

Modelo de literariedad usando redes semánticas y n-gramas

Jonatan Ahumada Fernández

Tesis para el título de Ingeniero de Sistemas

Facultad de Matemáticas E Ingeniería
Fundación Universitaria Konrad Lorenz
Bogotá, Colombia
2022

Contents

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | 3 |
| 1.1 | Introducción | 3 |
| 1.2 | Planteamiento del problema | 4 |
| 1.3 | Justificación | 6 |
| 1.3.1 | Palabras clave: | 7 |
| 1.3.2 | Área de conocimiento: | 7 |
| 1.4 | Alcances y delimitaciones: | 7 |
| 2 | OBJETIVO GENERAL | 9 |
| 3 | OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 9 |
| 4 | MARCO TEÓRICO | 9 |
| 4.1 | Literariedad | 9 |
| 4.1.1 | Selección (ver lingüística sincrónica): | 10 |
| 4.1.2 | Combinación (ver lingüística diacrónica): | 10 |
| 4.2 | Poética | 10 |
| 4.3 | Lingüística | 11 |
| 4.3.1 | Lingüística General: | 11 |
| 4.3.2 | Lingüística sincrónica | 11 |
| 4.3.3 | Lingüística diacrónica | 12 |
| 4.4 | Lenguaje | 12 |
| 4.4.1 | Lengua | 13 |
| 4.4.2 | Habla | 13 |
| 4.5 | Lingüística Computacional | 14 |
| 4.6 | NLP | 14 |
| 4.6.1 | NLTK | 16 |
| 4.6.2 | N-gramas | 16 |
| 4.6.3 | Tokenización | 17 |
| 4.6.4 | Vectorización | 17 |
| 4.6.5 | Bag of words | 18 |
| 4.6.6 | Corpus | 19 |
| 4.7 | Analítica de datos | 20 |
| 4.8 | CRISP-DM | 21 |
| 5 | MARCO REFERENCIAL | 22 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 6 | DISEÑO METODOLÓGICO | 23 |
| 6.1 | Entendimiento del negocio | 24 |
| 6.2 | Entendimiento de los datos | 25 |
| 6.2.1 | El corpus de referencia | 26 |
| 6.2.2 | El corpus objetivo | 26 |
| 6.2.3 | La red semántica | 26 |
| 6.2.4 | Resumen de entendimiento de los datos | 27 |
| 6.3 | Preparación de los datos | 27 |
| 6.3.1 | Corpus de referencia | 27 |
| 6.3.2 | Corpus objetivo | 34 |
| 6.4 | Modelamiento | 38 |
| 6.4.1 | Selección de técnica de modelado | 38 |
| 6.4.2 | Diseño experimental | 38 |
| 6.4.3 | Presentación del modelo | 40 |
| 6.5 | Despliegue | 44 |
| 6.5.1 | Índices por muestra | 44 |
| 6.5.2 | Gráficos por muestra | 50 |
| 6.5.3 | Gráficos totales | 55 |
| 6.6 | Evaluación | 59 |
| 7 | CONCLUSIONES | 61 |
| 7.1 | Las hipótesis planteadas | 61 |
| 7.2 | Crítica del modelo | 63 |
| 7.3 | Trabajo futuro | 64 |
| 7.3.1 | El índice metafórico | 64 |
| 7.3.2 | El índice metonímico | 65 |

1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1 Introducción

¿Qué constituye la esencia de un texto? ¿Qué diferencia un texto considerado

'literario' de aquél que no lo es? Esta pregunta se ha planteado en áreas como los

estudios literarios y la lingüística [1]. Particularmente, la escuela denominada 'formalismo ruso' planteó que el objeto de estudio de la literatura, no *podría* ser la belleza, la relevancia histórica o el valor pragmático de un texto. Más bien, su objeto de estudio *debe* recaer en un aspecto más 'objetivo': su *literariedad*. Como su nombre sugiere, los formalistas se abocaron a formular una definición 'objetiva' y 'concreta' del fenómeno literario y adoptaron los –en ese entonces– modernos métodos de la buyente disciplina de la lingüística.

Siendo este el caso, ¿no es, por consiguiente, factible que un autómata pueda medir y presentar tales características presuntamente formales con las actuales herramientas informáticas? ¿Cómo se podría traducir la noción de *literariedad* a un algoritmo que pueda ejecutar una máquina?

1.2 Planteamiento del problema

Roman Jakobson propone que la *literariedad* de un texto está dada por dos componentes de lenguaje: la diacronía y la sincronía. Estos elementos fueron expandidos de la teoría lingüística de Saussure. Más tarde, puestos en el contexto del análisis de la poesía, Jakobson renombró esos dos ejes como *metáfora* y *metonímia*, en su texto "Lingüística y poética".

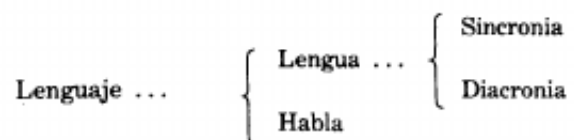


Figure 1: Distinción entre sincronía y diacronía

¿Es posible modelar algorítmicamente tales conceptos? Según Jakobson, en el estudio de la *literariedad* se omite el factor emisor y factor receptor. Tan solo se centra en el mensaje. Representado únicamente a través de un *medio* particular: en este caso, la palabra escrita. Es, por lo tanto, *factible* que un autómatas pueda medir y presentar tales características.

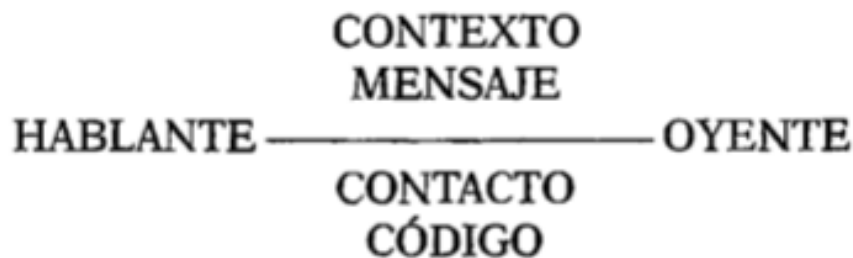


Figure 2: Factores de comunicación de Roman Jakobson [2]

Saussure ofrece ya un modelo cualitativo muy bien esbozado en teoría, que es el que luego Jakobson utilizará para definir la literariedad. Sin embargo, aunque existe un planteamiento cualitativo del problema, no se halló en la bibliografía consultada un modelo computacional que modelara el concepto y lo implementara.

Preliminarmente, se puede observar que el modelo de Saussure se fundamenta en una estructura bastante familiar en la computación: la secuencia [3]. Así, el objetivo de este trabajo es modelar e implementar el modelo de *literariedad* de Roman Jakobson utilizando redes semánticas y n-gramas.

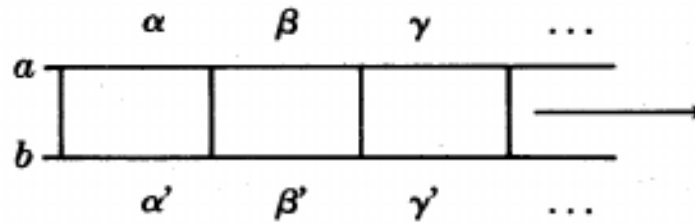


Figure 3: Modelo cualitativo inicial expuesto por Ferdinand De Saussure tomado de [1]

1.3 Justificación

Si bien existen infinitas operaciones realizables sobre un texto computarizado, hay pocas que tengan un enfoque humanístico, sea este lingüístico, literario o estético. Este enfoque busca generar una mayor comprensión del fenómeno literario, en contraposición a los enfoques 'típicos' –y hoy en día indispensables– de procesamiento de lenguaje: extracción de información, clasificación con base a un modelo predictivo, entre muchos otros [4].

Más aún, dentro de este subconjunto reducido, pocos están guiados por aquello que Gelbukh llama 'la ciencia fundamental'. A saber, la lingüística. En otras palabras, hay un vacío en el campo de la lingüística computacional en lo que se refiere a modelos que procuran cuantificar esta perspectiva.

Tal vacío genera que el estudio académico de la literatura no pueda sustentarse en datos 'duros' o ,por lo menos, cuantitativos propias del método científico. Por otro lado, los diversas y posibles formas de calcular la 'creatividad', la 'rima' o la 'belleza' de un texto, propuesto por otros

investigadores, pueden considerarse casuísticos, acoplados a los objetivos y circunstancias de cada investigación en particular, desde la perspectiva de la lingüística general.

Así, se necesita un modelo de la *literariedad* que exprese concretamente la metáfora y la metonimia. Bien sea para ampliar las aplicaciones de la lingüística computacional o para someter a escrutinio los planteamientos de la teoría.

En esta investigación se formulará y evaluará un modelo para obtener una medida cuantitativa para el concepto de *literariedad* de Roman Jakobson utilizando redes semánticas y n-gramas. De este modo, la presente investigación respondería a la pregunta ¿Cómo medir computarizadamente la *literariedad* de un texto según el marco de la lingüística de Jakobson?

1.3.1 Palabras clave:

NLP, computational linguistics, literariness, literary theory, poetics, theory of formal method

1.3.2 Área de conocimiento:

Lingüística computacional

1.4 Alcances y delimitaciones:

Para computar una métrica de *literariedad* será necesario comparar un *corpus objetivo* con respecto a un *corpus de referencia*, este último representará el ‘uso

corriente de la lengua'. La primera limitación de este trabajo es que no se compilará un corpus propio, sino que partirá de los de acceso libre. La mayoría de estos se encuentran en inglés. Por este motivo, el corpus de referencia más a la mano es WordNet, que al ser una ontología ya contiene las anotaciones necesarias para mi objetivo. A saber, una lista de sinónimos por palabras. Por otro lado, el corpus objetivo no tiene que estar anotado (utilizaré un PlainTextCorpus), pero de algún modo tiene que ser razonable su comparación con el corpus objetivo. Por ejemplo, los resultados del modelo serían muy difíciles de evaluar si la relación entre corpus objetivo y de referencia sobrepasa los 2 siglos, dada la naturaleza fluida de la lengua.

La segunda limitación concierne a la formulación de los algoritmos en sí mismos. Me limitaré a formular los modelos más naive posibles. Por ejemplo, (retomando el ejemplo previo) dada una palabra se considerará un sinónimo todas las palabras listadas como tal en el corpus de referencia, sin considerar los sub-problemas que esto podría conllevar.

En general, el alcance de este proyecto es formular e implementar un modelo general que muestre cómo sería viable implementar el concepto de *literariedad*, sin ahondar en los detalles que se desprenden de cada fase del flujo de NLP (por ejemplo, ¿cómo tokenizar?, ¿Qué peso tendrían las diferentes partes de una oración en el computo final, etc).

2 OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar un modelo que, dado un corpus de texto, produzca indicadores para el concepto de *literariedad* que plantea Roman Jakobson.

3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Construir el corpus necesario para representar el *eje diacrónico*
2. Diseñar e implementar el algoritmo para calcular la *metáfora* sobre un corpus
3. Diseñar e implementar algoritmo para calcular la *metonimia* sobre un corpus
4. Seleccionar y unir los textos que serán procesados (corpus objetivo) por el algoritmo
5. Correr el algoritmo sobre los corpus objetivo
6. Evaluar el algoritmo de manera cuantitativa y cualitativa

4 MARCO TEÓRICO

4.1 Literariedad

La *literariedad* es, según Jakobson, la cualidad de un objeto literario en cuanto tal. Por lo tanto, la *literariedad* no depende de ningún factor extrínseco, como su

emisor, su valor histórico, las ventas de tal o cual libro, las citaciones, etc. La *literariedad* se da exclusivamente por atributos propios del fenómeno del lenguaje.

Para analizar la *literariedad*, se deben analizar las dos operaciones más básicas de la conducta verbal: *la selección y la combinación*.

