

## **Informe Final Proyecto**

# **ALGORITMOS PARA MEJORAR LA ASIGNACIÓN DE CAPACITACIONES PREVENTIVAS MEDIANTE TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y BIG DATA 220-2018**

**Santiago Larraín Errázuriz**  
**Santiago - Chile**  
**17/05/19**

Este trabajo fue seleccionado en la Convocatoria de Proyectos de Investigación e Innovación en Prevención de Accidentes y Enfermedades Profesionales 2018 de la Superintendencia de Seguridad Social (Chile) y fue financiado por la Asociación Chilena de Seguridad, a través de la Fundación Científica y Tecnológica (FUCYT-ACHS), con recursos del Seguro Social de la Ley N°16.744 de Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales.

## **DESCRIPCIÓN DEL INNOVADOR**

El nombre del innovador es Santiago Larraín. Es abogado de la Universidad Católica de Chile (donde fue ayudante y profesor ayudante de varios ramos) y trabajó 3 años en el Ministerio de Educación, hasta el 2014.

Con posterioridad a ello, y habiendo obtenido una Beca Chile, fue admitido en la Universidad de Chicago, como parte de la primera cohorte de un programa nuevo de Magíster, que combinaba el trabajo cuantitativo de la reconocida escuela de Políticas Públicas con la experiencia informática y de Inteligencia Artificial del Depto de Ciencias de la Computación, denominado Máster of Science in Computational Analysis and Public Policy. En él tuvo cursos de estadística, microeconomía, econometría, economía política, econometría avanzada, programación, bases de datos, Big Data, Machine Learning, Advanced Machine Learning, entre otros. Es, en definitiva, un Master en Data Science. Entre el primer y segundo año del Magíster, trabajó en Exelon Corp en el equipo de Advanced Analytics, creando modelos predictivos usando Machine Learning para detección de casos de fraude.

Después de su graduación, se incorporó a la Commonwealth of Massachusetts en Boston como Data Scientist and Data Engineer, donde se desempeñó por más de un año, realizando muchos análisis de Machine Learning, NLP, modelos predictivos desplegados en la nube, etc., trabajando con un equipo avanzado de Inteligencia Artificial, pionero en el sector público estadounidense.

En el año 2018, se radicó en Chile, donde inició labores de Consultoría en Data Science, Machine Learning y Big Data, asesorando a distintas entidades del sector público y privado.

## **RESUMEN**

Frente al accidente laboral de un trabajador, éste realiza una descripción del mismo donde narra lo que le ha sucedido. El funcionario a cargo luego lo clasifica según el tipo de accidente, pero más del 80% cae dentro de la categoría “otros”. Este proyecto busca analizar el texto del relato del accidente utilizando técnicas avanzadas de Machine Learning y Natural Language Processing, que permitan obtener los Tópicos principales de los accidentes laborales y agrupar por estos tópicos a cada accidente. De esta forma, se podrá analizar qué empresas tienen qué tipo de accidentes y así sugerir y entregar cursos de capacitación y otras herramientas preventivas especialmente enfocados en los accidentes que intentan prevenir.

El beneficio de desarrollar algoritmos de “Topic Modelling” para analizar relatos de accidentes, es que estos quedan implementados y pueden seguirse usando para futuras situaciones y accidentes, sin necesidad de reentrenamiento, convirtiéndolo en una potente herramienta de prevención y ayuda.

## **ÍNDICE DE CONTENIDOS**

1. Introducción y antecedentes	4
2. Definición del problema o desafío	4
3. Definición de los usuarios o dolientes y masa crítica para viabilidad de la solución	5
4. Revisión de la literatura o experiencias relevantes	6
5. Etapas de diseño de la innovación	7
6. Resultados	8
7. Conclusiones	11
8. Anexo	11

## 1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

Los algoritmos de inteligencia artificial están revolucionando el mundo en todas las industrias y el propósito de reducir la accidentabilidad de los trabajadores no es ajeno a ello. En particular, las descripciones de los accidentes de trabajo es algo que hasta la fecha no habían sido analizadas científicamente, por lo que constituye un diamante en bruto en términos de los *key insights* que pueden obtenerse de su análisis.

