

Preparing a paper using L^AT_EX 2 _{ϵ} for publication in *Journal of AI UNIR-México, (Hacia una mejor Inteligencia Artificial)*

**A A Bernal Castillo¹, E U Domínguez Espinoza¹, F E Valdivia
Medina¹**

¹Universidad Internacional de la Rioja, Av. Universidad 472, Colonia Vértiz Narvarte Alcaldía Benito Juárez, 03600, CDMX, México

E-mail: aldobernal AT ymail DOT com, edgar_urie184 AT genomorro DOT name,
fraval1701 AT gmail DOT com

Abstract. La inteligencia artificial está moldeando la vida humana en el siglo XXI. En este artículo de divulgación científica se informa sobre el futuro de la IA y la relación que dicho futuro tiene con otras ciencias. Para ello se estudia, por medio de dos apartados, la estrecha relación de la astronomía con el machine learning y su futuro con el transfer learning y la computación cuántica; por otra parte, la relación de la lingüística con el procesamiento del lenguaje natural, a través de un breve estudio bibliotecológico, basado en aprendizaje no supervisado, realizado con datos actualizados de Web of Science.

1. Introducción

Imagine que es el año de 1957. El mundo se encuentra dividido en dos bloques: occidente, identificado por una escuela política liberal, y oriente, identificado por una escuela política socialista. Cada uno de los bloques está representado por una potencia mundial que surgió luego de concluir la segunda guerra mundial, dichas potencias no se enfrentarán nunca en un campo de batalla, sin embargo, la ciencia es uno de los campos en los cuales «juegan» su prelación mundial.

Es justamente en 1957 cuando la Unión Soviética lanza con éxito el satélite artificial Sputnik, haciendo gala de los más grandes avances científicos del momento y puso en jaque la ciencia estadounidense, obligando a dicha nación a incrementar su inversión en materia científica, en cuanto a investigación como en la educación, tanto así que al año siguiente, el satélite estadounidense Explorer 1 sería puesto en órbita.

Aunque este relato podría parecer muy específico, la realidad es que las condiciones generales pueden repetirse. En el año 2017, Ke Jie, quien entonces figuraba en el número uno del ranking de los mejores jugadores de Go en el mundo, se enfrentó al programa de computadora AlphaGo. Ke Jie fue derrotado en las tres partidas que disputó contra AlphaGo. Para Kai-Fu Lee, dicho evento constituye un hito para la inteligencia artificial (IA), y escribe:

La sede de mi fondo de capital riesgo se encuentra en el barrio de Zhongguancun de Pekín, una zona a la que se suele denominar «el Silicon Valley de China». Hoy día, Zhongguancun es el centro neurálgico del movimiento de IA chino. Para la gente

de aquí, las victorias de AlphaGo supusieron tanto un reto como una inspiración. Se convirtieron en el «momento Sputnik» de China para la inteligencia artificial. [1]

A seis años de la victoria de AlphaGo, La IA rodea muchas de las actividades humanas, en cualquier campo tecnológico y científico se ha expandido su uso. Hoy en día, Estados Unidos y China compiten notablemente en el desarrollo de la IA y parece ser que esta área jugará un papel importante para establecer las nuevas fronteras de poder del siglo XXI. Más allá de lo anterior, y en analogía a los programas espaciales de mitades del siglo XX, la IA no constituye de una ciencia en sí, por lo que su desarrollo, dependerá de los campos de aplicación y de las ciencias auxiliares relacionadas.

Debido a este contexto de desarrollo, se ha decidido indagar sobre posibles caminos futuros que tendrá la IA en los próximos años, pensando más en tiempos cercanos que en una prospectiva a largo plazo. En la primera sección, se describirá la relación entre machine learning, área fundamental en la IA moderna, y la astronomía. Con ello se pretende mostrar las aportaciones de la ciencia en tres aspectos fundamentales: obtención y compartición de datos, creación y prueba de nuevos métodos de análisis y la inclusión de nuevas tecnologías que acompañarán en un futuro a la IA. En una segunda sección, se encontrará un análisis bibliotecológico donde se explora la interdisciplinariedad de la IA con otras ciencias, para ello se tomará como eje los estudios del lenguaje.

2. Desarrollo

2.1. Machine Learning y la astronomía

La astronomía surgió en las culturas antiguas como eran la egipcia, mesopotámica o diversas precolombinas, debido a la necesidad de predecir fenómenos celestes importantes en la vida de los seres humanos, tales como la recogida y siembra de cosechas, y las predicciones astrológicas sobre el futuro. La astronomía es el relato de las observaciones, descubrimientos y conocimientos del cielo, el cual, con ayuda de la tecnología al día de hoy, ha ayudado a comprender, observar y predecir fenómenos astronómicos que podían tener poca o mucha relevancia sobre la tierra.

Los fenómenos en el espacio son fascinantes, así como misteriosos, el uso de telescopios y otras herramientas han ayudado tanto a aficionados como a científicos especializados a poder obtener datos de estos para entender tan siquiera una mínima parte del suceso mismo. Estas herramientas son en su mayoría manejadas por supercomputadores, las cuales se apoyan de la inteligencia artificial para realizar observaciones, registrar eventos o hacer comparaciones con otros fenómenos ya conocidos anteriormente; la **minería de datos** y el **machine learning** han sido fundamentales para que la evolución de la astronomía tenga efectos al día de hoy [2].