4.1.1 Selección (ver lingüística sincrónica):

La selección estudia qué palabra selecciona un hablante entre las palabras existentes de la lengua, más o menos similares y hasta cierto punto equivalentes. La selección se basa en la sinonimia o antonimia de una palabra. En otros términos, en su semántica.

4.1.2 Combinación (ver lingüística diacrónica):

La combinación estudia el "entramado de la secuencia" de un mensaje. Es decir, el mensaje considerado como una secuencia temporal y/o ordenada de palabras. La combinación se basa en la proximidad o, en otras palabras, en la relación de una palabra con la que la sucede o antecede en un mensaje.

4.2 Poética

La poética procura responder a la pregunta de ¿qué hace que un mensaje (verbal o de otra naturaleza) sea una obra de arte? Lidia principalmente con cuestiones estéticas del lenguaje. Sin embargo, para hacer un análisis exhaustivo, la poética debe hacer uso de la lingüística, puesto que esta última estudia el lenguaje en

todo su conjunto. La *literariedad* podría, entonces, considerarse un concepto enmarcado en la poética, porque se preguntá qué hace que un texto sea literario y por qué es distinto de otro que no lo es.

4.3 Lingüística

La lingüística es la ciencia que estudia el lenguaje. Tradicionalmente, esta ciencia se subdivide en las ramas de fonética, fonología, morfología, sintaxis, semántica y pragmática.

La lingüística es un campo de estudio interdisciplinar e involucra disciplinas heterogéneas como la lógica y la neurolingüística. Sin embargo, se considera que hay un núcleo común llamado *lingüística general*.

4.3.1 Lingüística General:

Se conoce como lingüística general al paradigma lingüístico establecido por Ferdinand De Saussure, también llamado *modelo diferencial del lenguaje*.

El modelo diferencial se caracteriza porque propone dos ejes principales existentes en todo fenómeno lingüístico: el *eje de sincronía* y el *eje de diacronía*.

Estos dos ejes son la base de lo que Jakobson considera *selección* y *combinación*.

4.3.2 Lingüística sincrónica

La lingüística sincrónica se ocupa de las operaciones que realiza un hablante, sean lógicas o psicológicas, para formar un sistema lingüístico. En el marco de

esta investigación el *eje sincrónico* se referirá a las posibles palabras que un hablante pudo haber seleccionado para expresar una misma idea. Por ejemplo, para referirse a un niño, un hablante puede utilizar la las palabras "niño", "chico", "jovencito", o "párvulo".

4.3.3 Lingüística diacrónica

La lingüística diacrónica estudia los cambios sucesivos en el lenguaje, producidos por la actividad constante del *eje sincrónico*. En la perspectiva de Jakobson, un *mensaje* tiene en sí mismo un eje diacrónico. Tal eje mide la similaridad entre cada término del mensaje entendido como secuencia. Un ejemplo se puede apreciar en la oración "I like Ike". En esta se evidencia una repetición de sonidos similares: [ay layk ayk]. La similaridad, no está dada por el significado, sino que aquí se proyecta a lo largo del tiempo: "(...) para decirlo de un modo más técnico: todo secuencia es un símil."

4.4 Lenguaje

En términos simples, el lenguaje es la facultad de formular y comprender signos o símbolos, ya sean hablados, escritos, imágenes, etc. En otros términos, el lenguaje es una capacidad general. Sin embargo, para Saussure, la lengua tiene una característica doble: que es al mismo tiempo un sistema establecido y la constante evolución de tal sistema. Estos dos componentes son la *lengua* y el *habla*.

4.4.1 Lengua

La lengua (*langue*) es uno de los dos componentes del *lenguaje*. La lengua es fenómeno social y se equipara a una *cristalización* o un producto de la suma de asociaciones entre conceptos e imágenes acústicas en la mente de los hablantes. Por ejemplo, la lengua es lo que permite que dos hablantes bogotanos puedan asociar en su mente el sonido de la palabra "chino" con el concepto de "niño" o "infante", mientras que en otras partes del mundo hispanohablante no existe tal asociación común. En términos simples, la lengua es un entendimiento compartido de lo que significan las palabras. La contraparte de la lengua, es el habla.

4.4.2 Habla

El habla (*parole*) es uno de los dos componentes del *lenguaje*. El habla es el uso individual de la lengua. Evidentemente, cuando un individuo habla puede modificar la lengua a su antojo, porque posee la facultad del lenguaje y jamás meramente repite el consenso de la lengua. Como consecuencia de esto, la lengua está continuamente siendo transformada por el habla. En términos simples, la suma de los actos individuales de comunicación lentamente terminan por transformar el consenso social sobre cómo hablar. Por este motivo la lingüística debe tener una perspectiva doble: *diacrónica* y *sincrónica*.

4.5 Lingüística Computacional

Es la intersección entre la computación y la lingüística. Por lo general, se preocupa acerca de cómo procesar automáticamente el lenguaje natural, para lo cual genera modelos lingüísticos sobre los que luego se pueden definir operaciones comunes [4].

La lingüística computacional es en sí misma un campo amplio y heterogéneo(ver 4). Este trabajo se inscribe concretamente dentro del procesamiento del lenguaje natural 4.6, y tiene un fuerte componente de lingüística general .

4.6 NLP

El procesamiento del lenguaje natural (NLP, por sus siglas en inglés), es a menudo considerado sinónimo con la lingüística computacional [4]. Sin embargo, el NLP se refiere concretamente a la aplicación práctica de la lingüística computacional para procesar automáticamente (a menudo en enormes cantidades) mensajes de lenguaje natural y obtener de estos alguna información o un acción sin intermedio de un humano.

En este trabajo, se utilizan algunas herramientas típicas del NLP, como corpus, N-gramas, tokenización y vectorización, explicadas en a continuación. Sin embargo, es necesario hacer explícito de que se parte una herramienta computacional en particular: NLTK.

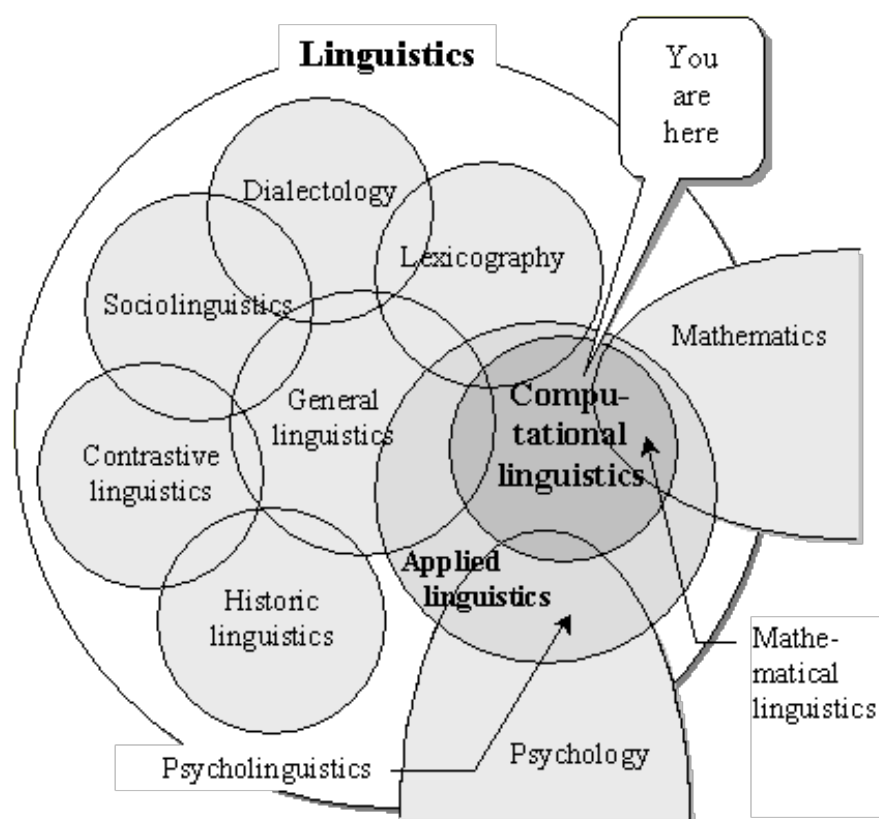


Figure 4: Relación de lingüística computacional con otras areas tomado de [?]

4.6.1 NLTK

El Natural Language Toolkit (NLTK) es un módulo de Python que ofrece una interfaz para tareas comunes en la lingüística computacional. La ventaja principal de NLTK es que se considera a sí mismo un *toolkit*. Esto significa que no impone una estructura de procesamiento definida a la vez que ofrece un extenso abanico de herramientas, tales como: tokenización, filtros, generación de n-gramas, análisis sintáctico de oraciones, entre otras.

Se seleccionó esta herramienta porque no impone una estructura rígida en cuanto a cómo procesar el texto, lo que la hizo idónea para perseguir los objetivos interdisciplinarios de esta investigación. Es

4.6.2 N-gramas

Los N-gramas son una herramienta común en el procesamiento de lenguaje natural y tienen diversas aplicaciones. Desde sus inicios [5], los n-gramas se han utilizado para capturar la noción de 'contexto' o 'historia' dentro de una secuencia de tokens. Así los n-gramas, forman una tupla o secuencia de palabras dentro de una secuencia o texto más grande y, delimitado el tamaño o nivel del n-grama, los términos circunscritos dentro del n-grama se entienden como variables aleatorias dependientes entre sí.

Así, los n-gramas se utilizan para tratar de predecir alguna característica con base en algún otro componente del n-grama, utilizando las teorías de cadenas de Markov.

En este trabajo, los n-gramas se utilizan meramente como una herramienta que captura la 'memoria' o 'relación' de dos palabras adyacentes dentro de un mensaje. No se utilizarán funciones de probabilidad, sino que se hará un cálculo de similitud utilizando el algoritmo descrito en la sección 6.4.3, utilizando n-gramas de nivel 2 o **bigramas**.

4.6.3 Tokenización

La tokenización es el proceso mediante el cual se separa la entrada de un programa NLP en unidades de análisis más pequeñas llamadas **tokens**. Un token puede ser una palabra, aunque no necesariamente lo es. Por ejemplo, puede ser un lexema, un signo de puntuación o una unidad sintáctica (un constructo sujeto - verbo, por ejemplo) [5]. El resultado de la tokenización dependerá, por lo tanto, de los objetivos de la investigación.

En esta investigación se tokenizará siguiendo la noción de palabra gráfica (*graphic word*). Esto simplemente se refiere a que cada token corresponde a una palabra separada por un espacio, incluyendo signos de puntuación y otros caracteres alfanumericos.

4.6.4 Vectorización

La vectorización es el proceso de tomar una característica o medida y representarla como una secuencia números reales, como un vector. A menudo, tal representación permite visualizar las características en un espacio vectorial, aunque la visualización no es la ventaja crucial.

La vectorización es una técnica utilizada a lo largo de muchos dominios y tiene una larga historia en el proceso de transformar un concepto a una entrada que sea interpretable por una máquina [6]. Continuamente, catalizadas por el auge del Machine Learning, se desarrollan técnicas de vectorización que ayudan a hacer los cálculos de similitud entre vectores más eficientes, dependiendo del objetivo. Un buen ejemplo es el desarrollo del modelo de Google, que codifica las palabras de tal forma que agiliza el cálculo de similitud entre conceptos, conservando la noción de múltiples grados de similaridad [?]{mikolov2013efficient}.

En este trabajo, la técnica de vectorización utilizada es la *bag of words*, que es una técnica basada en la **frecuencia**.

4.6.5 Bag of words

Es una técnica de vectorización frecuentemente utilizada en NLP. Se considera de complejidad sencilla, pero funciona exitosamente en muchos casos de uso. Involucra 3 fases: tokenización, creación de vocabulario y, finalmente, creación del vector.