Siendo el objetivo siempre el de disminuir la tasa de accidentes de trabajo, analizar de qué forma se produjeron éstos puede ser de una enorme utilidad. Sin embargo, hasta hace algunos años, no existían las herramientas para poder lograrlo de forma programática, repetible y escalable.

En este proyecto se utiliza una técnica de Inteligencia Artificial llamada Topic Modeling, que extrae los tópicos principales de un corpus de texto. Para lo anterior, se utiliza un algoritmo llamado Latent Dirichlet Allocation (LDA), que se describe y explica más adelante.

## 2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA O DESAFÍO

La disminución de tasas de accidentabilidad y siniestralidad requiere mejorar y optimizar la labor preventiva por parte de las empresas y Organismos Administradores de la Ley 16.744 (OAL).

Actualmente, la decisión de realizar capacitaciones preventivas se origina de tres maneras: (1) vía solicitud por parte de la empresa, (2) recomendación del experto en prevención, el cual conoce la situación actual de las empresas y sucursales y (3) asignación de capacitaciones según la exposición a riesgos dada la actividad económica/industrial (sector económico, rubro, CIU), donde son conocidos los peligros que dichas actividades pueden presentar.

Las capacitaciones preventivas buscan promover el desarrollo de una cultura de seguridad en las empresas con el fin de prevenir accidentes laborales y/o enfermedades profesionales, contribuyendo así al cuidado de las personas y al desarrollo del país. Las capacitaciones buscan: (1) prevenir, evitar, controlar riesgos y peligros a los que los trabajadores se encuentren expuestos y (2) entregar nuevas competencias a los trabajadores para lograr mejoras en productividad y seguridad.

Cuando un trabajador sufre un accidente, queda registrada la información en la *Declaración del Accidente*, que incluye: lugar del accidente, mecanismos involucrados, zonas del cuerpo lesionadas, así como la descripción del accidente, el cual contiene gran cantidad de información que es posible de utilizar para fines preventivos. Históricamente, el relato del accidente es un dato de texto libre y no estructurado, que se registra al momento de la admisión del trabajador. Si bien, estos campos poseen información muy valiosa, no ha sido utilizada de forma sistémica y/o automática para el análisis de los accidentes ni para orientar las actividades preventivas específicas de las empresas.

El relato del trabajador contiene gran cantidad de información crítica y relevante para una mejor comprensión del accidente y contexto laboral. Este análisis es por lo general realizado por especialistas y expertos en prevención leyendo el relato de la denuncia del accidente para generar conclusiones y realizar las acciones correspondientes. Sin embargo, este proceso es lento y poco eficiente para extraer conocimiento. Además, el tratamiento sistémico de los datos no estructurados no es simple y requiere de técnicas más sofisticadas para extraer datos que puedan ser analizados y procesados en grandes cantidades.

A partir de este tipo de información, es posible determinar: exposición a peligros existentes en el puesto de trabajo, actividad laboral ejercida por el trabajador, agentes involucrados en el accidente, comportamientos de

riesgos ejercidos. Lo anterior, nutre de una gran cantidad de datos relevantes para generar un perfilamiento de las características de los peligros y riesgos presentes en las empresas y sus sucursales que permitan optimizar la identificación de los cursos de capacitación que ayuden a reducir las amenazas y prevenir los accidentes del trabajo.

### **3. DEFINICIÓN DE LOS USUARIOS O DOLIENTES Y MASA CRÍTICA PARA VIABILIDAD DE LA SOLUCIÓN**

Los avances en el procesamiento de los datos y de la inteligencia artificial a través del “Big Data”, “Machine Learning” y “Text Analytics”, pueden utilizarse para mejorar la prevención de accidentes e impactar positivamente en las condiciones laborales de los trabajadores.

Algunos aportes pueden ser:

- Descubrir condiciones que propician los accidentes laborales realizando análisis automatizado de los antecedentes aportados por los trabajadores accidentados.
- Entregar información a las empresas sobre los potenciales riesgos a los que se encuentran expuestos los trabajadores.
- Entregar propuestas de capacitaciones preventivas efectivas, de acuerdo con casuística y en forma oportuna, de manera de que permitan reducir los riesgos presentes.
- Generación de agrupaciones de empresas por similitud, para aplicar planes preventivos en empresas y/o sucursales que aún no presentan accidentes pero que presentan condiciones similares.

