

## **Modelado computacional de preposiciones en inglés y español: aproximación cognitiva**

**Isabel González**

*Mammut*

*Universidad de Los Andes*

isabel@mammut.io

**Génesis Montenegro**

*Mammut*

*Universidad de Los Andes*

genesis@mammut.io

**Rosángela Pulido**

*Mammut*

*Universidad de Los Andes*

rosangela@mammut.io

**Miguel Riveros**

*Mammut*

*Universidad de Los Andes*

miguel@mammut.io

**Hillary Romero**

*Mammut*

*Universidad de Los Andes*

hillary@mammut.io

**Lino Urdaneta**

*Mammut*

*Universidad de Los Andes*

lino@mammut.io

### **Resumen**

Las palabras funcionales, entre ellas las preposiciones, representan un reto para el procesamiento de lenguaje natural debido a que su significado es difícilmente determinable a partir de procesos de descomposición semántica similares a los utilizados para la descripción de palabras plenas, en especial cuando la semántica es resultante de un proceso de lexicalización computacional (Goddard & Schalley, 2010). Por ello, proponemos el diseño de un modelo computarizado que permita el aprendizaje automático (*machine learning*) de las relaciones espaciales marcadas por las preposiciones. El modelo que presentamos en esta ponencia fue diseñado para el procesamiento de las preposiciones, entendidas como partes del discurso que establecen relaciones semánticas entre dos elementos, marcando (prototípicamente) relaciones espaciales que codifican la posición de un ente en un espacio físico (Saint-Dizier, 2006; Waluch de la Torre, 2007; Zelinsky-Wibbelt, 1993), y

la extensión metafórica de dichas relaciones espaciales. El modelo se basa en algunos presupuestos de la lingüística cognitiva (Lakoff & Johnson, 1999; Langacker, 2008). Este modelo forma parte de un proyecto de inteligencia artificial mediado por lenguaje natural (Mammut) cuya finalidad es atender diversas necesidades en el mercado sobre productos o información usando sistemas basados en Pregunta-Respuesta.

Palabras clave: preposiciones, cognitivismo, procesamiento de lenguaje natural, lingüística computacional.

## **1. INTRODUCCIÓN**

El objetivo del presente trabajo es brindar evidencia de un modelo de análisis de las preposiciones en español y en inglés hecho con fines computacionales a partir de parámetros tomados de la lingüística cognitiva. Las palabras funcionales, entre ellas las preposiciones, no pueden ser lexicalizadas de manera convencional (su significado no se puede explicitar en una definición que aparezca en un diccionario) puesto que semánticamente representan relaciones entre dos entes. Esto puede constatarse solicitando a un hablante nativo que proporcione una definición operativa para *de* o *by*. Asimismo, una misma preposición puede tener varios usos cuyas diferencias sólo son perceptibles cuando se estudian en contexto. Es por ello que las preposiciones representan un reto para el procesamiento de lenguaje natural, puesto que cualquier modelo de análisis que no defina explícitamente estas relaciones, ni las formalice adecuadamente, puede resultar inadecuado para tal propósito.

A lo largo de este trabajo mostraremos el modelo que hemos creado para responder a la necesidad de un proyecto de procesamiento de lenguaje natural (Mammut). El modelo será presentado al anotador durante la etapa de anotación/desambiguación manual (esto es, en el momento de analizar los usos particulares de una preposición que se encuentren en las preguntas de un corpus), para que tomando en cuenta un ejemplo prototípico de un uso particular de una preposición, el anotador pueda determinar los parámetros que caracterizan a la preposición en español o inglés que está anotando, además de los elementos relacionados por las mismas.

## **2. ANTECEDENTES**

Hay una gran cantidad de trabajos en la comunidad de procesamiento de lenguaje natural (PLN) enfocados en resolver ambigüedades de diversos tipos; sin embargo, la sistematización semántica de las preposiciones sólo ha dado lugar a pocas investigaciones. La interpretación automática de las preposiciones en inglés ha sido abordada, por ejemplo, por Litkowski (2002), en cuyo estudio se desarrolla un modelado de funciones semánticas preposicionales utilizando una teoría de gráficos para la organización y posterior desambiguación, modelo que toma en consideración su alta polisemia. Asimismo, Saint-Dizier y Vazquez (2001) abordan el análisis de la cualidad polisémica de las preposiciones, así como sus usos metafóricos. En este estudio los autores adoptan un enfoque cognitivista

a través del uso de la Estructura Conceptual Léxica (LCS) para mostrar cómo las preposiciones se combinan e interfieren con los constituyentes relacionados de la cláusula.