Su funcionamiento es el siguiente: una vez se tiene la entrada tokenizada se construye un *vocabulario*. Este es un set de cada palabra utilizada en la entrada. Luego, se procede a asociar a cada palabra del vocabulario a su frecuencia en el texto, con lo cual se obtiene un histograma de palabras. En la última etapa, usualmente se utiliza una matriz llana en la que cada fila corresponde con una oración y cada columna representa una entrada en el

vocabulario [6].

No obstante, para en este trabajo no se utilizará este enfoque tradicional. Sino que el proceso de vectorizaci3n seguir3 los pasos descritos en la secci3n 6.4.3. Sin embargo, es necesario mencionar que la t3cnica de bag of words conlleva a los siguientes supuestos: 1) se asume que el orden de las palabras en la entrada no importa, tan solo la frecuencia de cada entrada y 2) la existencia de las palabras en el vocabulario es independiente una de la otra.

4.6.6 Corpus

Un corpus es una colecci3n de textos aut3nticos que pueden ser le3dos por una m3quina. Estos pueden estructurarse de muchas formas, dependiendo de los objetivos de la investigaci3n [7]. Por ejemplo, pueden ser aislados (una colecci3n arbitraria), categorizados (una colecci3n escogida seg3n alg3n criterio), temporales (una colecci3n organizada cronol3gicamente) o solapados (un documento puede pertenecer a varias colecciones) [8] (ver figura 5). Adem3s, el formato del corpus var3a significativamente de acuerdo al objeto de la investigaci3n. Por ejemplo, si se desea hacer un an3lisis sint3ctico (de la estructura de una oraci3n), se debe hacer un corpus anotado con POS (Part Of Speech tag); para hacer un an3lisis pragm3tico se utiliza una anotaci3n pragm3tica, etc.

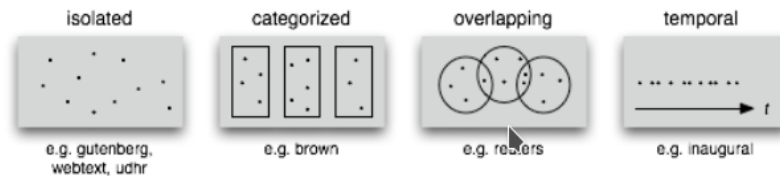


Figure 5: Diferentes estructuras de corpus

4.7 Analítica de datos

La analítica de datos es una disciplina heterogénea que aúna diversas áreas de estudio, como la teoría de la computación, la estadística, los negocios y cualquier otro dominio sobre el cual es aplicada (por ejemplo, química, biología, etc). Una forma sucinta de entender la analítica de datos es el proceso mediante el cual se extrae **información** de los **datos** [9]. Así, se entiende por dato un registro que representa una medida de algún fenómeno observable. Por otro lado, la información se entiende como el conjunto de conclusiones aplicables que se obtienen de los datos luego de ser procesados. Tal proceso es el que se conoce como **análisis de datos**. El análisis de datos es variado y utiliza distintos recursos estadísticos y matemáticos, pero por lo general la analítica de datos tiene por objetivo generar un *modelo* de los datos que tenga capacidad *predictiva*.

Como se ve, la analítica de datos provee, más que un resultado concreto, una metodología para obtener modelos. Este trabajo, por lo tanto, se enmarca dentro de la analítica de datos en la medida en que se propone un modelo y lo evalúa haciendo uso de rasgos comunes como: el uso de repositorios de datos (corpus), el uso de la estadística descriptiva para evaluar el modelo, la

formalización de un modelo en términos matemáticos y el uso del stack de analítica de datos de Python (Pandas, Numpy, Seaborn, ScikitLearn).

Ahora bien, si bien en este trabajo se enmarca dentro de la analítica de datos, se debe aclarar que el modelo presentado **no** es producido a partir de ninguna técnica de Machine Learning.

En cuanto a la información específica de la metodología, este proyecto se guió por la metodología CRISP-DM

4.8 CRISP-DM

El Cross Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM) es un modelo que sirve de base para cualquier proceso de analítica de datos. Este consta de 6 fases: 1) Entendimiento del negocio (¿Qué necesita el negocio?), 2) Entendimiento de los datos (¿Qué datos tenemos/necesitamos?¿Se necesitan limpiar?), 3) Preparación de los datos (¿Cómo organizamos los datos para modelar?), 4) Modelamiento (¿Qué técnicas de modelamiento deberíamos aplicar?), 5) Evaluación (¿El modelo cumple con los objetivos de negocio?) y 6) Despliegue (¿Cómo acceden a los resultados los interesados?).

CRISP-DM se utiliza, por lo tanto, como una guía para asegurar que cada fase del proceso de analítica de datos tenga las consideraciones adecuadas. Así el Diseño Metodológico de este trabajo está organizado según las fases mencionados. Sin embargo, cabe aclarar que algunas modificaciones debieron ser hechas a las fases, sobre todo a lo concerniente con las fases de Evaluación y Despliegue, pues el objetivo de este trabajo no es producir un modelo utilizado

en un entorno empresarial.

5 MARCO REFERENCIAL

El trabajo de Delmonte [10] presenta a SPARSAR, un sistema para calcular automáticamente el estilo de la poesía. SPARSAR funciona sobre sistemas previos del mismo autor, como, por ejemplo, un analizador semántico [11].

Delmonte tiene una larga trayectoria en el modelamiento de conceptos lingüísticos "difíciles", como la prosodia y la rima en términos cuantitativos.

El aporte principal de Delmonte fue su innovación al momento de aplicar herramientas comunes de NLP (tokenizadores, splitters y NER) con el fin de analizar aspectos estilísticos de un texto. Los modelos de Delmonte son muy cercanos a la teoría lingüística y propone soluciones a aspectos complejos del análisis lingüístico. Esta proximidad me llevo a plantearme la pregunta ¿qué otros aspectos del lenguaje valdría la pena modelar que aún no hayan sido abordados desde una perspectiva computacional? Así mismo, Delmonte reporta que hay pocos trabajos en el área con este mismo enfoque. Esta fue una inspiración para explorar más en el tema y ofrecer un enfoque distinto, tal como él lo hizo.

Sin embargo, Delmonte no revela detalles de implementación de sus sistemas en los artículos revisados. Además, sus sistemas tienen un alcance mucho mayor que el dispuesto para este trabajo, por lo que para mayores detalles tuve que referirme a otros trabajos.

El trabajo de [12] establece una métrica para medir el grado de creatividad en la poesía, basándose en qué tanto de la rima se conserva en la traducción de un poema con respecto al original. Tomé de Zuñiga la idea de establecer una métrica para un aspecto tradicionalmente cualitativo (la creatividad). Lo que diferencia este trabajo del de Delmonte, es su aproximación matemática. Particularmente, Zuñiga ofreció una forma naive de calcular similitud en rima, sin necesidad de recurrir a construcciones que requieren de recursos léxicos complejos como una ontología para fonemas, etc.

Por último, el trabajo de [13] es una tesis de pregrado sobre el cálculo del estilo de la poesía desde una perspectiva estadística. Kaplan fue una inspiración para Delmonte, por lo tanto debía formar parte de la revisión bibliográfica. Kaplan formuló un modelo que media 84 métricas distintas para cada documento, luego transformó el modelo de 84 métricas para visualizarlo en un espacio 3D y poder comparar distintas obras literarias. Esto inspiró la idea inicial de obtener una métrica más general para analizar un texto, que no tenga que recurrir un trabajo de compilación de métricas existentes, como lo hizo Kaplan. Tal métrica debería estar sustentada en conceptos lingüísticos, para lo cual se recurrió a los conceptos presentados en el marco teórico.

6 DISEÑO METODOLÓGICO

El diseño metodológico seguirá –a grandes rasgos– los pasos de la metodología CRISP-DM, que se considera un estándar *de facto* para proyectos de minería de

datos. Esta metodología ayudará organizar el proceso de mi investigación, que vá desde el acceso a los corpus (los datos disponibles) hasta el despliegue (la visualización de los resultados).

6.1 Entendimiento del negocio

El resultado tangible del modelo de literariedad propuesto son dos métricas cuantitativas: *metáfora* y *metonímia*. Estas métricas juntas constituirán una representación 'objetiva' del concepto cualitativo de *literariedad*.

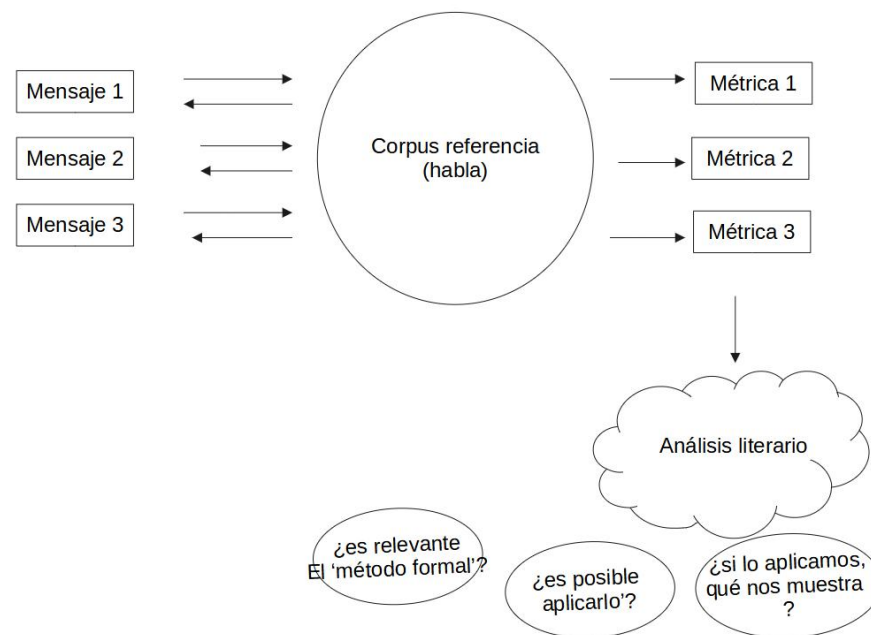


Figure 6: Entradas y salidas del algoritmo

¿Cuál sería el beneficio de obtener este resultado? Se podría comparar las

métricas de n mensajes cualesquiera y tener una medida objetiva con las cuales compararlas. Algunos casos de uso posible serían:

- determinar si un mensaje que yo he escrito es más metafórico o metonímico que otro.
- determinar si un mensajes de una misma categoria (por ejemplo, del mismo autor, o del mismo género) tienen medidas de métdora y metonímia similares.
- correr grandes grupos de mensajes, por ejemplo, 'poemas de la escuela simbolistas' y compararlo con 'poemas realistas' y verificar si hay o no una diferencia sustancial desde el punto de vista lingüístico .

Como se puede apreciar (ref:fig:posibles_{usos}), las aplicaciones del modelo en principio supondrían un factor adicional para ser considerado para el estudio literario, cuya naturaleza es cualitativa. Sin embargo, si el modelo demuestra ser efectivo, podría llegar a ser una medida de similitud para un texto, lo que implicaría que se podría clasificar un texto con base en su metáfora y metonímia,

6.2 Entendimiento de los datos

En esta sección, se enumeraran las distintas fuentes de datos, que en este caso vendrían a ser los diferentes tipos de corpus.

6.2.1 El corpus de referencia

El corpus de referencia es un compendio de muestras que terminará por representar un consenso sobre el uso de la *lengua*. Su correlación teórica es el eje de diacronía y cumple la función de cristalizar una lengua en un lugar y un tiempo establecido. A nivel de implementación, se trata de una cadena muy larga compuesto de muestras seleccionadas según criterios aptos (ver sección sobre preparación de los datos).

6.2.2 El corpus objetivo

El corpus objetivo serán los mensajes sobre los cuales se computarán las dos medidas de *metáfora* y *metonimia*. Su correlativo teórico es el *habla* y son los textos que el usuario final del sistema desea someter a análisis. A nivel de implementación, cada mensaje es una cadena (que corresponde a un documento real), pero en su totalidad el corpus objetivo es mucho más pequeño que el corpus de referencia, del mismo modo en que una persona que profiere una oración utiliza un subconjunto mucho más pequeño de la lengua a la que pertenece.