### **4. REVISIÓN DE LA LITERATURA O EXPERIENCIAS RELEVANTES**

Los avances tecnológicos y computacionales en el procesamiento de grandes volúmenes de datos (Big Data), sumado al rápido desarrollo de la inteligencia artificial (Machine Learning) y la disminución de los costos de estas tecnologías gracias al procesamiento en la nube (tecnologías cloud computing), han permitido que dicho conocimiento se transfiera desde el mundo académico hacia el mundo de las empresas y organizaciones.

Los avances en inteligencia artificial han permitido una serie de desarrollos en diferentes áreas: financiera, agrícola y medicina, como es el caso de la detección automática de enfermedades mediante análisis de imágenes y mejoras en las indicaciones de tratamiento. También existen experiencias del uso de la inteligencia artificial para la prevención de accidentes de tránsito. A modo de ejemplo, en Japón existen iniciativas para capturar información de las conductas de conductores de buses con el objetivo de detectar comportamientos que pronostiquen accidentes de tránsito.

En este sentido, la inteligencia artificial se utiliza para identificar patrones entre millones de datos de diferente naturaleza, con la finalidad de predecir o catalogar de forma automática comportamientos de los datos mediante la utilización de algoritmos matemáticos que cuentan con la capacidad de aprender y evolucionar a través de la experiencia.

Esta capacidad de aprender basándonos en los patrones de los datos, convierte a éstos en un valioso activo para desarrollar análisis y modelos estadísticos que transforman los datos en conocimiento útil para mejorar las condiciones generales. Dicho conocimiento permite apoyar las acciones preventivas, aportando una mejor comprensión de las dinámicas de los accidentes del trabajo en las empresas. En este sentido, la inteligencia

artificial nos permite analizar, interpretar y predecir futuros escenarios, que ayuden a reducir los riesgos y prevenir accidentes del trabajo, impactando en la calidad de vida de los trabajadores y mejorando los entornos de trabajo de las empresas.

## **5. ETAPAS DE DISEÑO DE LA INNOVACIÓN**

El proyecto corresponde a una innovación de proceso y contempla las siguientes actividades:

### **1) Limpieza de Datos**

Los datos provienen de una base de datos que contiene el texto libre de la descripción del accidente de cada trabajador. La primera actividad que debe hacerse, una vez recepcionados los datos, es ejecutar una limpieza estándar de ellos de acuerdo a las técnicas clásicas de NLP. Esto es:

1. Tokenization: se transforma cada elemento semántico en un token o símbolo con el cual el computador puede trabajar.
2. Mayúsculas y Minúsculas: limpieza de mayúsculas. Todo el texto debe quedar en minúsculas.
3. Remover puntuaciones: el algoritmo utilizado no obtiene información de las puntuaciones que tiene el texto; por el contrario, lo perjudica en su análisis. Por lo anterior, se remueven todas las puntuaciones y texto no plano (acentos, cremillas, etc.).
4. Remover Stopwords: hay palabras que no agregan información y que, por el contrario, agregan ruido al corpus y que deben ser removidas (por ejemplo, las preposiciones).
5. Lematización: se transforman las palabras a su raíz original para un mejor análisis. Por ejemplo, corriendo y corría son formas verbales del mismo verbo, pero palabras distintas. La lematización transforma a ambas en "correr" para una mejor interpretación del algoritmo.
6. Otras limpiezas: remover otros caracteres inválidos, problemas de codificación y otras dificultades ad-hoc que puede presentar el corpus.

### **2) Análisis Exploratorio**

La segunda actividad es realizar, con anterioridad a la utilización de un Algoritmo y la creación de un Modelo de Machine Learning, un Análisis Exploratorio con técnicas estadísticas simples, que permitan tener un mejor conocimiento y alcance de cómo se ve la información, sus características principales, sus distribuciones, errores o correlaciones.

Asimismo, se utiliza esta etapa para visualizar diferentes variables; en este caso, nubes de palabras generales y por empresa, las que permiten diagnosticar los principales problemas en cada una de ellas, antes de ejecutar el análisis con LDA.

En general, esta etapa sirve para informar la etapa siguiente de creación del Modelo y resaltar variables importantes o errores a tener en cuenta.