Por otro lado, O'Hara y Wiebe (2003), proponen un enfoque estadístico comparativo fundamentado en experimentos para la asignación de roles semánticos para colocaciones preposicionales con dos marcos diferentes, PENN TREEBANK y FRAMENET. Olteanu y Moldovan (2005) describen un método de desambiguación partiendo de información sintáctica y semántica anotada. Además, mediante decisiones de apego verbal o nominal de la frase preposicional, los autores plantean mejorar la precisión del clasificador en la etapa de desambiguación. Litkowski y Hargraves, (2005) desarrollaron un estudio en el cual se aplica un marco para identificar y caracterizar los roles semánticos y una cuenta de los patrones de alternancia de roles semánticos aplicado a un corpus para desarrollar una caracterización completa y mejorada del comportamiento de la preposición. Por último, un estudio más reciente de Saint-Dizier y Mari (2006) está dirigido a las frases preposicionales que denotan instrumentalidad implementando un modelo de interacciones entre Actor/Acción/Instrumento.

### 3. LAS PREPOSICIONES Y SU ESTUDIO

En general, las preposiciones se definen como un tipo de palabras cuya función es relacionar dos elementos, el primero de ellos puede ser cualquier parte de la oración, mientras que el segundo se conoce como complemento preposicional (Quirck, Greenbaum, Leech & Svartvik, 1985). Sin embargo, desde los aportes cognitivistas las preposiciones se definen como gramemas que tienen una referencia semántica espacial, dada la capacidad que posee un hablante para concebir su entorno (McMichael, 2006). En su significado prototípico, las preposiciones marcan relaciones espaciales (Zelinsky-Wibbelt, 1993), y es a partir de estos significados prototípicos de donde se puede derivar sus otros significados, entendidos como metáforas de aquellos.

Una misma situación real puede asociarse con diversos valores interpretativos debido a la capacidad que tiene un hablante para concebir su entorno, esto es lo que Langacker (2008) define como 'imágenes'. La lingüística cognitiva desde la teoría de los prototipos propone la concepción del mundo en imágenes que provienen de la relación que establecemos con nuestro entorno físico, particularmente de nuestra orientación en un espacio (Cuenca & Hilferty, 1999; Ungerer & Schmid, 2006).

Asimismo, el cognitivismo plantea que estas imágenes prototípicas pueden ser representadas por esquemas que dan cuenta del desplazamiento de un ente en distintas trayectorias. Estos esquemas suponen que existe un elemento de fondo y un elemento de foco, así como un espacio que permite el movimiento del elemento de foco con respecto a su fondo. El elemento de fondo se denomina 'locus' o 'landmark', y el elemento de foco recibe el nombre de 'trayector' (estos elementos se presentan de la siguiente manera: Trayector-Preposición-Locus) (Cuenca & Hilferty, 1999; Ungerer & Schmid, 2006).

Las preposiciones se dividen de varias formas. Una de las clasificaciones más comunes consiste en agruparlas en preposiciones semánticamente débiles y fuertes. Las primeras son aquellas que no marcan una relación espacial entre dos entes (como en *La plaza de Humboldt*), mientras que las segundas se encuentran en pares antonímicos (como *de-a*,

*desde-hasta*) (Waluch de la Torre, 2007). Ejemplos de las preposiciones fuertes son las de lugar y tiempo. Para este modelo analizamos las preposiciones semánticamente fuertes, así como una preposición débil, esto es la preposición *de*, pues consideramos que el parámetro de espacialidad funciona para este caso cuando se usa como metáfora de un ente que contienen a otro.

#### 4. MODELO DE LA PREPOSICIÓN ESPACIAL

Para iniciar la presentación del modelo creemos necesario hacer una aclaratoria con respecto al estadio en el que se encuentra en estos momentos. El modelo de preposiciones de Mammut está en su primera fase de diseño, por lo tanto, varios detalles de su configuración se encuentran bajo revisión. Sin embargo, consideramos que el modelo tiene un basamento teórico sólido. Asimismo, creemos que este estudio puede contribuir tanto al análisis semántico detallado de las preposiciones como a formalizar computacionalmente sus funciones.

