimensión o magnitud a la que están haciendo referencia en el razonamiento. Y es que, por ejemplo, no es lo mismo utilizar el adjetivo “senil” para hacer referencia a la avanzada edad de un ser humano que a su deterioro cognitivo, ya que en ambos contextos el adjetivo hará referencia a dos grados diferentes, cada uno perteneciente a su propia escala.

Con lo que respecta a los datos tomados, la estimación por mínimos cuadrados nos muestra de manera bastante precisa que cada punto de la escala Likert de la primera parte encuentra una correspondencia directa con una de las distancias establecidas por los participantes en la segunda parte. Si el objetivo es diseñar un método resolutivo que emule la manera de juzgar una conclusión de los seres humanos, de acuerdo a lo aquí expuesto la información podría quedar recogida en escalas ordenadas de manera empírica por el suficiente número de usuarios, lo que simplificaría las inferencias aproximadas o vagas realizadas al estilo Prolog. Por ejemplo, en el caso de un razonamiento tipo Prolog, bastaría con modificar el proceso de unificación con una nueva regla según la cual el emparejamiento entre dos términos se produciría también si los grados asociados a ambos términos en el contexto dado pertenecen a la misma escala, añadiendo en esos casos un determinado “grado de coherencia” al emparejamiento por medio de la distancia existente entre ambos grados.

Para concluir es importante señalar que, aunque es sorprendente la precisión con la que los datos señalan una correlación entre las distancias que existen entre grados y juicios valorativos, los resultados en sí no lo son. Al fin y al cabo, si aceptamos la premisa principal de la aproximación gradual según la cual el contenido semántico cognitivo de los adjetivos se expresa mediante los grados a los que estos hacen referencia, es evidente que cuanto más alejados estén los grados de A y $\text{Sin}A$ dentro de una misma escala, mayores serán los cambios introducidos en las condiciones de verdad de la conclusión del silogismo al sustituir un término medio por otro.

En todo lo discutido anteriormente, hay que tener en cuenta que para comprobar la validez de estos resultados sería necesario repetir el experimento para un número mayor de participantes y palabras. De igual forma, en futuros estudios cabría la posibilidad de estudiar si este tratamiento de la vaguedad puede extenderse a otras categorías gramaticales sensibles de poseer un contenido semántico vago (tales como los adverbios o, en cierta medida, los sustantivos o incluso los

verbos) o si, por el contrario, requieren de un enfoque distinto, no fundamentado en el uso de escalas y grados.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad (proyectos TIN2014-56633-C3-1-R y TIN2017-84796-C2-1-R) y la Consellería de Educación de la Xunta de Galicia (proyectos GRC2014/030 y Acreditación 2016-2019, ED431G/08”). Todos los proyectos fueron cofinanciados por el programa FEDER.

REFERENCIAS

- [1] L. C. Burns, “Vagueness: an investigation into natural languages and the Sorites paradox”, *Philosophy and Phenomenological Research* 54(2), 1994, pp. 483-486.
- [2] D. A. Cruse, *Lexical Semantics*. Cambridge University Press, 1986.
- [3] M. Dummett, “Wang’s paradox”, *Synthese*, 30, 1975, pp. 301-24.
- [4] D. Edgington, *Vagueness by Degrees*. In Rosanna Keefe and Peter Smith (eds.), *Vagueness: A Reader*. MIT Press, 1997.
- [5] C. Fellbaum, *WordNet. An Electronic Lexical Database*. Cambridge, MA: MIT Press, 1998. Disponible en: <http://wordnetweb.princeton.edu/perl/webwn>. [Consulta: 16 junio 2018].
- [6] K. Fine, “Vagueness, truth and logic”, *Synthese* 30(3-4), 1975, pp.265-300.
- [7] M. Ishizuka, y N. Kanai, “Prolog-ELF incorporating fuzzy logic”, *New Generation Computing*, 3(4),1985, pp.479-486.
- [8] C. Kennedy, *Projecting the adjective: The syntax and semantics of gradability and comparison*. New York: Garland, 1999.
- [9] C. Kennedy, “Polar opposition and the ontology of ‘degrees’”. *Linguistics and Philosophy*, 24, 2001, pp. 33-70.
- [10] C. Kennedy, y L. McNally, “Scale structure and the semantic typology of gradable predicates”. *Language*, 81(2), 2005, pp. 345-381.
- [11] R. C. T. Lee, “Fuzzy logic and the Resolution Principle”. *Journal of the Association for Computing Machinery*, 19(1), 1972, pp. 109-119.
- [12] S. C. Levinson, *Pragmática*. Barcelona: Teide, 1989.
- [13] D. Li, and D. Liu, *A Fuzzy Prolog Database System*. Research Studies Press and John Wiley and Sons, 1990.
- [14] R. Likert, “A technique for the measurement of attitudes”. *Archives of Psychology*, 140, 1932, pp. 1-55.
- [15] J. Lyons, *Introduction to Theoretical Linguistics*. Cambridge University Press, 1968.
- [16] F. R. Palmer, *Semantics: A new outline*. Cambridge University Press, 1976.
- [17] M. Pereira-Fariña, A. Sobrino, and A. Bugarín, “A proposal of fuzzy chained syllogism based on the concept of synonymy”. *Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE)*, 2013, pp. 1-8.
- [18] W. V. Quine, “What price bivalence?”, *Journal of Philosophy* 78 (2), 1981, pp. 90-95.
- [19] B. Russell, “Vagueness”. *Australasian Journal of Philosophy* 1 (2), 1923, pp. 84-92.
- [20] C. Sánchez López, *El grado de adjetivos y adverbios*. Madrid: Arco/Libros, 2006.
- [21] D. H. Sanford, “Competing semantics of vagueness: Many values versus super-truth”. *Synthese* 33 (2-4), 1976, pp. 195-210.
- [22] A. Sobrino, “The Role of Synonymy and Antonymy in Natural Fuzzy Prolog”. *Soft Computing in Humanities and Social Sciences*. R. Seising, V. Sanz (eds.), Springer Berlin Heidelberg, 2012, pp. 209-236.
- [23] L. Wittgenstein, *Philosophical Investigations*, trad. Anscombe, G.E.M. Wiley-Blackwell, 1953.
- [24] C. Wright, “On the coherence of vague predicates”, *Synthese* 30 (3-4), 1975, pp. 325-65.
- [25] L.A. Zadeh, “Fuzzy logic = computing with words”. *IEEE Transactions of Fuzzy Systems*, 4(2), 1996, pp. 103-111.
- [26] L.A. Zadeh, “From computing with numbers to computing with words: From manipulation of measurements to manipulation of perceptions”. *Circuits and Systems I: Fundamental Theory and Applications*, IEEE, 46(1), 1999, pp. 105-119.