### 3) Análisis de texto de la descripción de accidente o siniestro con la técnica LDA

Para obtener información relevante, accionable y que permita focalizar de forma precisa y oportuna los cursos de capacitación que ACHS ofrece, se analiza el texto de la descripción del accidente o siniestro con técnicas de Machine Learning, Artificial Intelligence y Data Science de vanguardia.

Para lo anterior, se utilizó la técnica de Inteligencia Artificial y Machine Learning llamada Latent Dirichlet Allocation (LDA). Esta técnica de Natural Language Processing (NLP), está siendo utilizada en los equipos más avanzados de Data Science del mundo y es una de las más utilizadas en la historia reciente de Machine Learning en NLP.

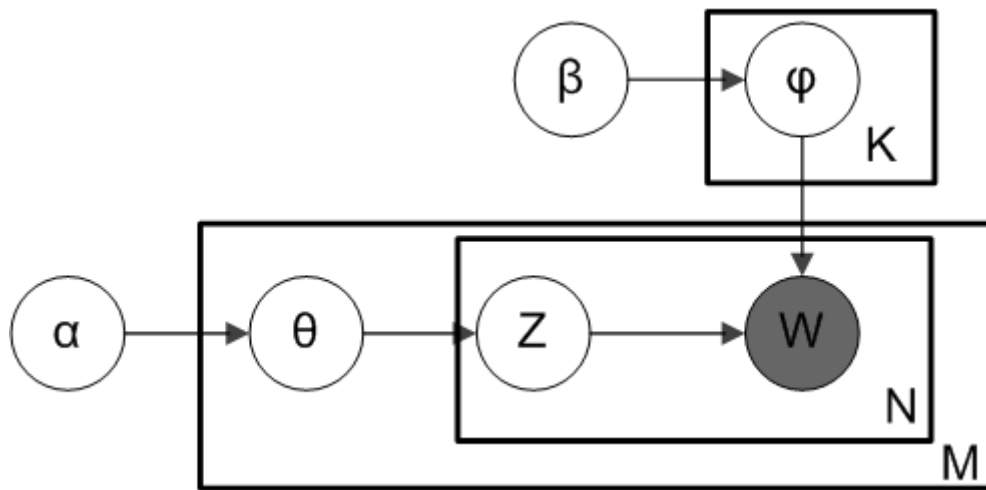
LDA es un tipo de Modelo de Tópicos (Topic Models) que utiliza estadística generativa (en oposición a la discriminativa), para obtener los tópicos más relevantes en un documento, en relación a un corpus de documentos.

Los Modelos de Tópicos, intentan obtener información respecto a las categorías (o tópicos) presentes en un set de documentos. Para el LDA, cada documento (o componente individual de texto) es observado como una mezcla de varias categorías o tópicos, al igual que en Probabilistic Latent Semantic Analysis (pLSA). Pero a diferencia de ésta, en LDA se asume una distribución a priori de Dirichlet. Esto hace que los documentos o unidades de texto se expliquen como mezclas de categorías o tópicos con distintas distribuciones de cada uno, representándose en mayor o menor proporción dependiendo del contenido del texto.

Una de las ventajas fundamentales de LDA para este tipo de análisis, es que no requiere información a priori de entrenamiento del modelo. No es un algoritmo de “aprendizaje supervisado” sino de “aprendizaje no supervisado”, por lo tanto, no hay una suposición de categorías de clase a priori.

Cada categoría o tópico, estará compuesta por un set de palabras que el algoritmo encuentra más relevantes en relación a un tópico en particular y no respecto de otros. Cada documento o unidad de texto (en este caso, descripción del accidente), tendrá una distribución de tópicos, según cuáles sean las palabras fundamentales que lo componen. Esto permite vincular accidentes con tópicos y tópicos con cursos de capacitación que entreguen las mutuales, al conocer en cada uno de los casos, cuáles son los términos fundamentales que describen el accidente (la asociación de un tópico determinado con un curso específico es algo que corresponde hacer a los OAL, de acuerdo a las necesidades de las empresas afiliadas y a la batería de cursos que pueden ofrecer.

Utilizando “notación de platos”, la forma para representar LDA es la siguiente:



En donde:

$\alpha$  es el parametro del Dirichlet a priori sobre la distribución de tópicos por documento,

$\beta$  es el parametro del Dirichlet a priori sobre la distribución de palabras por documento,

$\theta_m$  es la distribución de tópicos para el documento  $m$ ,

$\varphi_k$  es la distribución de palabras para el tópico  $k$ ,

$z_{mn}$  para la palabra  $n$ -th en el documento  $m$ , y

$w_{mn}$  es la palabra específica.