La construcción del modelo inició con la revisión de entradas en diccionarios de hablantes nativos, diccionarios especializados de preposiciones, diccionarios etimológicos, así como apartados en gramáticas tradicionales. Esta información fue contrastada con una revisión del tratamiento de las preposiciones en documentación cognitivista que puede ser aplicada a sistemas de PLN. El procesamiento y la caracterización de los diversos usos de las preposiciones encontradas en las fuentes dio lugar a un modelo semántico aplicable al español y al inglés. Cabe destacar que los recursos léxicos consultados fueron utilizados para crear una lista de usos prototípicos de las preposiciones.

El modelo de preposiciones de Mammut consta de una hoja de datos de Google (*Google Sheet*) con varias hojas de cálculo. En la primera hoja de cálculo ubicamos los parámetros (dimensión, direccionalidad, volumen, subjetivación) que son indicadores usados para el análisis de las preposiciones. Estos parámetros los hemos definidos a partir de la teoría cognitivista y de nuestra comprensión de aquello que es necesario para modelar una preposición en un esquema cognitivo de base espacial. Asimismo, el trayector y el locus, es decir, el elemento de foco y el elemento de fondo, fueron definidos en la hoja de cálculo de los parámetros. Seguidamente, encontraremos varias hojas de cálculo, una para cada preposición en español y el inglés.

En cada hoja de cálculo dedicada a una preposición se encuentran los seis parámetros necesarios para formalizar los esquemas preposicionales que vehiculan el sentido de cada uso de cada preposición, así como una columna que muestra ejemplos prototípicos. Estos parámetros se encuentran en inglés en la hoja de cálculo pues se espera que el modelo pueda ser extendido para describir preposiciones en distintas lenguas. Cada esquema consta de:

- (1) Ejemplo prototípico (*Prototypical example*): se trata de un ejemplo tomado de cualquiera de las fuentes consultadas para la revisión de los usos de las preposiciones. Este ejemplo se selecciona de acuerdo con parámetros prototipicidad del esquema preposicional que se está modelando.

- (2) Dimensión (*Dimension*): se refiere al medio que representa el dominio (metafórico) al que pertenece el ente, o donde el ente existe o se desenvuelve.
- (3) Trayector (*Tr*): representa el elemento de foco o primer argumento de la preposición. Además, esta columna permite dar cuenta del estado de movilidad o no del trayector.
- (4) Direccionalidad (*Directionality*): muestra la dirección codificada en el desplazamiento (es lo que la lingüística cognitiva denomina *trayectoria*).
- (5) Locus o landmark (*LM*): se refiere al elemento de fondo o el segundo argumento de la preposición. Además, esta columna permite expresar si el locus es fijo o móvil.
- (6) Volumen (*Volume*): codifica el lugar ocupado por el locus en el espacio, o información relacionada con dicho lugar (por ejemplo, la determinación de los contornos de una entidad).
- (7) Subjetivación (*Subjectivization*): indica la relación subjetiva o la percepción del Tr y el LM frente a una preposición desde el punto de vista de un sujeto corporeizado y social, marcado desde la perspectiva del usuario. Esta caracterización se utiliza, sobre todo, para distinguir matices muy finos que diferencian ciertos usos preposicionales.