6.2.3 La red semántica

La red semántica es un tipo de corpus particular que no solamente consta de palabras anotadas, como el de Brown, sino que vincula las palabras por su relación conceptual con otras palabras. La red semántica correspondería a la

facultad de asociar conceptos con las "imágenes acústicas" (las palabras) de Saussure. En esta investigación, la red semántica se utilizará para obtener sinónimos de palabras, que representarán conceptos. Tal red no será implementada, sino que será un servicio utilizado por el algoritmo.

6.2.4 Resumen de entendimiento de los datos

6.3 Preparación de los datos

La tarea de preparación de los datos consistirá principalmente en seleccionar los distintos tipos de corpus de manera significativa y coherente. A continuación, describiré cómo se conformaron los corpus y qué criterios se utilizaron.

6.3.1 Corpus de referencia

El corpus de referencia representa la *lengua* (*langue*). Por lo tanto debe estar compuesto de una muestra de textos comparativamente mucho más grande los mensajes individuales que serán contrastados con este. ¿Cómo construir un corpus tal?

En primer lugar, se descartó la idea de modelar la *lengua* en su totalidad, pues como lo indica la teoría lingüística, esta tarea es imposible puesto que esta se encuentra en constante cambio. Así, el primer criterio para construcción del corpus fue restringirlo diacrónicamente al espacio de un año y a un idioma específico.

El siguiente criterio fue armar un corpus *balanceado*. Es decir, el corpus

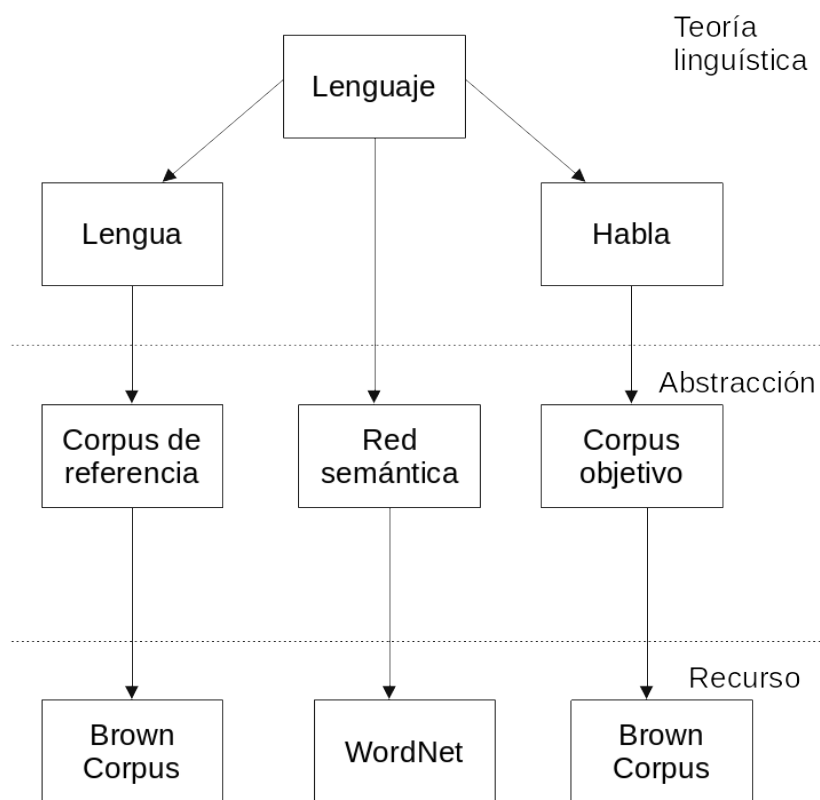


Figure 7: Resumen de las fuentes de datos utilizadas para cada concepto

de referencia no puede estar compuesto de muestras de un mismo tipo (un estilo, un género, un autor), porque esto sesgaría la comparación de el corpus objetivo con respecto a este. Así, se optó por partir de un corpus *categorizado* y tomar partes iguales de cada una de las categorías. Esto es, cada categoría tiene igual peso en cuanto a número de textos y palabras que lo representan.

El tercer criterio fue utilizar un corpus fácilmente accesible, de origen libre y avalado por la comunidad científica. Por todos los motivos anteriores, se escogió el corpus de Brown, que presenta las siguientes características:

- todas las muestras del corpus pertenecen al año 1961
- todas las muestras del corpus se imprimieron en Estados Unidos durante ese año
- todos los autores son hablantes nativos de inglés
- la categorización de las muestras fue hecha por un comité de expertos de la universidad de Brown
- la intención declarada del corpus es la de ser una muestra representativa del inglés de aquel año
- tiene una lista amplia de categorías que podrían ser útiles para observar diferencias entre las categorías
- los resultados obtenidos del modelo podrían ser replicados porque el corpus es ampliamente conocido

En la tabla 1 se muestra lo que se utilizará como corpus de referencia.

| cód. | nombre | categoría |
|------|--|------------------|
| a01 | Political Reportage | reportage |
| a11 | Sports Reportage | reportage |
| a19 | Spot News | reportage |
| a26 | Financial Reportage | reportage |
| a40 | People, Art & Education | reportage |
| b03 | Editorials | editorial |
| b08 | Columns | editorial |
| b15 | Letters to the editor | editorial |
| b19 | The Voice of the people | editorial |
| b24 | Reviews | editorial |
| d15 | Zen: A Rational critique | religion |
| d11 | War & the Cristian Conscience | religion |
| d13 | The New Science & The New Faith | religion |
| d04 | The Shape of death | religion |
| d02 | Christ Without Myth | religion |
| e05 | The Younger Generation/Use of Common Sense Makes Dogs Acceptable | skills & hobbies |
| e06 | The American Boating Scene | skills & hobbies |

| | | |
|-----|--|------------------|
| e10 | The New Guns of 61 | skills & hobbies |
| e19 | How to Own a Pool and Like It | skills & hobbies |
| e23 | The Watercolor Art or Roy Ma- son | skills & hobbies |
| f07 | How to Have a Successful Hon- eymoon/Attitudes Toward Nu- dity | popular lore |
| f12 | New Methods of Parapsychol- ogy | popular lore |
| f13 | Part-time Farming | popular lore |
| f14 | The Trial and Eichmann | popular lore |
| f33 | Slurs and Suburbs | popular lore |
| g15 | Themes and Methods: Early Storie of Thomas Mann | belles lettres |
| g13 | Sex in Contemporary Literature | belles lettres |
| g18 | Verner von Heidenstam | belles lettres |
| g26 | Two Modern Incest Heroes | belles lettres |
| g28 | William Faulkner, Southern Novelist | belles lettres |
| j18 | Linear Algebra | learned |
| j17 | Prolegomena to a Theory of Emotions | learned |

| | | |
|-----|---|-------------------------------|
| j28 | Perceptual Changes in Psycho-pathology | learned |
| j39 | Stock, Wheats and Pharaohs | learned |
| j35 | Semantic Contribution of Lexicostatistics | learned |
| k18 | Midcentaury | general fiction |
| k25 | The Prophecy | general fiction |
| k04 | Worlds of Color | general fiction |
| k23 | The Tight of the Sea | general fiction |
| k17 | Mila 8 | general fiction |
| l05 | Bloodstain | mystery and detective fiction |
| l11 | The Man Who Looked Death in the Eye | mystery and detective fiction |
| l04 | Encounter with Evil | mystery and detective fiction |
| l19 | Make a Killing | mystery and detective fiction |
| l20 | Death by the Numbers | mystery and detective fiction |
| m01 | Stranger in a Strange Land | science fiction |
| m03 | The Star Dwellers | science fiction |

| | | |
|-----|------------------------------------|----------------------------------|
| m04 | The Planet with no Nightmare | science fiction |
| m05 | The Ship who Sang | science fiction |
| m06 | A Planet Named Shayol | science fiction |
| n01 | The Killer Marshall | adventure and western fiction |
| n05 | Bitter Valley | adventure and western fiction |
| n15 | Sweeny Squadron | adventure and western fiction |
| n20 | The Flooded Deares | adventure and western fiction |
| n26 | Toughest Lawman in the Old West | adventure and western fiction |
| p29 | My Hero | romance and love story |
| p27 | Measure of a Man | romance and love story |
| p22 | A Husband Stealer from Way Back | romance and love story |
| p16 | A Secret Between Friends | romance and love story |

| | | |
|-----|-------------------|---------------------------|
| p12 | A Passion in Rome | romance and love story |
|-----|-------------------|---------------------------|

Table 1: Corpus de referencia

6.3.2 Corpus objetivo

En contrapartida al corpus de referencia, el corpus objetivo representa el *habla* (*parole*). Así, estos son considerados mensajes que serán interpretados por el receptor con relación al consenso de la lengua compartida entre emisor y receptor.

El primer criterio para construir el corpus de referencia es que este tenga una delimitación diacrónica igual a la de el corpus objetivo. El segundo criterio, que las categorías fueran comparables a las categorías establecidas del corpus de referencia.

El tercer criterio es que cada muestra del corpus del corpus objetivo tuviera un tamaño similar entre sí, para descartar que diferencias en la longitud del mensaje afectaran sustancialmente los resultados del algoritmo

Por estos motivos, se optó por tomar muestras del mismo corpus de Brown. La diferencia radica en que cada categoría solo tiene una muestra y la muestra seleccionada para la categoría está ausente en el corpus objetivo. Así, el corpus objetivo presenta las siguientes características:

- es una muestra 'miniatura' del corpus de Brown

- la relación de tamaño entre el corpus objetivo y el corpus de Brown es de 1:5
- Cada categoría en el corpus objetivo tiene su correlativo en el de referencia y viceversa
- el tamaño de cada muestra es de cerca de 2000 palabras

A continuación, se presenta un resumen del corpus objetivo en las tablas 2, 3, 4, 5 y 6.

| cód | nombre | categoría |
|-----|---|-------------------------------|
| a40 | People. Art & Education | reportage |
| b27 | Letters to the Editor | editorial |
| c17 | Reviews | reviews |
| d09 | Organizing the Local Church | religion |
| e36 | Renting a Car in Europe | skills & hobbies |
| f48 | Christian Ethics & the Sit-In | popular lore |
| g75 | A Wreath for Garibaldi | belles lettres |
| h30 | Annual Report of Year Ending June 30:1961 | miscellaneous |
| j80 | Principles of Inertial Navigation | learned |
| k29 | The Sheep's in the Meadow | general fiction |
| l24 | The Murders | mystery and detective fiction |
| m02 | The Lovers | science fiction |
| n29 | Riding the Dark Train Out | adventure and western fiction |
| p20 | Dirty Dig Inn | romance and love story |

Table 2: Corpus objetivo 1

| cód | nombre | categoría |
|-----|--|-------------------------------|
| a02 | The Dallas Morning News | reportage |
| b01 | The Atlanta Constitution | editorial |
| c01 | Chicago Daily Tribune | reviews |
| d01 | William G. Pollard Physicist and Christian | religion |
| e02 | Organic Gardening and Farming | skills & hobbies |
| f01 | How Much Do You Tell When You Talk? | popular lore |
| g01 | Northern Liberals and Southern Bourbons | belles lettres |
| h01 | Handbook of Federal Aids to Communities | miscellaneous |
| j01 | Radio Emission of the Moon and Planet | learned |
| k01 | First Family. | general fiction |
| l02 | Bachelors Get Lonely | mystery and detective fiction |
| m01 | Stranger in a Strange Land | science fiction |
| n02 | The Valley | adventure and western fiction |
| p01 | A Cup of the Sun | romance and love story |