La minería de datos se puede definir como el acto de convertir datos sin procesar de una observación en información útil [2], estos datos son almacenados en bases de datos públicas para su utilidad en aplicaciones de IA, creadas por un científico de datos. Tanto aficionados como la comunidad científica utilizan datos que son difundidos por instituciones astronómicas, la mayoría de forma gratuita (ver figura 1), para su uso *, para realizar sus propios modelos, predicciones, etc.

La difusión de herramientas en el área machine learning, particularmente en la astronomía, ha revelado la limitación de trabajar con escenarios de tareas simples, en los cuales cualquier tarea que necesite de un modelo predictivo de manera particular, e ignore la existencia de tareas similares. Por el contrario, una nueva generación de técnicas de machine learning donde los modelos predictivos puede aprovechar la experiencia previa para aprovechar la información de tareas similares.

* Como la minería de datos es realizada por instituciones científicas, se tiene que usar bajo la licencia proporcionada de estas mismas.



Welcome to the PROBA2 Science Center

Name	Last modified	Size	Description
Parent Directory	-	-	
2009/	2017-06-13 14:43	-	
2010/	2017-06-13 14:43	-	
2011/	2017-06-13 14:43	-	
2012/	2017-06-13 14:43	-	
2013/	2017-06-13 14:43	-	
2014/	2017-06-13 14:43	-	
2015/	2017-06-13 14:43	-	
2016/	2017-06-13 14:43	-	
2017/	2017-06-13 14:43	-	
2018/	2017-06-13 14:43	-	
2019/	2019-10-23 07:35	-	
2020/	2020-06-17 10:06	-	
2021/	2020-12-14 18:37	-	
2022/	2021-12-02 09:40	-	

Figura 1: Base de datos de observaciones al Sol, proporcionada por la institución PR2BA, Observatorio Real de Bélgica en Bruselas.

La nueva área emergente en machine learning e IA para astronomía se llama **transfer learning**(.sic). [3]

2.1.1. Transfer learning La gran cantidad de datos que se tiene en la investigación científica de astronomía a través de observaciones durante los años, y debido a su complejo método de hacerlo en forma manual (ubicación de coordenadas, ubicación de objetos en el espacio, etc.) ha hecho que la IA y la astronomía evolucionen de forma contigua para la utilización de estas herramientas y sus modelos predictivos, ya que estos mecanismos pueden analizar cantidad enorme de datos y generar modelos que puedan clasificar eventos de manera exacta y precisa.

Antes de las benevolencias del uso de técnicas como transfer learning, las soluciones prácticas para estos problemas era el continuo reentrenamiento de los modelos una y otra vez, denotando la falta de capacidad de los modelos de explotar la experiencia de información previa. El dataset de

salida que da el modelo, se usa como vector de entrada para el nuevo modelo usando herramientas de machine learning, esto reduce el uso de recursos computacionales y el tiempo de ejecución usando modelos de aprendizaje adaptativos.

El Transfer Learning, o aprendizaje transferido en español, se refiere al conjunto de métodos que permiten transferir conocimientos adquiridos gracias a la resolución de problemas para resolver otros problemas [(ver figura 2)]. Tomemos el ejemplo de alguien que toca la guitarra y quiere aprender a tocar el piano. Esta persona puede capitalizar sus conocimientos sobre música para aprender a tocar un nuevo instrumento. De la misma manera, un modelo de reconocimiento de automóviles puede ser adaptado para reconocer camiones. [4]

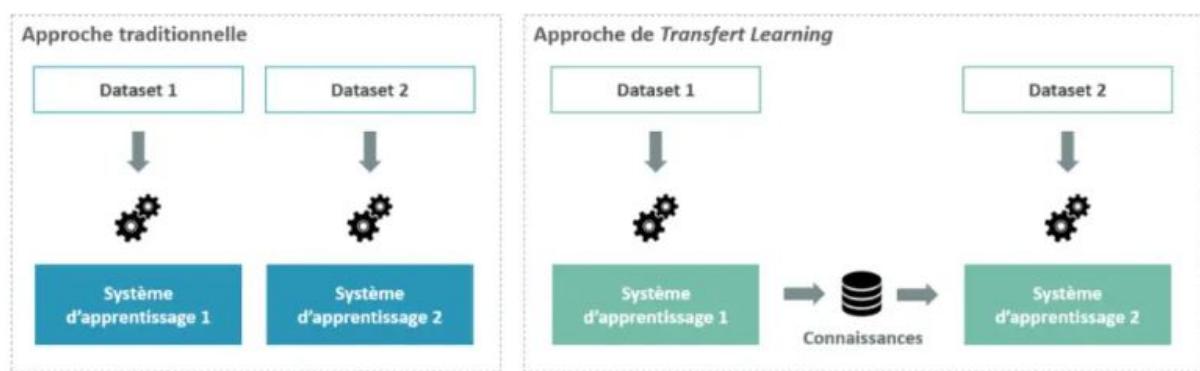


Figura 2: Aprendizaje con machine learning vs. Aprendizaje con machine learning y transfer learning. [5]

2.1.2. El futuro y computadoras cuánticas En el marco del *Astronomical Data Analysis Software and Systems ADASS* [6], conferencia internacional de astro informática que se desarrolla en Chile; el experto italiano en machine learning aplicado a la astronomía, Giuseppe Longo, del Departamento de Física de la Universidad Federico II Nápoles, aseguró que el 99 por ciento de los datos registrados por la astronomía mundial, jamás han sido vistos por el hombre, demostrando el desafío de la big data y las oportunidades de la metodología de machine learning. El enorme volumen de imágenes y datos derivados del estudio del universo por diversas disciplinas, no solo la astronomía, reviste una problemática que –en opinión de Longo– el machine learning sería la única herramienta capaz de resolver. «El machine learning y transfer learning son la llave para acceder al tesoro de la información», puntualizó Longo.