Los parámetros dimensión, direccionalidad, volumen y subjetivación tienen distintos tipos de valores que permiten la diferenciación de aspectos particulares expresados en cada parámetro. Los valores en conjunto nos permiten distinguir los usos de una misma preposición. Dado que el parámetro ‘dimensión’ es central para la teoría cognitivista, pues permite distinguir las maneras de definir el espacio (físico o metafórico), el modelo creado parte de este punto para la distinción de los usos y significados de las preposiciones. Consideramos los valores de espacio, tiempo y espacio metafórico como el punto de inicio de nuestro modelo; sin embargo, dada la necesidad de distinguir entre usos más delicados de las preposiciones, creamos cinco valores más para el parámetro ‘dimensión’ que hemos denominado de la siguiente manera: a) Transacción (El Tr es una entidad física o inmaterial, y el LM es una entidad social tal como una persona, compañía, institución, etc.); b) Circunstancia (El Tr es una entidad concreta o abstracta y el LM es una circunstancia tal como un destino, causa, o consecuencia); c) Medida (El Tr es una entidad física o inmaterial y el LM es una escala cuantitativa, ordinal o cualitativa, puede tratarse de una medida de longitud del LM, del volumen del Tr, etc.); d) Instrumento (El LM opera sobre el Tr para cambiar su forma, volumen o trayectoria. También entendemos por instrumento a un medio por el cual el Tr se desplaza); e) Conjunto (El LM y/o el Tr son conjuntos de elementos, o el Tr y el LM son entidades separadas que guardan una relación).

Para darle validez al modelo que hemos creado, diseñamos una prueba que nos permitió determinar si es apto para la finalidad que se le ha dado desde que iniciamos su definición. En este sentido consideramos que un modelado válido debe tener las siguientes características:

- Dos preposiciones con el mismo esquema deben poder conmutarse.
- Dos preposiciones que conmuten deben tener el mismo esquema.
- Al introducir una nueva preposición hay una forma de modelarla.
- El modelado de una preposición debe dar cuenta de sutilezas semánticas que sean comprensibles y coherentes con el conocimiento lingüístico de un hablante.

En el siguiente enunciado, se puede observar cómo funciona el modelo en uno de nuestros ejemplos prototípicos en español:

1) Yo pasé **por** tu casa

En este uso de la preposición *por* se observa que el hecho sucede en un espacio físico, por lo que el parámetro dimensión se marca con el valor ‘espacio’. Luego, el ‘yo’ representa el Tr (trayector), elemento de foco o primer argumento de la preposición, mientras que ‘tu casa’ representa el LM (locus), elemento de fondo o segundo argumento de la preposición. En este caso, el valor asignado al Tr es ‘móvil’ y el valor del LM es ‘fijo’. Respecto a la direccionalidad, la distancia entre el Tr y el LM se acorta (por lo tanto se marca con un valor que representa este acortamiento de distancia, en este caso el símbolo >) dada la movilidad del Tr con respecto al LM. Además, en relación con el volumen, el LM representa un espacio que debe atravesar el Tr para llegar a su destino, por tanto se le asigna el valor MEDIO+. En cuanto a la subjetivación, no hay necesariamente evidencia perceptiva de la posición del Tr, por eso el valor que se le asigna a este parámetro es EVIDENCIAL-.

Figura 1. Modelado de la preposición *por* con significado de espacio

index	hide	dimension	trayector	directionality	landmark	volume	subjectivity	prototypical-example
16		espacio	M	>	F	MEDIO+	EVIDENCIAL-	yo pasé por tu casa

El último paso en el análisis de las preposiciones consiste en determinar si un uso de una preposición determinada puede ser conmutable (siguiendo la definición de conmutabilidad de las preposiciones ofrecida por Waluch de la Torre, 2007), es decir, si existen dos preposiciones que pueden ser intercambiables en un uso determinado sin que esto afecte el significado de la frase. Un ejemplo de conmutabilidad es el uso de *de* y *con* en *un vaso de/con agua*.

Figura 2. Módulo de conmutación con el ejemplo *un vaso de / con agua*

A	B	C	D	E	F	G	H	I
lemma1	lemma2	dimensión	trayector	directiona	landmark	volume	subjectivation	prototypical-example
de	con	espacio	F	!u	M	MEDIO-;CONTACTO+	NINGUNO	vaso de agua / vaso con agua

## 5. ANÁLISIS DE UNA PREPOSICIÓN DE ACUERDO CON EL MODELO MAMMUT

En esta sección discutiremos casos particulares de preposiciones modeladas con el marco creado para Mammut. Tal como lo hemos mencionado anteriormente, el modelo nos permite diferenciar los usos particulares de una misma preposición. Los valores asignados a los parámetros dan cuenta de estas diferencias, tal como se observa en tres ejemplos prototípicos de la preposición *en*. En primer lugar tenemos un uso de *en* como preposición de espacio físico. En un enunciado como *el plato está en la mesa* se modela esta preposición con los parámetros de Tr móvil y LM fijo (Un Tr relativamente móvil se encuentra dentro de un espacio o LM). Su direccionalidad es un ejemplo de que el LM es una figura biplanar que contiene al Tr, por lo que se le asigna el valor correspondiente (u), teniendo en cuenta que la direccionalidad observada en este uso de *en* indica que existe una relación del Tr y el LM en dos dimensiones. Por tanto, la imagen prototípica representada por el esquema de este uso de la preposición *en* muestra una relación espacial en dos dimensiones entre en Tr y el LM.