Una vez finalizada la limpieza, se procede a entrenar el algoritmo con todo el corpus de datos utilizando el paquete optimizado para estos efectos denominado “gensim”, ajustando sus hiperparámetros para obtener mejores resultados. El entrenamiento puede tardar horas o días, dependiendo la cantidad de datos, y se necesita una máquina con al menos 15 núcleos y al menos 32GB de Memoria para poder realizar el análisis.

## Referencias

Paquetes usados para el desarrollo de los modelos de Machine Learning:

Python3, Pandas, NLTK, Gensim, Spacy, pyLDAvis

## 6. RESULTADOS

El uso de LDA para análisis de texto, produjo 2 resultados principales:

a. La creación no supervisada de tópicos: es decir, los tópicos fueron generados por la máquina de forma no dirigida, lo que la libera de cualquier sesgo a priori que pudiese existir.

b. La clasificación de cada uno de los documentos de texto -en este caso, de las descripciones de accidentes-, según su pertenencia a uno o más tópicos con la respectiva proporción.

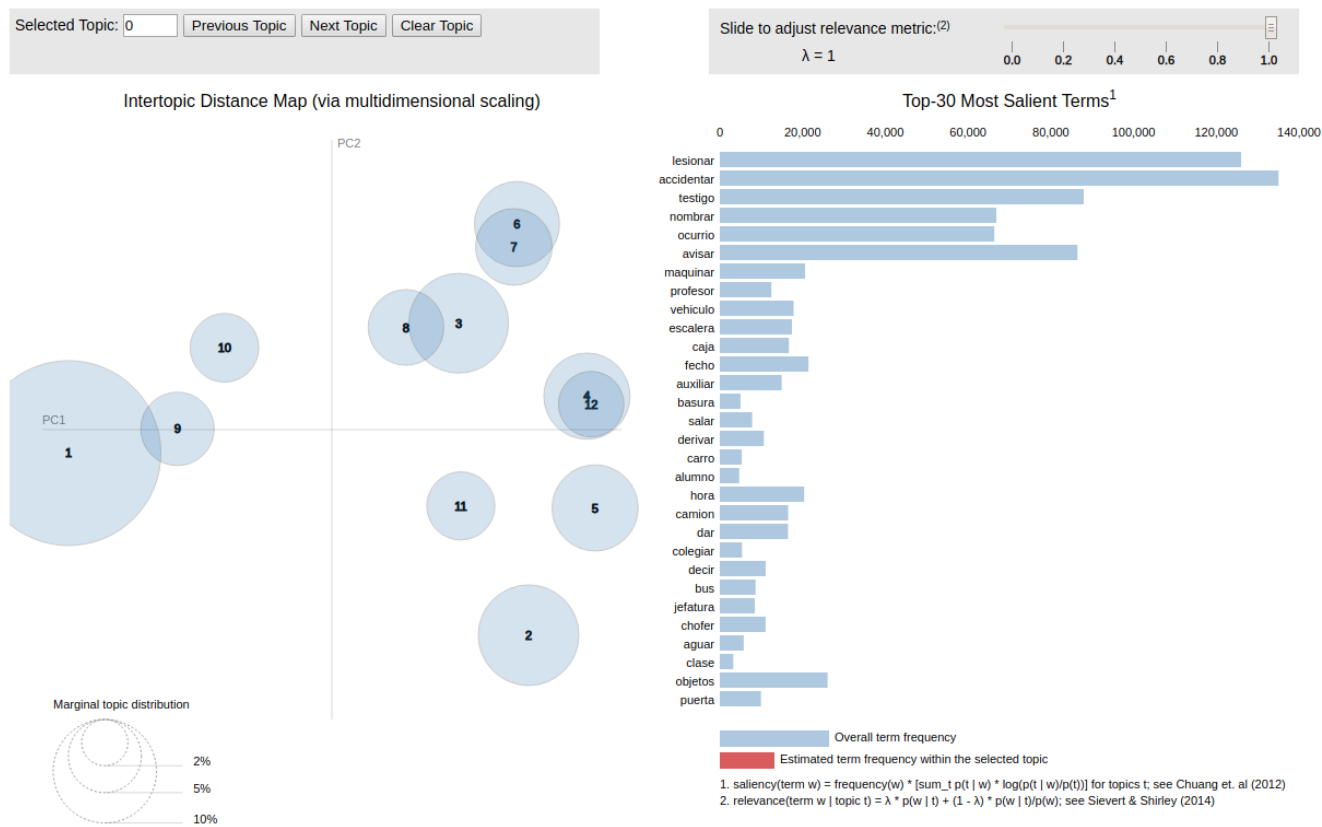


Con lo anterior, la ACHS podrá, con el conocimiento experto de sus cursos de formación, vincular de forma simple un set de accidentes o un conjunto de sucursales de una empresa según la prevalencia de accidentes en ella, con cursos de capacitación particulares, especialmente útiles, para la sucursal en particular, con miras a la prevención de riesgo y evitabilidad de accidentes.

Además, se utilizó una librería denominada LDAViz, que permite visualizar características de los tópicos, tales como:

1. Tamaño relativo al número de palabras presente en el tópico.
2. Cercanía o similitud entre distintos tópicos.
3. Palabras principales de cada tópico.
4. Relevancia de cada palabra dentro del tópico versus el corpus.

Ejemplo de LDAViz de este proyecto:



LDAViz es una herramienta de exploración de tópicos que las mutuales podrán utilizar para explorar cada uno de ellos con sus características. Además, se entrega un documento con el listado de Tópicos y las palabras principales de cada uno de ellos. Con esta información, las mutuales podrán mapear sus respectivos cursos de capacitación a uno o más Tópicos o grupo de tópicos. En una etapa posterior, se puede diseñar e implementar una aplicación web que permita automáticamente, ir recomendando cursos de capacitación por tipos de accidentes por empresa.

Por último, también se entrega a las mutuales un documento donde estará la clasificación de cada uno de los accidentes reportados y los tópicos a los que ese texto pertenece y la proporción de cada uno de ellos.