Para poder ejecutar datos masivos de manera habitual, se tienen que usar **supercomputadoras**, el estado actual del arte en supercomputación consiste en archivos del tamaño de un terabyte y velocidades de cómputo de teraflop, que se encapsula convenientemente en el término computación de teraescala. Las **supercomputadoras** típicas de hoy en día son un **clúster** que consta de un gran número de CPU convencionales conectados por un sistema de interconexión especializado, un sistema distribuido o memoria compartida, un sistema de archivos compartido y un sistema operativo en común.

El futuro de la IA en la astronomía, seguirá estando muy relacionado con machine learning, ya que se hacen nuevas observaciones y por consiguiente se generan más y más datos. Esto podría manejarse de manera más sutil con transfer learning, puesto que como se explicó anteriormente, volver a generar modelos con nuevos datos se podría complicar día a día. La opción viable para ejecutar dicha cantidad de datos es la **computación cuántica**, una tecnología que está

surgiendo rápidamente que aprovecha las leyes de la mecánica cuántica para resolver problemas demasiado complejos para las computadoras tradicionales.

Hoy, con empresas como **IBM Quantum** [7] (ver figura 3), hace que el hardware cuántico pueda ser real. Una herramienta que los científicos de datos comenzaron a imaginar hace solo tres décadas, estará disponible para miles de desarrolladores. Se ofrecen procesadores cuánticos cada vez más potentes en intervalos regulares, lo que permite avanzar para obtener la velocidad y la capacidad informática cuántica necesarias para cambiar el mundo. Estas máquinas son muy diferentes a las computadoras tradicionales que existen desde hace más de medio siglo y podrían en un futuro a mediano plazo, procesar datos de peso inimaginable para la astronomía, como ya lo hace el día de hoy para el **CERN**.



Figura 3: IBM es una de las compañías en la carrera mundial por crear computadoras cuánticas para usos prácticos y comerciales.

2.2. El lenguaje

El lenguaje es comúnmente definido como la capacidad humana que solventa la necesidad de comunicación. Además, el lenguaje no está vinculado a ningún sistema específico, en otras palabras, no se encuentra condicionado a ninguna lengua [8]. En este sentido, resulta muy complicado estudiar la capacidad del lenguaje por sí misma, por lo que se ha optado por estudiar

cada uno de sus sistemas particulares variantes, es decir, las lenguas**.

La ciencia que tiene como objeto de estudio la descripción de las lenguas sin normar sobre ellas es la lingüística. Según la experiencia científica no pueden asumirse primero las generalidades de las lenguas, en otras palabras, no puede estudiarse una lengua como el navajo, la lengua nativoamericana más hablada en E.E.U.U. [9], desde el conocimiento de otra lengua bien estudiada como el inglés. Al contrario, «los lingüistas han pasado a recoger datos y ejemplos de las lenguas en las que están interesados, para a continuación intentar describir las regularidades estructurales que se desprenden de dichos datos las cuales caracterizan a las lenguas cuando se usan y no la manera en que se supone que deberían usarse» [8]. Este enfoque es conocido como descriptivo.

Por otra parte, el procesamiento del lenguaje natural (NLP) es el área de la inteligencia artificial que por medio de la ingeniería de software y el aprendizaje automático busca la comprensión de las lenguas humanas, también llamadas naturales. Para ello utiliza grandes volúmenes de datos de una lengua para realizar análisis computacionales para obtener significado y valor para el consumo en aplicaciones del mundo real. [10]

Cuando se refiere a aplicaciones del mundo real, los libros de numerosos autores [11, 12, 13, 14] suelen destacar que el NLP se interesa en:

Etiquetado automático Etiquetar elementos del discurso.

Extracción de información Extraer información preclasificada con ciertas categorías, incluye una subcategoría llamada reconocimiento de entidades nombradas (NER).

Traducción Toma una frase y la transforma en formas equivalentes entre distintas lenguas.

Análisis de sentimientos Detectar la naturaleza de las expresiones para extraer información subjetiva.

Sin embargo, ninguno de los libros consultados especifica donde son usados realmente esas aplicaciones, lo que genera una primera suposición utilización solamente en áreas cerradas, tal vez fuera del dominio público. En un afamado artículo periodístico, el sociólogo Anthony Giddens [15] destaca tres fases distintas de la «evolución de la IA»:

- Los trabajos pioneros, impulsados por gobiernos y la academia.
- El impulso de la industria, principalmente se refiere a Silicon Valley.
- El retorno del Estado y un dominio público mayor.

Desde otro punto de vista, el reconocido analista de asuntos internacionales Alfredo Jalife-Rahme [16] ha sostenido que «la IA definirá el dominio geoestratégico en la próxima generación, su ideología emergente marcará el destino de la humanidad». Además, recupera las palabras del profesor en leyes Feng Xiang para recordar que luego del escándalo de la empresa británica Cambridge Analytica, obligada a cerrar, con Facebook, la ética en la IA así como el control sobre el desarrollo de la misma toma relevancia desde ahora a nivel mundial. No está de más destacar que las redes sociales en particular como internet en general están controladas por texto, muestra de ello fue el modelo de negocio basado en análisis de sentimientos con NLP que impulsó la ya extinta y exitosa Cambridge Analytica.