A diferencia de este uso de espacio, la preposición *en* también se usa en otros tres casos en los que existen sutiles diferencias semánticas que podemos analizar a partir del modelo que presentamos en este trabajo. Ejemplo de estos usos los podemos observar en los siguientes tres enunciados:

- 1) la estatua está **en** la plaza,
- 2) Paula viaja **en** tren,
- 3) él golpeó a Max **en** la cara.

En los enunciados 1 y 3 tanto el Tr como el LM se encuentran fijos, y en ambos casos la direccionalidad es la misma (el LM se concibe como una figura plana que contiene al Tr). Además, en ninguno de los dos casos hay evidencia de la subjetivación. Ahora bien, en estos enunciados el uso de la preposición *en* es diferente, y este aspecto lo podemos percibir en el parámetro ‘volumen’. Mientras que en el enunciado número 1 el LM es un espacio (que no forma un medio que hay que recorrer o atravesar, y por ello el valor MEDIO-) dentro del cual se encuentra el Tr, en el enunciado número 3 vemos que el Tr en reposo mantiene un contacto físico con el LM (esto lo hemos definido con el valor CONTACTO+).

Un uso metafórico de la misma preposición lo podemos observar en el enunciado *Yo lo noté en el ambiente*. En este caso, la preposición no introduce un ente que se refiere a un espacio físico, sino que el Tr y el LM se presentan como entidades espaciales, sin que eso sea necesariamente cierto, es decir, el LM no es un espacio o entidad física. La teoría cognitiva se refiere a estos usos como metáforas del uso prototípico de espacio físico.

Además de los usos de *en* que se relacionan con un espacio (físico o metafórico) también existen otros usos, tal como se presenta en el enunciado *él intervino en favor de un amigo*. En este caso, la distancia se acorta entre el Tr móvil y el LM fijo, en una dimensión que hemos llamado ‘circunstancia’, que describe al Tr como una entidad concreta o abstracta (una acción) y al LM como una circunstancia (destino, causa, consecuencia). Los dos parámetros restantes, el volumen y la subjetivación, los hemos modelado para describir que

el LM no es necesariamente un límite para el movimiento del Tr (correspondiente al valor LÍMITE-) y que el LM se entiende como el benefactivo (valor BENEFACTIVO+).

Además de los usos de la preposición *en* que hemos mencionado, existen otros como preposición de tiempo y conjunto (este último lo usamos para referirnos a la situación en la que el LM y/o el Tr son conjuntos de elementos, o bien el Tr y el LM son entidades separadas que guardan una relación, como se observa en el enunciado *yo me gradué en idiomas*). En la figura 3 se puede apreciar el modelado completo de la preposición *en*.

Figura 3. Modelado de la preposición *en*

inde	dimension	trayector	direction	landmark	volume	subjectivity	prototypical-example
1	espacio	M	u	F	MEDIO-	NINGUNO	el plato está en la mesa
2	espacio	F	u	F	MEDIO-	NINGUNO	la estatua está en medio de la plaza
3	espacio	M	u	M	MEDIO-	MANERA+	Paula viaja en tren
4	espacio	F	u	F	CONTACTO+	NINGUNO	él golpeó a Max en la cara
5	tiempo	M	u	F	LIMITE-	NINGUNO	yo voy a estar aquí en veinte minutos
6	tiempo	M	u	F	MEDIO-	NINGUNO	yo me levanto en la madrugada
7	espacio metafó	F	u	F	MEDIO-	NINGUNO	yo lo noté en el ambiente
8	conjunto	M	u	F	CONTACTO-	NINGUNO	yo me gradué en idiomas
9	circunstancia	M	>	F	LIMITE-	BENEFACTIVO	él intervino en favor de un amigo
10	circunstancia	M	>	F	MEDIO+	FINALIDAD+	edificio en construcción