Table 3: Corpus objetivo 2

| cód | nombre | categoría |
|-----|---|-------------------------------|
| a03 | Chicago Daily Tribune | reportage |
| b02 | The Christian Science Monitor | editorial |
| c02 | The Christian Science Monitor | reviews |
| d03 | Christian Unity in England | religion |
| e03 | Will Aircraft or Missiles Win Wars? | skills & hobbies |
| f02 | America's Secret Poison Gas Tragedy | popular lore |
| g02 | Toward a Concept of National Responsibility | belles lettres |
| h02 | An Act for International Development | miscellaneous |
| j02 | Proceedings of the 1961 Heat | learned |
| k02 | The Ikon | general fiction |
| l03 | Encounter with Evil | mystery and detective fiction |
| m03 | The Star Dwellers | science fiction |
| n03 | Trail of the Tattered Star | adventure and western fiction |
| p02 | Seize a Nettle | romance and love story |

Table 4: Corpus objetivo 3

| cód | nombre | categoría |
|-----|--|-------------------------------|
| a04 | The Christian Science Monitor | reportage |
| b04 | The Miami Herald:September | editorial |
| c03 | The New York Times | reviews |
| d05 | Theodore Parker: Apostasy within Liberalism | religion |
| e04 | High Fidelity | skills & hobbies |
| f03 | I've Been Here before! | popular lore |
| g03 | The Chances of Accidental War | belles lettres |
| h03 | 87th Congress: 1st Session. House Document No. 247. | miscellaneous |
| j03 | The Normal Forces and Their Thermodynamic Significance | learned |
| k03 | Not to the Swift | general fiction |
| l06 | Hunter at Large | mystery and detective fiction |
| m04 | The Planet with No Nightmare | science fiction |
| n04 | The Shadow Catcher | adventure and western fiction |
| p03 | The Fairbrothers | romance and love story |

Table 5: Corpus objetivo 4

| cód | nombre | categoría |
|-----|--|-------------------------------|
| a05 | The Providence Journal | reportage |
| b05 | Newark Evening News | editorial |
| c04 | The Providence Journal | reviews |
| d06 | Tracts published by American Tract Society | religion |
| e07 | How to design your Interlocking Frame | skills & hobbies |
| f04 | North Country School Cares for the Whole Child | popular lore |
| g04 | The Invisible Aborigine | belles lettres |
| h04 | Rhode Island Legislative Council | miscellaneous |
| j04 | Proton magnetic resonance study | learned |
| k05 | The Judges of the Secret Court | general fiction |
| l07 | Deadlier Than the Male. | mystery and detective fiction |
| m05 | The Ship Who Sang | science fiction |
| n06 | Here Comes Pete Now. | adventure and western fiction |
| p04 | The Moon and the Thorn. | romance and love story |

Table 6: Corpus objetivo 5

6.4 Modelamiento

6.4.1 Selección de técnica de modelado

Esta investigación se enmarca dentro de un enfoque mixto, en donde se utilizan métodos tanto cualitativos (el marco teórico) como cuantitativos, por lo tanto, hay varias técnicas implicadas en el modelado.

Desde el aspecto cuantitativo, se utilizan técnicas conocidas dentro del NLP, como tokenización, n-gramas y bag-of-words. Estas técnicas se utilizan como medios de vectorización, mediante lo cual se logra una transformación de un texto (una variable cuantitativa) a una representación numérica, (la matriz de uso).

Desde el aspecto cualitativo, se hizo una revisión de la literatura y de la intuición para acotar los planteamientos de la teoría, los conceptos de *lengua* y *habla*, hasta una formulación cuantificable con los métodos descritos.

6.4.2 Diseño experimental

Una vez formulado el modelo, se conduce un experimento que evaluará si produce resultados satisfactorios. El objetivo del experimento es escudriñar si los valores arrojados para los índices propuestos son coherentes con las intuiciones detrás del marco teórico y/o con el 'juicio experto'.

El experimento se basa en una cualidad del corpus de referencia seleccionado: su categorización. Por lo tanto, como se explica en la sección 6.3, se seleccionaron muestras del Corpus de Brown de tal modo que cada categoría

está representada igualmente en cada muestra. Así, luego de procesar las muestras, se compararán los resultados por cada categoría.

El modelo se considerará exitoso si los valores del índice metafórico e índice metonímico son consistentes a lo largo de las muestras para cada categoría.

Además, dentro de cada muestra, se espera que se cumplan ciertas hipótesis:

- H1: Se espera que las categorías de ficción tengan un índice metafórico significativamente mayor que los de no-ficción
- H2: Se espera que las categorías 'Reportage' y 'Editorial' tengan índices metafóricos similares a través de las muestras
- H3: Se espera que la categoría 'Belles Lettres' tenga un índice metafórico más alta entre las categorías de no-ficción
- H4: Se espera que la categoría 'Learned' tenga un índice metonímico bajo en general

No se formularán más hipótesis acerca del índice metonímico, pues según los planteamientos teóricos este indicador es sensible especialmente al género de poesía, que no está presente en la muestra por las limitaciones del corpus seleccionado.

6.4.3 Presentación del modelo

El modelo diseñado se basa en las siguientes ecuaciones. Para una visión a más alto nivel del procedimiento se puede ver la figura 9.

$$mensaje = \{w_1, w_2, w_3, \dots, w_j\}$$

(1)

$$vector\ semantico(w) = \{s_1, s_2, s_3, \dots, s_j\}$$

(2)

$$vector\ uso(w) = \{freq(s_1), freq(s_2), freq(s_3), \dots, freq(s_j)\}$$

(3)

$$\mu = \frac{\sum_i^j freq_{referencia}(s_i)}{j} \quad (4)$$

$$uso(w) = \frac{freq_{objetivo}(w)}{\mu} \quad (5)$$

$$indice\ metaforico(mensaje) = \sum_i^j uso(w_i) \quad (6)$$

$$N = \{n_1, n_2, n_3, \dots, n_j\} \quad (7)$$

$$met(n_i) = \frac{letras\ iguales}{set(letras(n_{i1}) + letras(n_{i2}))} \quad (8)$$

$$indice\ metonimia = \sum_i^j met(n_i) \quad (9)$$

En primer lugar, un mensaje es cualquier cadena de texto. Una vez tokenizado, se obtienen las palabras w mostradas en la ecuación 6.4.3. Luego, para cada una de las palabras, se hace primero el cálculo del vector semántico. Un vector semántico está compuesto de sinónimos s de la palabra inicial (ecuación 6.4.3). Cuando se termina de obtener los campos semánticos de cada palabra del mensaje, se obtiene una matriz semántica. Luego, por cada vector semántico, se calcula un vector de uso que cuenta la frecuencia de cada componente del vector semántico s en el corpus de referencia 6.4.3. La suma de

todos los vectores de uso de un mensaje se conoce como la matriz de uso. Se puede apreciar la relación de las matrices semántica y de uso con entre sí en la figura 8.

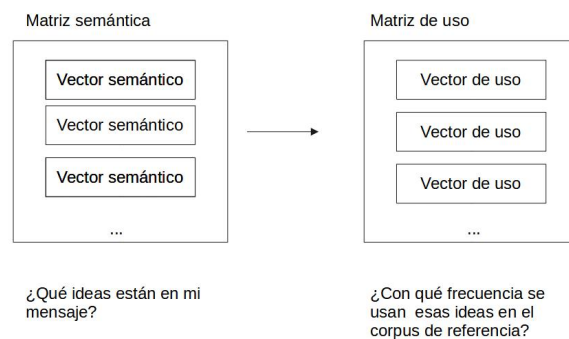


Figure 8: Transformación de matriz semántica a matriz de uso

Seguidamente, para cada vector de uso se calcula el uso, que es la relación entre la media del vector de uso y la frecuencia de la palabra en el corpus objetivo (ecuación 5). Así, si la palabra se utiliza más veces que la media del vector de uso, se considera que la palabra está siendo utilizada de manera más rara (más frecuente que lo indicaría que se debe usar por su vector de uso), por ende el resultado del cociente es mas alto y su aporte al índice metaforico mayor. El índice metafórico es la suma de todos los usos, por lo que el índice en principio solo captura si un mensaje es mas 'metafórico' que otro si tiene un número más alto que otro mensaje y manteniendo la longitud del mensaje.

Ahora, con respecto al Índice metonímico, se parte de la idea de que un mensaje está compuesto de ngramas n (ver ecuación 7). Los ngramas son de nivel 2, es decir, que se toman pares de palabras constiguas (ver figura 10) . Luego para cada n se calcula la metonimia. La metonimia está dado por el numero de letras similares entre los terminos n del bigrama 8. Por último, el Índice metonímico está dado por la suma de la metonimima para cada n-grama.

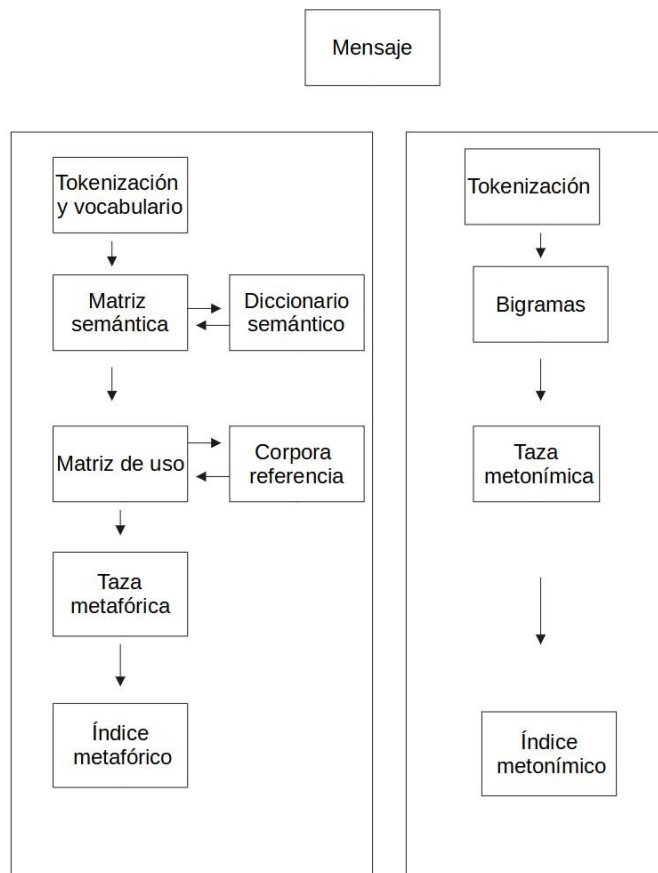


Figure 9: Etapas de procesamiento para cada índice

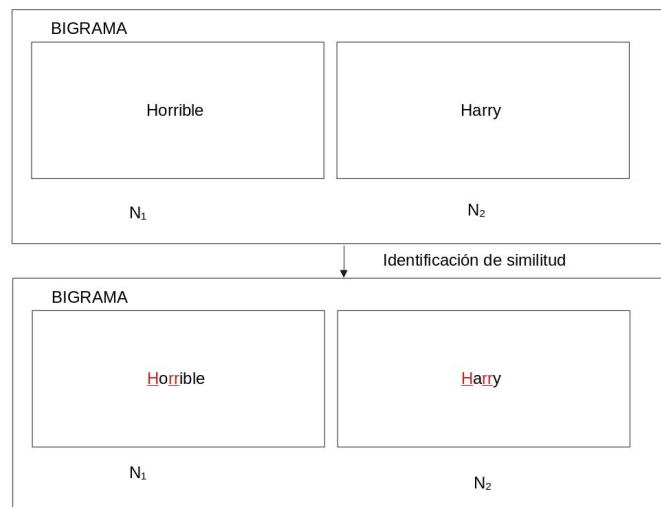


Figure 10: Concepto de metonimia

6.5 Despliegue

En las secciones 6.5.1, 6.5.2 y 6.5.3 se presentarán los resultados del experimento según los parámetros descritos en las secciones anteriores. La presentación va en creciente orden de abstracción, partiendo de los datos brutos, pasando por su visualización, hasta llegar a las Conclusiones

6.5.1 Índices por muestra

En esta sección, se muestran los resultados producidos por el modelo para cada uno de los corpus objetivos definidos en la sección 6.3. En cada tabla se presentan el índice metafórico y el índice metonímico para el representante de cada categoría en las columnas 'metafora' y 'metonimia', respectivamente. La

columna 'w' simplemente representa el número de palabras totales en el texto procesado, en caso de que en un futuro se desee hacer comparaciones entre textos de diferentes tamaños.