Tanto la postura de Giddens como la de Jalife-Rahme pueden ser validadas a través de un breve análisis informático, entendiendo como tal el estudio de la información registrada y organizada, que no es algo distinto a un análisis bibliotecológico por medio de un método de agrupamiento propio del aprendizaje automático no supervisado. Para cumplir este fin de manera inmediata se usará VOSviewer.

**Es importante no confundir las definiciones de *lenguaje* y de *lengua*. El primero refiere a una capacidad biológica, y el segundo, a un sistema particular. Esta confusión es generalmente provocada porque en lengua inglesa ambas definiciones comparten el lexema *language*.

La fuente de información será Web of Science (WoS), una base de datos de citas. Se han seleccionado los primeros quinientos resultados de los últimos cinco años de artículos indexados por WoS. Este dataset incluye principalmente el contenido explicado en la tabla 1.

Tabla 1: Etiquetas de campo WoS (field tags) [17]

Etiqueta	Valor
AU	Autores
TI	Título del documento
SC	Categoría
DE	Palabras clave del autor
AB	Abstract
C1	Dirección del autor
RP	Dirección de reimpresión
CR	Referencias citadas
PY	Año de la publicación
WC	Categoría en WoS

La figura 4 sobre los países que colaboran en textos sobre NLP muestra que el país con una mejor vinculación es E.E.U.U. pues está relacionado con quince de los veinticinco países que aparecen en la gráfica. Es de llamar la atención que México parece estar vinculado con Japón, sin embargo, está aislado de la región de América del Norte, pese a su posición geográfica. En su lugar, E.E.U.U. y Canadá están vinculados con China, que a su vez es el segundo país con mayor número de publicaciones.

La figura 5 nos ofrece las relaciones sobre las palabras clave con las que los autores identifican sus textos. Podemos ver que la extracción de información destaca porque palabras como «information extraction» e «information retrieval» tienen el mismo referente. Mientras que la asociación con «machine learning» y «deep learning» resulta evidente, además, este último está ligado con «sentiment analysis». Finalmente, las aplicaciones de la tercera etapa señalada por Giddens se hacen presentes y se confirman al aparecer en todo un lado del gráfico términos relacionados principalmente con medicina y diferentes enfermedades: «electronic health records», «cancer», «alzheimer disease», por destacar algunos.

La figura 6 nos ofrece la red de palabras clave ofrecidas por WoS. Estas son palabras clave asignadas algorítmicamente a publicaciones de Web of Science. Estas palabras clave no necesitan aparecer en las publicaciones mismas. Aquí es posible observar con claridad que los textos sobre NLP se centran en el uso de corpus textuales, la palabra «text» aparece y se vincula con toda la red junto con sistemas («system») de reconocimiento («recognition») de información de las lenguas para la extracción («extraction») de información («information»). Para sobresalir en esta tarea se están optimizando («performance») constantemente los algoritmos conocidos por el NLP. En esta gráfica es más evidente que el avance del NLP está relacionado con la telemedicina, puse «social media» se encuentra conectado directamente con «diagnosis» «tool» de manera más fuerte que con el análisis de sentimientos.

Consiguentemente, es posible afirmar que el NLP tiene en estos momentos un auge dentro de la IA tal y como afirma Giddens, su aplicación se perfila a áreas con un público mayor; analógicamente se puede confirmar el interés de los países más importantes de todas las regiones del mundo en el NLP, tal y como intuye Jalife-Rahme.

Es momento de hacer una pregunta intuitiva: así como las ciencias exactas aportan valor al desarrollo de otras áreas como la ingeniería, será posible que los estudios del lenguaje estén agregando valor al desarrollo del NLP. Para resolver la pregunta anterior se continuará con el análisis bibliotecológico ya establecido en este texto.

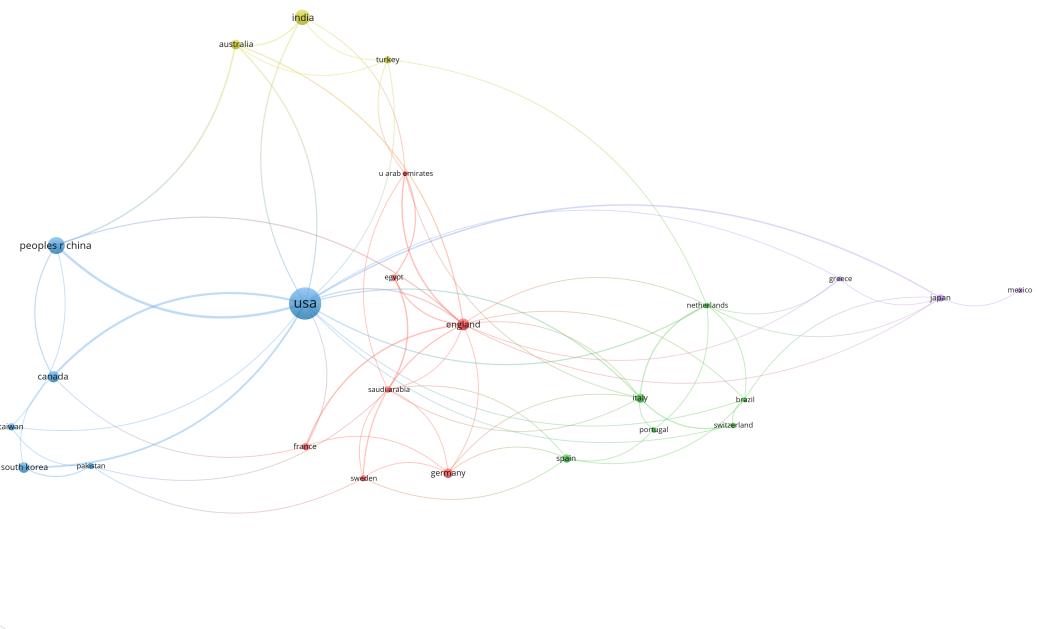


Figura 4: Gráfica de coautoría por país, caso NLP.