El análisis que hemos presentado hasta ahora nos permite observar que el modelo de preposiciones cumple con dos de las condiciones que definimos como prueba de su validez, esto es, hay una manera de modelar cada preposición que hemos introducido y el modelado da cuenta de las sutilezas semánticas que son comprensibles y coherentes con la visión de un hablante. La conmutación, en el caso de la preposición *en*, se puede constatar en el uso de la misma para indicar espacio metafórico, como sucede en los enunciados *lo noté en/por sus ojos*. En este caso, el análisis de las preposiciones *en* y *por* es igual y corresponde a un Tr y un LM fijos, una direccionalidad que indica una distancia constante entre el Tr y el LM, una subjetivación que no corresponde con ninguno de los valores de este parámetro, y un volumen que indica un contacto (físico o psicológico) entre el Tr y el LM.

## 6. COMPARACIÓN DEL MODELO EN ESPAÑOL Y EN INGLÉS

La concepción del mundo que tienen los hablantes de una lengua proviene de su relación con el espacio o el entorno que lo rodea, y esta percepción particular se puede codificar en una preposición (Cuenca y Hilferty, 1999; Ungerer y Schmid, 2006). Por lo tanto, cada lengua codifica estas imágenes de forma distinta. Es por ello que los usos de una preposición en una lengua no corresponden necesariamente a los usos de una preposición en otra lengua.

Para este modelado de las preposiciones en inglés y español, tomamos un total de 21 preposiciones en español y 22 preposiciones en inglés. En general, las preposiciones del inglés son semánticamente más densas y, por lo tanto, más ambiguas que las del español (esto lo podemos constatar en los 314 esquemas creados para las preposiciones en inglés en contraste con los 131 esquemas que dan cuenta de los usos particulares de las preposiciones en español). La figura 4 muestra la distribución de los modelos preposicionales que hemos creado para el inglés (a la izquierda) y para el español (a la derecha).



Figura 4. Distribución de los modelos preposicionales en inglés y español.

	Número	Porcentaje		Número	Porcentaje
Distintas direccionalidades usadas:	11	37.93	Distintas direccionalidades usadas:	14	48.28
Direccionalidades totales del modelo:	29	100.00	Direccionalidades totales del modelo:	29	100.00
Número de NINGUNO en subjectivity:	150	47.77	Número de NINGUNO en subjectivity:	53	40.46
Número de NINGUNO en volume:	101	32.17	Número de NINGUNO en volume:	12	9.16
Número de M en trayector:	205	65.29	Número de M en trayector:	82	62.60
Número de F en trayector:	109	34.71	Número de F en trayector:	49	37.40
Número de M en landmark	82	26.11	Número de M en landmark	22	16.79
Número de F en landmark	232	73.89	Número de F en landmark	109	83.21
Casos totales:	314	100.00	Casos totales:	131	100.00

El modelo de preposiciones de Mammut permite dar cuenta de las formas particulares en las que cada lengua codifica las imágenes. Esto se puede observar en uno de los usos de la preposición *on* que hemos analizado en un enunciado similar al que usamos en el ejemplo prototípico de la preposición ‘en’ para la dimensión ‘espacio’. En el enunciado *The vase is on the table*, observamos a un Tr y un LM fijos que se mantienen a una distancia constante.

Un rasgo distintivo entre el uso de *en* y de *on* como preposiciones de espacio en español e inglés respectivamente es que en el parámetro ‘volumen’ de la preposición en inglés distinguimos que el Tr en reposo mantiene un contacto con el LM (por lo tanto le damos el valor CONTACTO+). Finalmente, en el parámetro de ‘subjektivación’ observamos que hay evidencia perceptiva de la posición del Tr (por lo que marcamos este parámetro con el valor EVIDENCIAL+). Además de este, la preposición *on* tiene 23 usos distintos entre los cuales se encuentran tiempo, espacio metafórico, circunstancia, instrumento (tiene lugar cuando el LM es un instrumento que opera sobre el Tr para cambiar su forma, volumen, trayectoria, alterarlo, etc. Es también un medio con el cual el Tr se desplaza) y medida (indica que el Tr es una entidad física o inmaterial y el LM es una escala).