Estos valores no tienen ningún tipo de procesamiento y para apreciarlos, es mejor consultar las secciones 6.5.2 y 6.5.3.

Table 7: Muestra 1

| categoría | metafora | metonimia | w |
|--------------------------------------|------------------|------------------|------|
| reportage | 880514.226605173 | 232.266917233093 | 2340 |
| editorial | 880324.393897166 | 245.719531857031 | 2262 |
| reviews | 929802.38416219 | 242.953762332438 | 2370 |
| religion | 850127.6846531 | 264.683072130827 | 2314 |
| skills & hobbies | 831781.725628903 | 242.632252469752 | 2232 |
| popular lore | 833825.825225262 | 265.83988095238 | 2222 |
| belles lettres | 877690.52541314 | 229.785869685869 | 2288 |
| miscellaneous | 782613.273615479 | 278.192915417915 | 2214 |
| learned | 863208.047211933 | 266.998263827676 | 2254 |
| general fiction | 891211.57527208 | 249.95016095016 | 2264 |
| mystery and de- detective fiction | 1032943.85669407 | 244.615023865023 | 2446 |
| science fiction | 1064426.54657215 | 235.067805233981 | 2412 |

| | | | |
|-------------------------------|------------------|------------------|------|
| adventure and western fiction | 1234204.19460692 | 229.817769158945 | 2560 |
| romance and love story | 993413.094671098 | 217.506968031968 | 2428 |

Table 8: Muestra 2

| categoria | metafora | metonimia | w |
|-------------------------------|--------------------|--------------------|------|
| reportage | 869205.2371696023 | 233.99592490842463 | 2277 |
| editorial | 777241.5394134748 | 252.29809496059465 | 2200 |
| reviews | 978095.225396233 | 242.3226565101564 | 2415 |
| religion | 831466.3628116096 | 234.21091131091077 | 2213 |
| skills & hobbies | 833209.3790445685 | 237.43338605838585 | 2279 |
| popular lore | 965391.1906183016 | 270.5444999444997 | 2369 |
| belles lettres | 863139.7507327744 | 279.74454989454966 | 2289 |
| miscellaneous | 873426.7117151126 | 302.2738428238428 | 2416 |
| learned | 912477.0323082526 | 241.59998334998312 | 2189 |
| general fiction | 1025249.8452137534 | 243.0625180375174 | 2440 |
| mystery and detective fiction | 959584.2017381956 | 231.74134476634435 | 2370 |

| | | | |
|----------------------------------|--------------------|--------------------|------|
| science fiction | 1049847.7175834612 | 260.93059440559404 | 2486 |
| adventure and western fiction | 1079790.9124281127 | 232.90989288489175 | 2383 |
| romance and love story | 969075.2121776282 | 261.1946331446324 | 2332 |

Table 9: Muestra 3

| categoria | metafora | metonimia | w |
|------------------|-------------------|--------------------|------|
| reportage | 832961.122494042 | 253.461402486402 | 2275 |
| editorial | 798751.012651529 | 266.66209346209246 | 2234 |
| reviews | 884194.0844699917 | 249.01867299367268 | 2320 |
| religion | 831865.8440237658 | 266.0598665223664 | 2332 |
| skills & hobbies | 850383.4965037219 | 263.1010350760349 | 2257 |
| popular lore | 869221.9181097293 | 245.8761655011648 | 2264 |
| belles lettres | 871094.3935751553 | 275.37426046176046 | 2311 |
| miscellaneous | 839155.9869742717 | 295.0817980222388 | 2360 |
| learned | 781733.2618728676 | 246.0817654567651 | 2182 |
| general fiction | 924678.68595826 | 258.49646187146146 | 2325 |

| | | | |
|-------------------------------|--------------------|--------------------|------|
| mystery and detective fiction | 1123420.1486319497 | 259.7061299811289 | 2428 |
| science fiction | 935994.4646234306 | 248.55044955044897 | 2364 |
| adventure and western fiction | 1032713.1638679344 | 250.64708347208267 | 2380 |
| romance and love story | 997559.1771764176 | 251.74584582084492 | 2320 |

Table 10: Muestra 4

| categoria | metafora | metonimia | w |
|------------------|-------------------|--------------------|------|
| reportage | 739005.545665808 | 273.2918525918524 | 2217 |
| editorial | 839392.6586708553 | 252.962795537795 | 2230 |
| reviews | 897166.8448193009 | 267.3208680208676 | 2356 |
| religion | 971902.397216239 | 265.22606282606193 | 2410 |
| skills & hobbies | 913636.3833983988 | 260.77830780330754 | 2295 |
| popular lore | 827298.639753781 | 263.91099178599177 | 2256 |
| belles lettres | 948168.5408124946 | 263.5388195138189 | 2403 |
| miscellaneous | 863483.173212439 | 246.39977799977743 | 2207 |
| learned | 842569.1577530246 | 231.37843986079253 | 2205 |

| | | | |
|-------------------------------|--------------------|--------------------|------|
| general fiction | 917557.8900258496 | 230.44950882450823 | 2296 |
| mystery and detective fiction | 866731.5026959036 | 245.56009546009463 | 2288 |
| science fiction | 1102841.6209263606 | 248.0798007548002 | 2461 |
| adventure and western fiction | 976789.2077744814 | 253.20416527916453 | 2349 |
| romance and love story | 1111028.8409040042 | 248.49708902208823 | 2422 |

Table 11: Muestra 5

| categoria | metafora | metonimia | w |
|------------------|-------------------|--------------------|------|
| reportage | 804307.8590497638 | 254.57564380064355 | 2244 |
| editorial | 797847.982604727 | 256.40300255300195 | 2241 |
| reviews | 926295.4083615864 | 234.46358363858295 | 2342 |
| religion | 935931.8321572712 | 233.24144189144172 | 2317 |
| skills & hobbies | 916884.62774593 | 232.22511377511276 | 2370 |
| popular lore | 796816.1152101667 | 263.7263361638353 | 2258 |
| belles lettres | 861343.6692835388 | 239.3655889861766 | 2359 |
| miscellaneous | 863173.038736266 | 279.4144463379755 | 2316 |

| | | | |
|------------------------------------|-------------------|-------------------|------|
| learned | 907069.3580927892 | 255.3453282828281 | 2334 |
| general fiction | 870179.8901159727 | 224.0298867798861 | 2345 |
| mystery and de- tective fiction | 914219.7991227966 | 256.1841630591622 | 2331 |
| science fiction | 1000556.046812526 | 255.7852647352645 | 2369 |
| adventure and western fiction | 835693.3281863902 | 228.3971750471748 | 2279 |
| romance and love story | 1113220.902539808 | 261.2546370296359 | 2546 |

6.5.2 Gráficos por muestra

En esta sección se presentan los gráficos para cada uno de los corpus objetivos definidos en 6.3. Cada cúmulo de gráficos consta de 2 filas. La primera fila muestra el puntaje para el **índice metafórico** (izquierda) y el **índice metonímico** (derecha) a través de las categorías, como están definidas en el corpus de Brown. Por otro lado, en la segunda fila se presentan los mismos puntajes para las metacategorías de **ficción** y **no ficción**. Las metacategorías son agrupaciones de categorías del corpus de Brown y tienen el objetivo de evidenciar más claramente el comportamiento de los dos índices de manera más general.

Para la producción de estos gráficos, se tomaron los resultados

presentados en 6.5.1, y se normalizaron con la técnica Min Max. En cada corpus objetivo, por lo tanto, se evidencia que hay una categoría con el valor mínimo de 0 y otra con el valor máximo de 1. Esto evidencia mejor la relación entre las distintas categorías en cuanto a las dos medidas postulados: la metáfora y la metonimia.