En la figura 7 se presentan las palabras clave de los autores en el área de la lingüística, se trata de una figura análoga a la figura 5. En ella puede verse que el corpus lingüístico («corpus linguistics») esta relacionado con la IA y la lingüística computacional («computational linguistics»), misma que los especialistas en el área asocian con el NLP («natural language processing») y el «deep learning». Pese a ello, las áreas propiamente de investigación o aplicación, como la lingüística cognitiva o la lingüística aplicada se ven ajenas a este agrupamiento de términos, salvo el caso de la gramática generativa («generative linguistics»).

En contraste con la figura 5, es posible decir que los estudiosos del lenguaje son afines a buscar apoyo en el NLP, pero esta condición no acontece en caso contrario. Por otro lado, en la figura 8 se muestra que el gráfico de coautoría por país, aunque más reducido*, **, es coincidente en la aparición de países en el avance en ambas áreas por lo que no se descarta la relación entre los campos de conocimiento.

Ante este panorama es posible tener la impresión de pensar que la lingüística poco ha podido aportar al NLP y solo el NLP ha podido cooperar (ya sea en optimización o conocimiento) hacia la lingüística. Sin embargo, este punto de vista es engañoso, la lingüística ha usado a lo largo del tiempo diversas herramientas y estructuras provenientes de otras ciencias por medio de las matemáticas discretas. Las matemáticas discretas abarca conocimientos como la estadística, la lógica proposicional, la teoría de grafos y la teoría de la computación donde se estudian temas que incluyen algoritmos, sus implementaciones y eficiencias. [18]

Los métodos lingüísticos más usados por el NLP son aquellos provenientes de la gramática generativa. En dicha teoría los componentes sintácticos consisten en dos partes: un caso base que

* Lo cual puede deberse a la menor relevancia de la ciencia lingüística frente a la emergente IA.

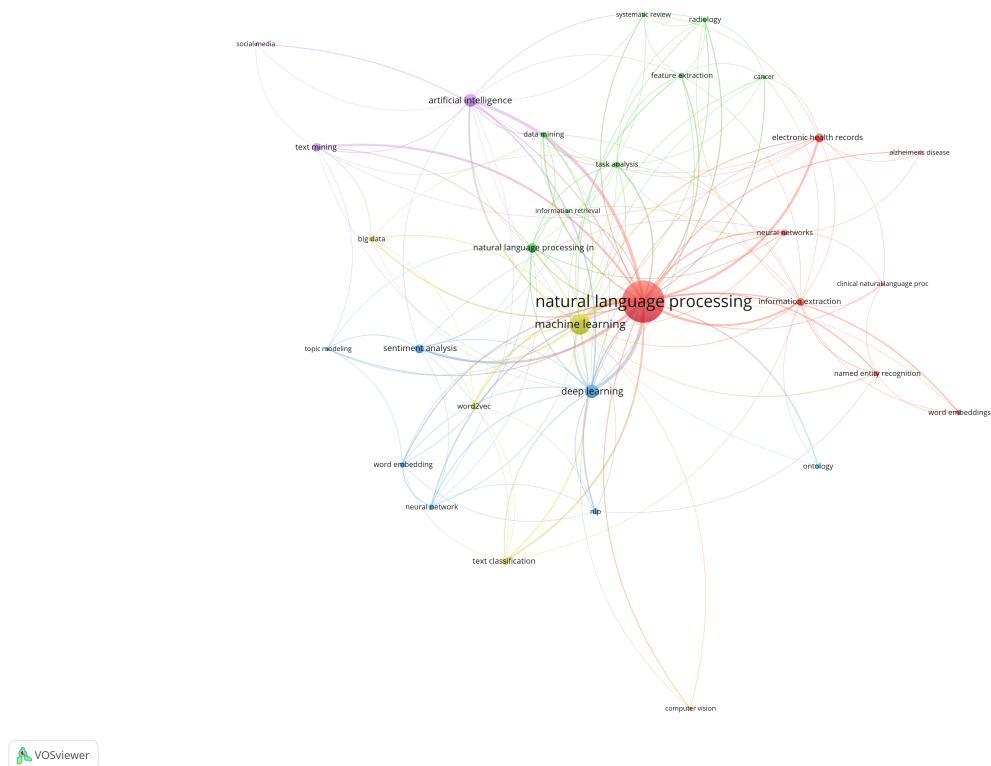


Figura 5: Gráfica de coocurrencia de palabras clave originales de los autores, caso NLP.

sirve como condición para terminar la recursividad y un conjunto de reglas transformacionales que se aplicarán hasta que se cumpla el caso base [19]. Se puede asociar, por lo tanto, esta preferencia del NLP a la gramática generativa por su coincidencia con la tesis Turing-Church que determina todo aquello que es computable:

En los sistemas deductivos donde el conjunto de reglas de producción, y el conjunto de axiomas sea recursivamente numerable, una función (parcial) aritmética es calculable si y solo si es una función (parcial) recursiva. [20]

Se puede decir todavía más sobre las teorías lingüísticas y su recursividad debido a que la lingüística moderna se ha empeñado en encontrar *universales del lenguaje*. Uno de estos universales propuestos es precisamente la recursividad sintáctica. Por medio de esta característica es posible enunciar «Luis duerme», y es posteriormente reenunciarla para introducir una frase relativa para obtener «Luis, que ha bebido té, duerme». A su vez, en este enunciado más complejo podemos repetir el proceso y decir «Luis, que ha bebido el té que le regalaste, duerme». [18]

Entonces, cualquier regla que se pueda aplicar al resultado de una aplicación anterior de sí misma se denomina recurrente; y recursividad se llama al fenómeno por el cual, en un código, pueden existir reglas recurrentes [21]. Con lo anterior decimos que la recursividad sintáctica no limita la recursividad de las lenguas naturales, pues éstas siempre implementarán los mecanismos necesarios para realizar su función, en otras palabras: las lenguas naturales son recursivas, independientemente de la teoría lingüística, en consecuencia, son computables. [18]

Es momento de sugerir a los investigadores de NLP, apropiarse del conocimiento real en lingüística. no se trata de generar resultados potencialmente correctos, sino de asociarlos con

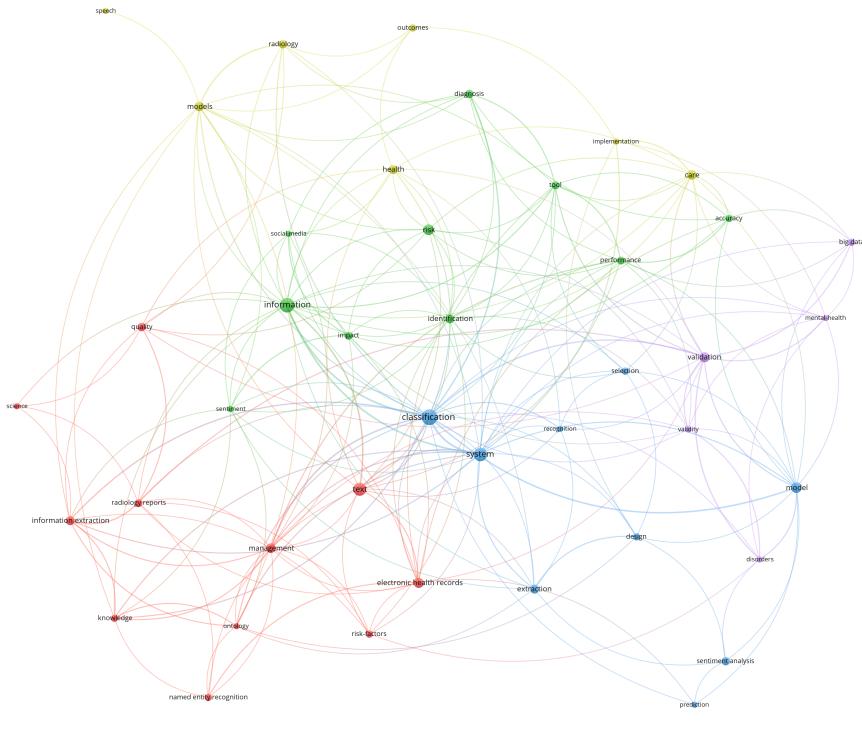


Figura 6: Gráfica de coocurrencia de palabras clave asignadas por WoS, caso NLP.

conocimiento científico específico que los apoye tanto en validez como en optimidad, tal y como se hace en otras áreas de la IA.

Es posible encontrar una representación lingüística única que permita agilizar el intercambio de conocimiento científico, incluso si se tratara de personas provenientes de otros campos como el NLP. Una representación como la propuesta en [18] trae a la lingüística un beneficio que las actuales no tienen: favorece la creación de métodos de verificación y repetición experimental más efectivos. Su estructura es pertinente para la creación de intérpretes automáticos que validen los estudios lingüísticos de forma rápida y confiable, siempre y cuando los lingüistas proporcionen el material de investigación completo, todo debido a que se basa en expresiones S, mismas que fueron usadas por John McCarthy para crear la familia de lenguajes Lisp, misma que fue usada durante muchos años para las investigaciones en IA.

3. Conclusión

Desde el inicio de la humanidad, los avances tecnológicos forman parte fundamental para el desarrollo y prelación de las civilizaciones. Desde el dominio del fuego, pasando por el dominio de los metales, hasta nuestros días con la IA.