## 7. CONSIDERACIONES FINALES

La formalización semántica en aras de la modelización computacional es una tarea compleja y aún no resuelta desde el punto de vista del PLN. En particular, la caracterización de elementos léxicos funcionales es particularmente ardua, ya que muchas de las herramientas usualmente utilizadas (ontologías, redes semánticas, similitud en el espacio vectorial, modelos estocásticos, lexicones basados en rasgos, entre otros) no dan cuenta apropiadamente de los distintos usos de estas palabras. Pocos modelos teóricos lingüísticos son capaces de proponer una esquematización de las preposiciones de carácter general que tengan la solidez que presenta el marco lingüístico cognitivo. Es por ello que nos hemos inspirado en algunas de sus herramientas para proponer el modelo descrito en esta ponencia. El modelo presentado cuenta, entonces, con solidez teórica, y los criterios de validez utilizados son una buena manera de verificar la coherencia del modelado. Por supuesto, será la implementación del mismo en tareas de PLN la que finalmente determinará la pertinencia o no del mismo.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el apoyo institucional brindado por Mammut.io durante la preparación de esta ponencia.

## Referencias bibliográficas

- Cuenca, María & Joseph Hilferty. 1999. *Introducción a la lingüística cognitiva*. Barcelona, España: Ariel.
- Goddard, Cliff & Andrea Schalley. 2010. Semantic Analysis. En *Handbook of Natural Language Processing*. Boca Raton: CRC Press.
- Lakoff, George & Mark Johnson. 1999. *Philosophy in the flesh. The embodied mind and its challenge to western thought*. Nueva York: Basic Books.
- Langacker, Ronald. 2008. *Cognitive grammar. An introduction*. Nueva York: Oxford University Press.
- Litkowski, Kenneth C. 2002. Digraph analysis of dictionary preposition definitions. En: *Proceedings of the ACL-02 Workshop on Word Sense Disambiguation: Recent Successes and Future Directions*, 9–16, Philadelphia, PA.
- Litkowski, Kenneth & Orin Hargraves. 2005. The Preposition Project. En *Proceedings of the Second ACL-SIGSEM Workshop on the Linguistic Dimensions of Prepositions and their Use in Computational Linguistics Formalisms and Applications*, 171–179, Colchester.
- McMichael, Andrew. 2006. The A's and the Be's in English Prepositions. En: *Syntax and Semantics of Prepositions*, 43–56. Netherlands: Springer.
- O'Hara, Tom and Janyce Wiebe. 2003. Preposition semantic classification via Treebank and FrameNet. En: *Proceedings of the 7th Conference on Natural Language Learning (CoNLL-2003)*, 79–86, Edmonton.
- Olteanu, Marian & Dan Moldovan. 2005. PP-attachment disambiguation using large context. En *Proceedings of Human Language Technology Conference/Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (HLT/EMNLP)*, 273–280, Vancouver, Canada.
- Quirk, Randolph, Sidney Greenbaum, Geoffrey Leech & Jan Svartvik. 1985. *A Comprehensive Grammar of the English Language*. New York: Longman.
- Saint-Dizier, Patrick & Alda Mari. 2006. A Conceptual Semantics for Prepositions denoting Instrumentality. En: *Syntax and Semantics of Prepositions*, 289–305. Netherlands: Springer.
- Saint-Dizier, Patrick & Glòria Vazquez. 2001. A Compositional Framework for Prepositions. En *Proceedings of the Fourth International Workshop on Computational Semantics (IWCS-4)*, 165–179, Tilburg.
- Saint-Dizier, Patrick. 2006. Introduction to the Syntax and Semantics of Prepositions. En: *Syntax and Semantics of prepositions*. Netherlands: Springer.
- Ungerer, Friedrich & Hans-Jorg Schmid. 2006. *An introduction to cognitive linguistics* (Segunda edición ed.). Edimburgo: Pearson Education Limited.

Waluch-de la Torre, Edyta. 2007. *Análisis comparado de preposiciones espaciales en español, portugués y polaco*. Granada: Editorial de la Universidad de Granada.

Zelinsky-Wibbelt, Cornelia. 1993. *The Semantics of prepositions*. Berlin: Mouton de Gruyter.