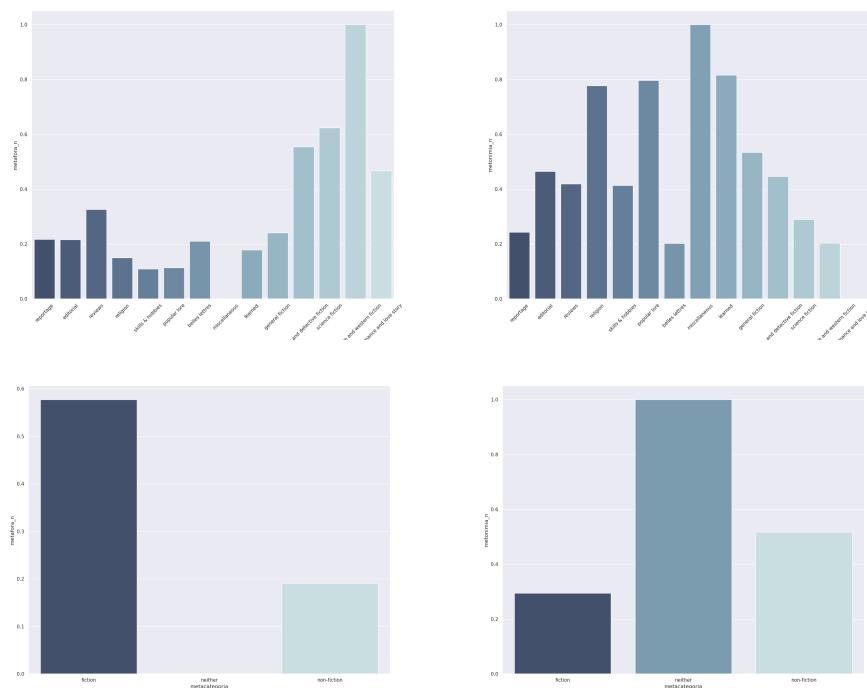


Figure 11: Resultados muestra 1

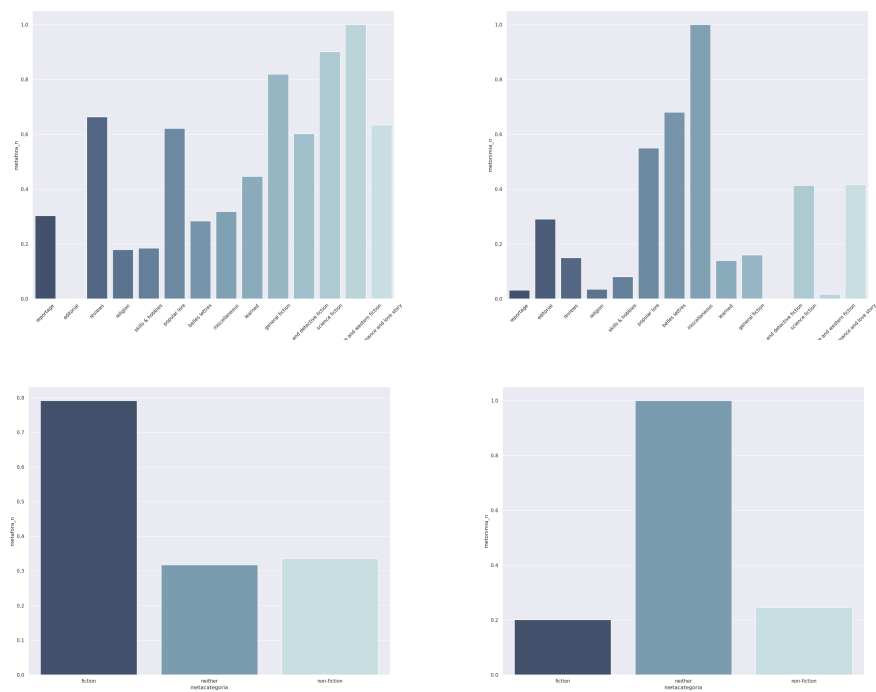


Figure 12: Resultados muestra 2

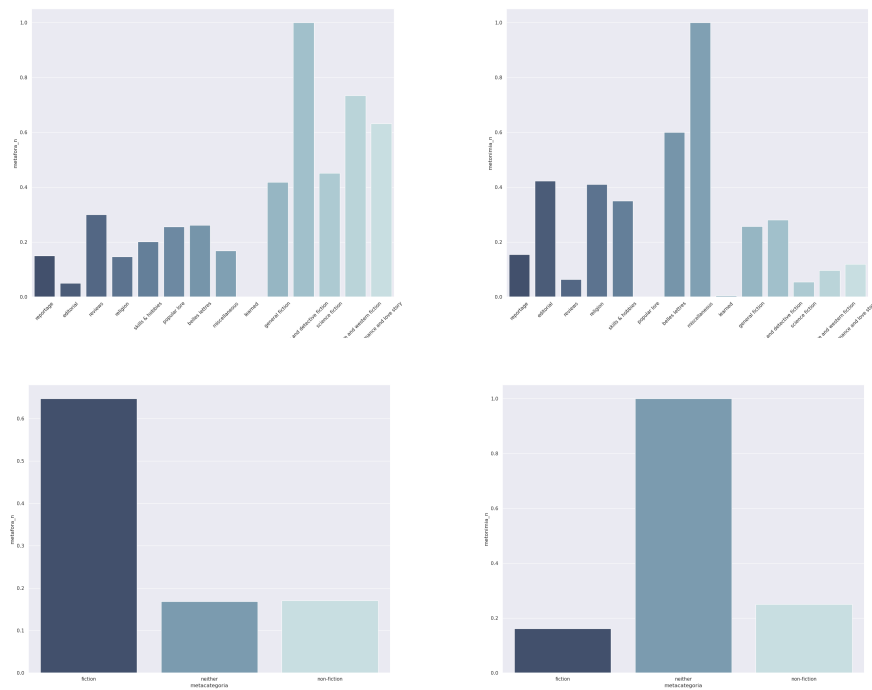


Figure 13: Resultados muestra 3

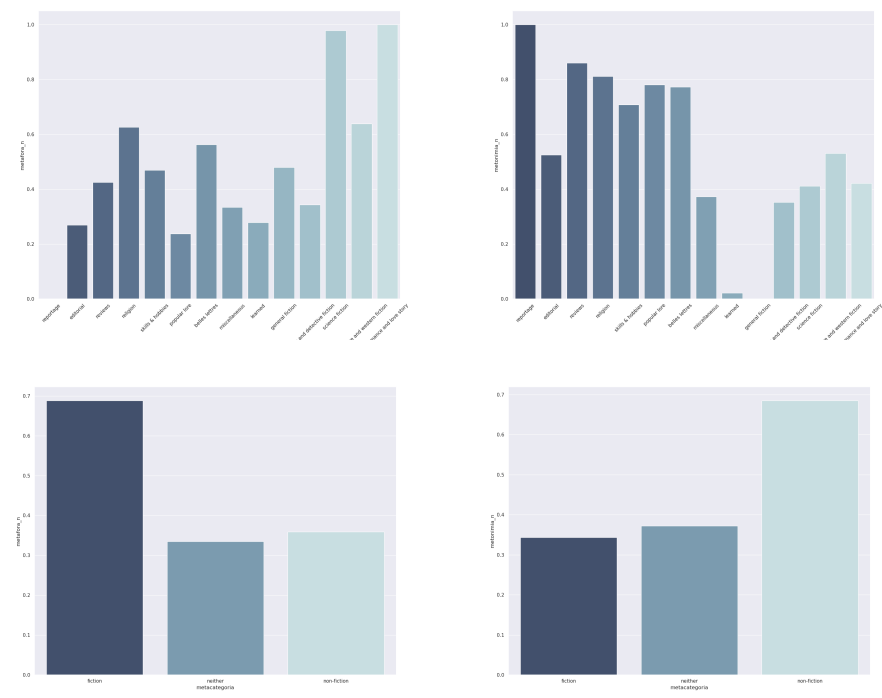


Figure 14: Resultados muestra 4

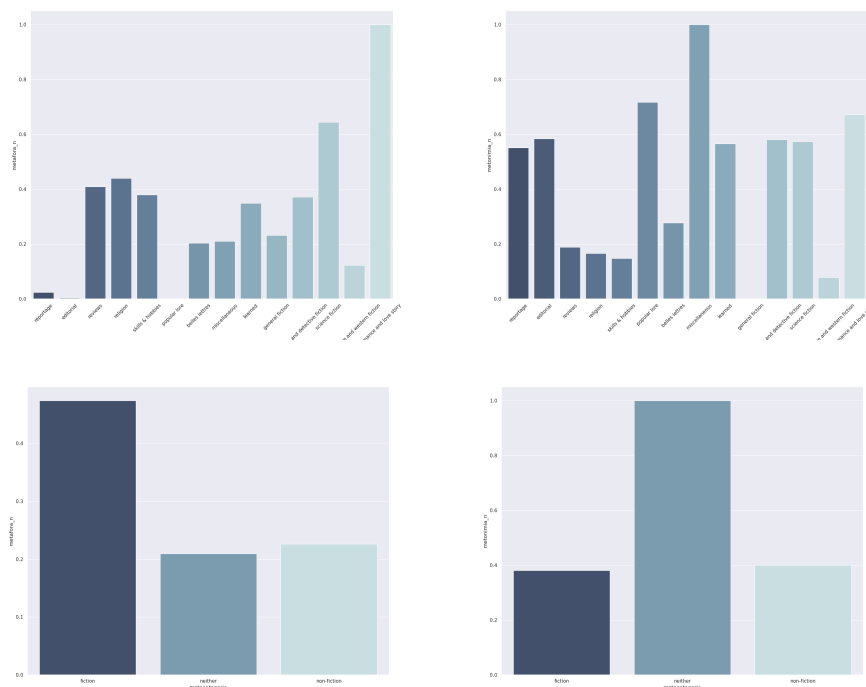


Figure 15: Resultados muestra 5

6.5.3 Gráficos totales

En esta sección se presentan los gráficos para el **índice metafórico** y el **índice metonímico** teniendo en cuenta su comportamiento a lo largo de todos los corpus objetivos. Por lo tanto, cada boxplot está constuido de 5 muestras (correspondientes a 1 representante de cada corpus objetivo) para cada categoría, por lo que se puede obtener una noción más clara del IQR, la mediana , los datos atípicos en cada categoría y metacategoría.

La visualización del comportamiento de los indicadores será necesaria

para las Conclusiones (7).