En el presente texto se ha explorado más allá de la idea que versa en pensar que los avances de la IA crearán aplicaciones que modelarán distintas formas de vida, desde el aspecto personal al profesional, todo esto incluso antes de lo que se espera. En este texto se pretende que el lector experto medite posibles futuros caminos de interacción y desarrollo de la IA, pues es un área del conocimiento que puede interactuar muy de cerca con las ciencias, y no solo forma parte de las tecnologías modernas. Por otra parte, el lector novel podrá, a través de este texto, conocer

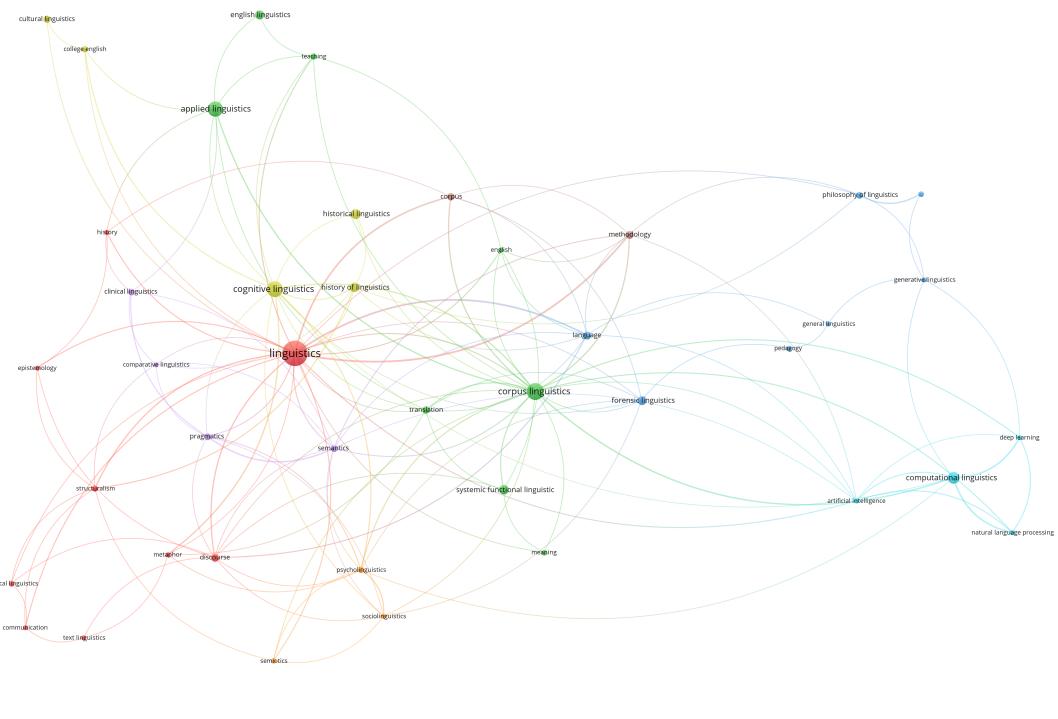


Figura 7: Gráfica de coocurrencia de palabras clave originales de los autores, caso de la lingüística.

un poco sobre el futuro de la IA.

En el primer apartado del artículo, se mencionó como la IA ha hecho aportes al avance de la astronomía, como a su vez, esta ciencia permite a los expertos probar nuevos métodos de análisis, ya que la astronomía genera gran cantidad de información analizable mediante machine learning. Además, se ha señalado que la IA tiene un freno natural en el hardware usado en el cálculo moderno, sin embargo, se ve un impulso futuro por medio de la computación cuántica.

En el segundo apartado del artículo, se analiza como el NLP figura como rubro de investigación importante en países como E.E.U.U. y China, que a su vez cooperan con otros científicos para generar innovación. Se observa también que el NLP ha tomado importancia en otras áreas de conocimiento, donde destaca el área de la salud, sin embargo, ha permanecido distante de las ciencias que estudian directa y tradicionalmente el lenguaje humano. Esta situación crea un importante área de oportunidad para el desarrollo de la IA, pues al tomar directamente la información generada por ciencias como la lingüística, el NLP puede generar modelos científicamente mejorados u óptimos, al mismo tiempo que aprovecha mejor el conocimiento humano escrito durante más de un siglo.

Sería valioso para futuros artículos, indagar en la percepción y la planeación de la IA, tal y como se ha hecho con el machine learning y el NLP en el presente texto. Además, será valioso expandir el análisis bibliotecológico a un análisis de vigilancia tecnológica, examinando las solicitudes de patentes a nivel internacional relacionadas con la IA.

Referencias

- [1] Lee K F 2020 *Superpotencias de la inteligencia artificial: China, Silicon Valley y el nuevo orden mundial* (Centro de Libros P.APF, SLU.) ISBN 8423431312