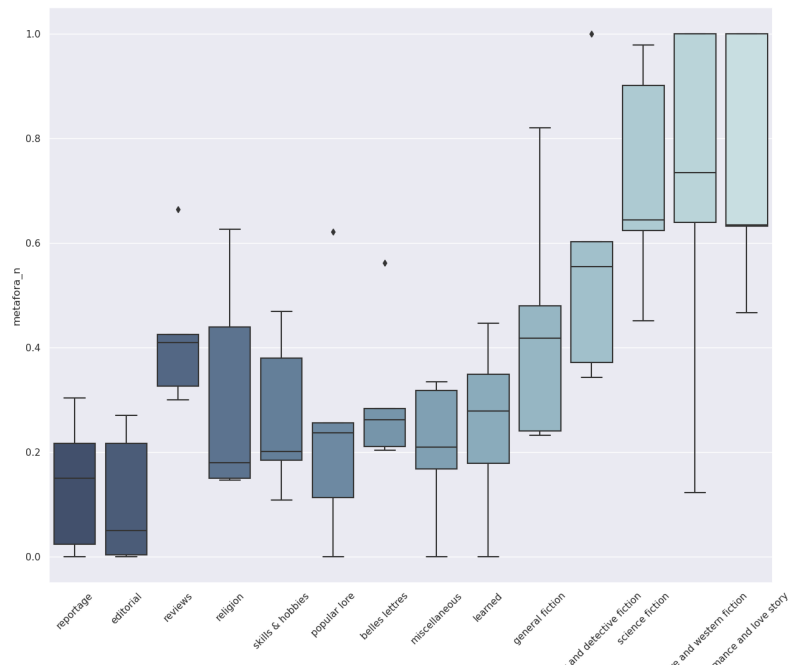


Figure 16: Índice metafórico por categorías a través de las muestras

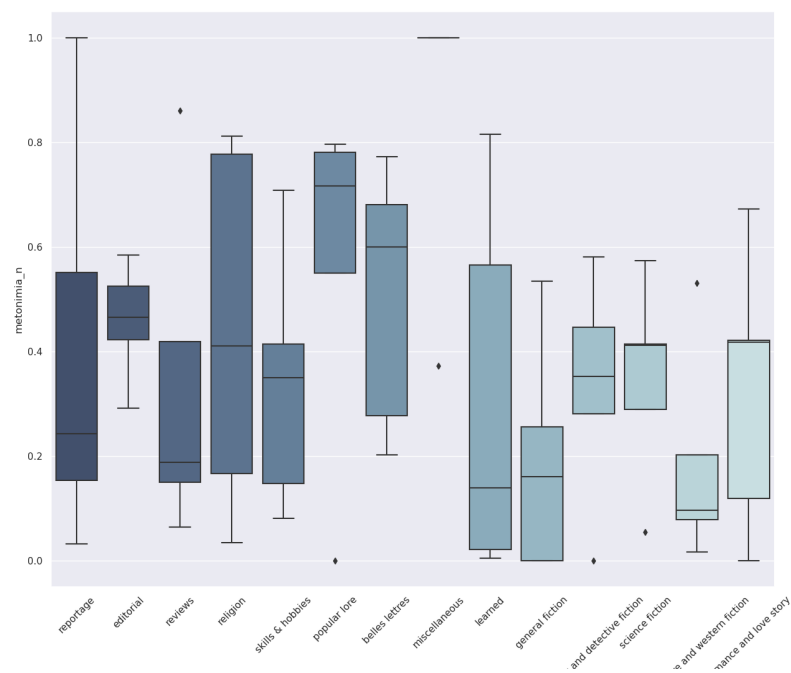


Figure 17: Índice metonímico por categorías a través de las muestras

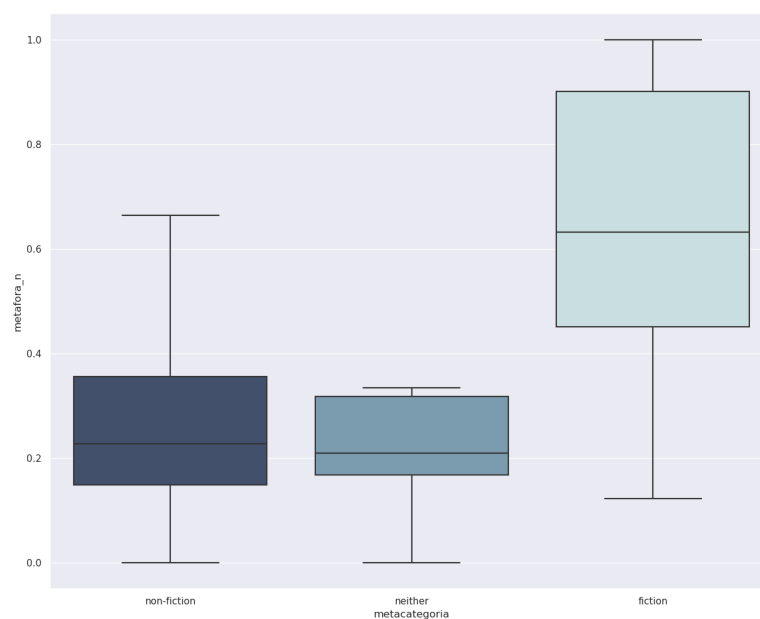


Figure 18: Índice metafórico por metacategorías a través de muestras

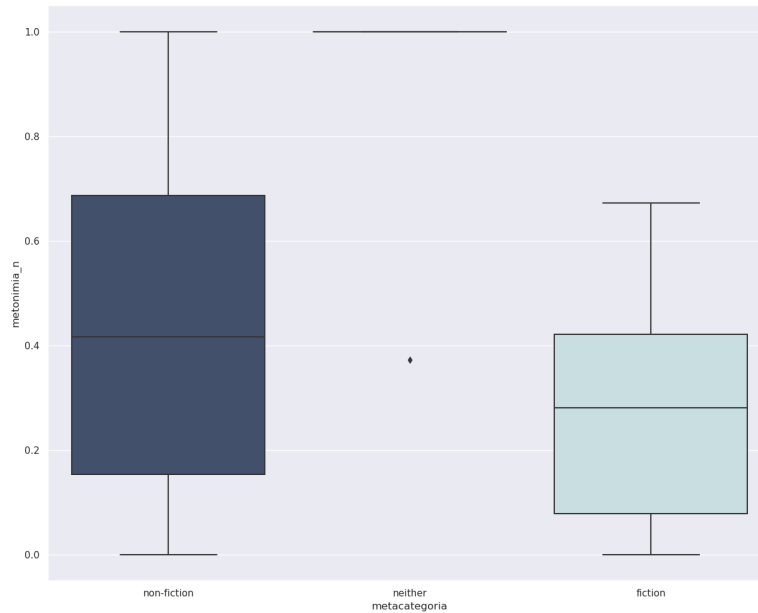


Figure 19: Índice metonimica por metacategoria a través de muestras

6.6 Evaluación

Según lo contempla el proceso de analítica de datos (ver sección 4.7), es necesario someter a prueba los modelos postulados. Sin embargo, como el modelo propuesto no se enmarca dentro de Machine Learning, no se dispone de un algoritmo de clasificación per se, que luego de pueda evaluar con un set de validación.

Sin embargo, teniendo en cuenta las hipótesis planteadas en la sección 6.4.2, se pueden realizar pruebas estadísticas que pueden aportar una

fundamentación cuantitativa, para las hipótesis que lo permitan.

Así, para la H_1 , que plantea que las metacategorías de ficción y no ficción tengan un índice metaforico significativamente distinto se formula una prueba ANOVA, a lo largo de todas las muestras, entre los textos de ficción y no ficción, con el siguiente resultado:

```
>>> anova_metafora
F_onewayResult(statistic=51.510567153609514, pvalue=9.812579375438188e-10)
```

Por lo tanto, se como el valor-p para la prueba ANOVA es inferior a 0.01 y el estadístico F es muy alto, se puede afirmar que el algoritmo genera valores significativamente distintos entre las metacategorías de ficción y no ficción, con una confianza mayor al 99%.

Así mismo, si se hace una prueba ANOVA para el índice metonímico para las metacategorías de ficción y no ficción se obtiene que:

```
>>> anova_metonimia
F_onewayResult(statistic=4.327636012671773, pvalue=0.04157136345702674)
```

Por lo tanto, como el valor-p para la prueba es inferior a 0.05 y el estadístico F es más alto que 1, se puede afirmar que el algoritmo genera valores significativamente distintos entre las metacategorías de ficción y no ficción con una confianza de 95%.

7 CONCLUSIONES

Para concluir el presente trabajo. Primero se señalarán los resultados del experimento frente a las hipótesis planteadas. Posteriormente, se expondrán las críticas posibles al modelo planteado. Por último, se señalaran trabajos futuros para profundizar más en la pregunta de investigación.

7.1 Las hipótesis planteadas

Para la hipótesis H_1 se observa en 18 que el índice metafórico es, en promedio, más alto para las categorías de no ficción a lo largo la muestras que para las categorías de no ficción. De hecho, en promedio, las obras de ficción reportan un índice metafórico un poco más de 3 veces más alto. Esto es consistente con la intuición, que nos dicta que en las obras de ficción se hace uso de un vocabulario más amplio y distinguido, lo que aporta más al índice metafórico.

En cuanto a la hipótesis H_2 , las medias para las categorías *reportage* y *editorial* son cercabís (0.14 y 0.11, respectivamente). En el gráfico 16 se puede apreciar que el rango intercuartil (IRQ) es muy similar. Esto es consistente con el resultado esperado, puesto que estas dos categorías son similares entre sí: ambas están conformadas por textos que aparecieron en publicaciones periódicas. Por lo tanto, comparten muchos parámetros lingüísticos similares en cuanto al vocabulario. Por lo tanto, su índice metafórico debe ser similar a lo largo de las muestras.

Luego, para la hipótesis H_3 se puede observar que la categoría *Belles*

Lettres es la tercera más categoría con el índice metafórico más alto (con un 0.30). Queda por debajo de *Religion* (0.31) por un punto y de *Reviews* (0.42). Este resultado no es el esperado, pero es comprensible si se tiene en cuenta que la categoría *Reviews* está compuesta de críticas a obras de arte como música clásica, libros y obras de teatro, cuyo vocabulario puede terminar aportando más al índice metafórico que las biografías y caras de la categoría *Belles Lettres*.

Por último, para la hipótesis H_4 , se observa que la categoría *Learned* tiene el segundo índice de metonimia más bajo (0.31), luego de (sorprendentemente) las categorías *General Fiction* y *Adventure & Western Fiction* (0.19 ambas). Si bien este resultado no es estrictamente el esperado a lo largo de todas las categorías, la hipótesis H_4 sí se cumple dentro de la metacategoría de no-ficción. La hipótesis inicial se hizo sobre la base de que los textos técnicos y científicos no deberían tener un énfasis en la metonimia entre cada una de sus palabras. Es decir, no debería haber un énfasis en repetir sonidos a lo largo de una oración, puesto que los factores de comunicación de Jakobson se centran en las funciones conativa o fática.

Ahora bien, en la hipótesis inicial no se contemplo que, según lo encontrado en este experimento, las obras de ficción por lo general tienen un índice metonímico más bajo que las de no ficción (ver 19). Esto parece apuntar a una relación inversa entre el índice metaforico y el índice metonómico. Sin embargo, esa discusión está por fuera de los alcances de la presente investigación.

Con base en el análisis de las hipótesis, se puede señalar que el algoritmo propuesto es capaz de:

- 'distinguir' entre dos metacategorías: los textos de ficción y los de no ficción
- arrojar un índice metafórico consistentemente más alto que los de no-ficción para los textos de ficción
- arrojar, para los textos de no ficción, un índice metonímico consistentemente mas alto que los de ficción

7.2 Crítica del modelo

En términos generales, se considera que el modelo es razonablemente exitoso.

En general no hay resultados inconsistentes con la intuición, salvo el comportamiento del índice metonimico a lo largo de una categoría. Sin embargo, si se considera las metacategorías de ficción y no ficción, en la muestras se evidencia claramente que hay una consistencia en los resultados.

Una debilidad significativa del modelo es su dependencia de la con la red semántica. Esto ocasiona que dada una palabra, su vector semantico quede asociado con palabras muy difíciles de encontrar, lo que incide en su puntuación total. Esto particularmente se evidencia en algunas palabras comunes que no se encuentran tan solo porque son pronombres o adverbios que empiezan con mayúscula cuando la red los espera en minúscula. Es posible que esto esté afectando el modelo, pero no es claro a priori de qué manera lo hace porque se haría necesario un análisis multivariado para cada una de las variables. Ahora bien, esta falencia no parece ser tan pronunciado, ya que la diferencia entra las

metacategorías es evidente y resulta inverosímil atribuir la concordancia con la intuición y el juicio experto a un mero error.

Sin embargo, para tener una fundamentación más rigurosa de la idoneidad del algoritmo se debe diseñar un experimento que mire los resultados de cada vector de uso por palabra y verificar como el número de sinónimos, la media de esos sinónimos y la frecuencia de la palabra original en los corpus se compartan. Una tarea que no es fácil por la dependencia de las variables de otras. Este aspecto es muy importante hacerlo, pero se sale de los alcances de esta investigación.

7.3 Trabajo futuro

7.3.1 El índice metafórico

Para trabajos futuros es necesario repetir más veces este mismo experimento, aumentando el número de muestras. Luego, se podría plantear el mismo documento con un corpus distinto, tal vez con categorías individuales distintas, pero conservando las mismas metacategorías: ficción y no ficción. Si el resultado sigue avalando la hipótesis H_1 fortalecería la validez del modelo para capturar la 'metafora' en documentos.

Por otro lado, como se expuso en el marco teórico y en la presentación del modelo, el índice metafórico es dependiente del corpus de referencia, que es una representación del concepto de *lengua*, y la red semántica, que corresponde con el concepto de *lenguaje*. Así, para obtener resultados más intuitivos se

deberá disponer de la capacidad de configurar tanto el corpus de referencia como la red semántica. Por ejemplo, para asociar palabras entre sí en la red semántica o quitar relaciones espurias.

7.3.2 El índice metonímico

El algoritmo para metonimia fue realizado de la manera más *naive* posible, lo que puede ser una causa de la variabilidad de este índice entre una misma categoría a lo largo de las muestras. Un siguiente paso sería calcular la metonimia no por el número de letras iguales, sino tokenizar por sílabas y contar las sílabas con una misma vocal como un aporte al índice.

Otra posible modificación es parametrizar el la aridad del n-grama, puesto que la repetición de sonidos solo se está teniendo en cuenta para palabras consecutivas, cuando en realidad la metonimia suele darse por elementos sintacticos distintos. Por ejemplo, se puede dar entre oraciones, ente párrafos, entre estrofas etc. Sin embargo, el cálculo de esto necesitaria incorporar POS al modelo, lo que complejizaría significativamente la implementación del índice.

References

- [1] Boris Eijembaum. La teoría del " método formal". In *Textos de teorías y crítica literarias:(del formalismo a los estudios postcoloniales)*, pages 33–62. Anthropos, 2010.

- [2] Roman Jakobson and Ana María Gutiérrez Cabello. *Lingüística y poética*. Cátedra España, 1981.
- [3] Ferdinand De Saussure. Curso de lingüística general. *Buenos Aires: Losada. Original de Ferdinand de, 1945.*
- [4] Igor A. Bolshakov and Alexander Gelbukh. *Computational Linguistics: Models, Resources, Applications*. Mexico City: Centro de Investigación en Computación, Instituto Politécnico Nacional, 1981.
- [5] Christopher Manning and Hinrich Schütze. *Foundations of statistical natural language processing*. MIT press, 1999.
- [6] Author Abhishek Jha, Abhishek Jha An inquisitive guy who currently builds models, wants to build Skynet one day. Follow this space, Abhishek Jha, An inquisitive guy who currently builds models, wants to build Skynet one day. Follow this space, and Follow me on. Vectorization techniques in nlp [guide], Dec 2021.
- [7] Nitin Indurkha and Fred J Damerau. *Handbook of natural language processing*, volume 2. CRC Press, 2010.
- [8] Steven Bird, Ewan Klein, and Edward Loper. *Natural language processing with Python: analyzing text with the natural language toolkit*. " O'Reilly Media, Inc.", 2009.
- [9] Fabio Nelli. Python data analytics. *Apress Media, California*, 2018.

- [10] Rodolfo Delmonte. Computing poetry style. In *ESSEM@ AI* IA*, pages 148–155, 2013.
- [11] Rodolfo Delmonte, Sara Tonelli, Marco Aldo Piccolino Boniforti, and Antonella Bristot. Venses—a linguistically-based system for semantic evaluation. In *Machine Learning Challenges Workshop*, pages 344–371. Springer, 2005.
- [12] Daniel F Zuñiga, Teresa Amido, and Jorge E Camargo. Automatic computation of poetic creativity in parallel corpora. In *Colombian Conference on Computing*, pages 710–720. Springer, 2017.
- [13] D Kaplan. Computational analysis and visualized comparison of style in american poetry. *Unpublished undergraduate thesis*, 2006.