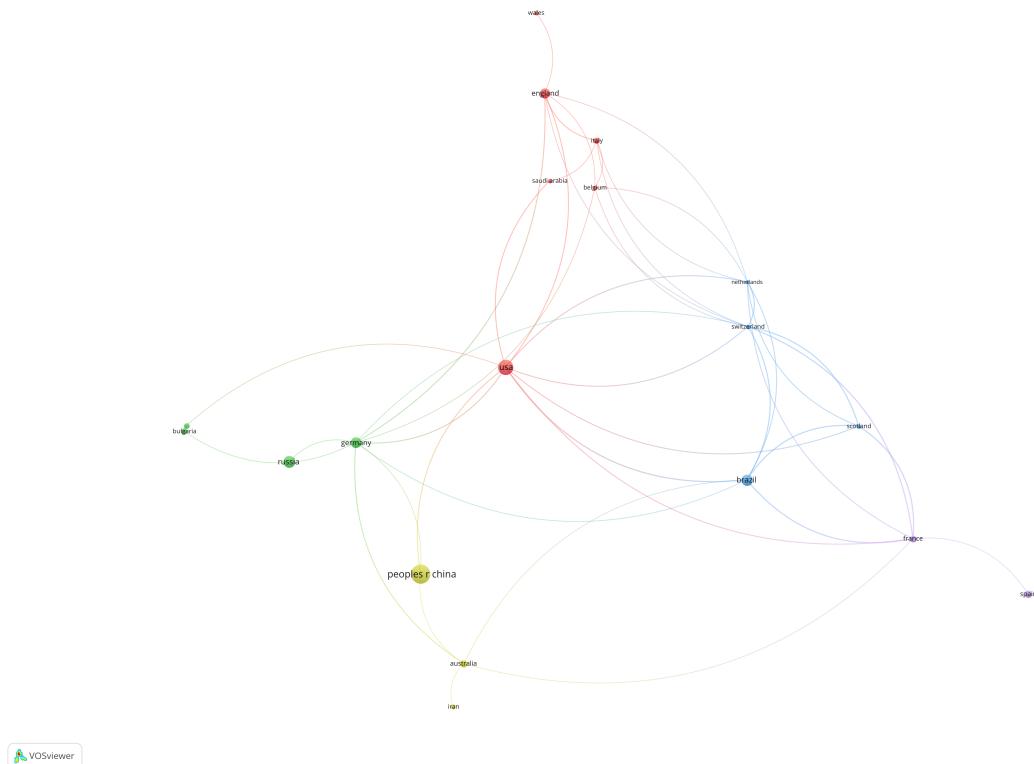


Figura 8: Gráfica de coautoría por país, caso de la lingüística.

- [2] Ball N M and Brunner R J 2010 Data mining and machine learning in astronomy copyright - © 2010. This work is published under <http://arxiv.org/licenses/nonexclusive-distrib/1.0/> (the “License”). Notwithstanding the ProQuest Terms and Conditions, you may use this content in accordance with the terms of the License; Última actualización - 2019-04-17 URL <http://www.espaciotv.es:2048/referer/secretcode/working-papers/data-mining-machine-learning-astronomy/docview/2087239382/se-2>
- [3] Vilalta R 2018 *Journal of Physics: Conference Series* **1085** copyright - © 2018. This work is published under <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/> (the “License”). Notwithstanding the ProQuest Terms and Conditions, you may use this content in accordance with the terms of the License; Última actualización - 2021-09-15 URL <http://www.espaciotv.es:2048/referer/secretcode/scholarly-journals/transfer-learning-astronomy-new-machine-paradigm/docview/2572546881/se-2>
- [4] rédac T 2022 ¿qué es el transfer learning? URL <https://datacientest.com/es/que-es-el-transfer-learning>
- [5] rédac T 2020 Transfer learning : Qu'est-ce que c'est ? URL <https://datacientest.com/transfer-learning>
- [6] Astronomical data analysis software 38 URL <https://www.adass.cl/>
- [7] Ibm quantum computing URL <https://www.ibm.com/quantum>
- [8] Yule G 2007 *El lenguaje* (Ediciones AKAL) ISBN 9788446025214
- [9] Dietrich S and Hernandez E 2022 *Language Use in the United States: 2019* URL <https://www.census.gov/library/publications/2022/acs/acs-50.html>
- [10] Arumugam R and Shanmugamani R 2018 *Hands-On Natural Language Processing with Python: A practical guide to applying deep learning architectures to your NLP applications* (Packt Publishing Ltd) ISBN 9781789135916
- [11] Srinivasa-Desikan B 2018 *Natural Language Processing and Computational Linguistics: A practical guide to text analysis with Python, Gensim, spaCy, and Keras* (Packt Publishing Ltd) ISBN 9781788837033
- [12] Sarkar D 2019 *Text Analytics with Python: A Practitioner's Guide to Natural Language Processing* (Apress) ISBN 9781484243541

- [13] Vasiliev Y 2020 *Natural Language Processing with Python and spaCy: A Practical Introduction* (No Starch Press) ISBN 9781718500532
- [14] Hardeniya N, Perkins J, Chopra D, Joshi N and Mathur I 2016 *Natural Language Processing: Python and NLTK* (Packt Publishing Ltd) ISBN 9781787287846
- [15] Giddens A 2018 *The Washington Post* URL <https://www.washingtonpost.com/newstheworldpost/wp/2018/05/02/artificial-intelligence/>
- [16] Rahme A J 2019 *La invisible cárcel cibernetica: Google, Apple, Facebook, Amazon , Twitter GAFAT*) (Grupo Editor Orfila Valentini, S.A. de C.V.) ISBN 6077521655
- [17] Clarivate 2021 Advanced search field tags URL <http://webofscience.help.clarivate.com/en-us/Content/wos-core-collection/woscc-search-field-tags.htm>
- [18] Domínguez Espinoza E U 2017 *Procesador de lenguas naturales* (Escuela Nacional de Antropología e Historia) URL https://bibliotecas.inah.gob.mx:8108/ENAH16/viewrec?nr=000X01914&nc=2&sk=0&no=1&nf=4&tr=1&ns=7785#TAB_EJEM
- [19] Partee B, Meulen A and Wall R 1990 *Mathematical Methods in Linguistics* Pallas paperbacks (Springer Netherlands) ISBN 9789027722454 URL <http://books.google.com.mx/books?id=qV7TUuaYcUIC>
- [20] Copeland J 1997 The church-turing thesis URL <https://plato.stanford.edu/entries/church-turing/>
- [21] Simone R 2001 *Fundamentos de lingüística* Ariel lingüística (Ariel) ISBN 9788434482494 URL <https://books.google.com.mx/books?id=g9Uu0wAACAAJ>