## **7. CONCLUSIONES**

Del análisis de la data, podemos concluir de que existen 12 tópicos principales, en los que se diferencian algunos tipos de accidentes de forma clara, como torceduras, quebraduras, cortes, problemas con vehículos, etc.

El ejercicio anterior se realiza de forma automática por un algoritmo de inteligencia artificial, y la mutual ya posee el código que permite replicar todo el proceso y predecir tópicos para nuevos accidentes que aún no han ocurrido.

Todo el código que permite reentrenamiento, reproducibilidad y escalabilidad ha sido recepcionado satisfactoriamente por la ACHS. Asimismo, se ha hecho entrega de las herramientas de visualización de los tópicos. Por último, se han entregado la probabilidad de los tópicos para cada uno de los relatos del año analizado. Todo lo anterior permitirá asignar cursos de capacitación y prevención de forma precisa y especialmente enfocada en disminuir los accidentes precisos que están ocurriendo en cada empresa.

Al comenzar el proyecto, revisamos la información relativa a los accidentes, y nos encontramos con que existía información muy rica respecto al relato del accidentado, que no había sido utilizada nunca, y que existía también una clasificación en el que el 90% correspondía a la categoría “Otros” o similar., y por lo tanto no aportaba nada de información.

El objetivo de este proyecto y que fue cumplido, era tomar el texto del relato del accidentado, y extraer de forma automatizada información relevante de él. Para lo anterior, se utilizaron técnicas de vanguardia del mundo de la Inteligencia Artificial y el Machine Learning y, en particular, de Procesamiento de Lenguaje Natural o Natural Language Processing (NLP). Este último, utiliza diferentes herramientas para procesar data no estructurada como es el texto. En particular, se utilizaron herramientas de pre procesamiento de texto clásicas, como la limpieza de puntuación, la tokenización, la lematización y otras más. Pero lo verdaderamente innovador, fue el uso de un algoritmo de LDA (Latent Dirilchet Allocation) que permite extraer, del texto preprocesado, los principales “Tópicos” de este. Es decir, permite hacer una clasificación de los temas principales de los accidentes, de forma automatizada y a partir simplemente del relato.

Y eso fue efectivamente lo que se hizo. El uso de estas nuevas categorías es algo que la AchS implementará de forma interna, con el objetivo de entregar cursos de capacitación especialmente enfocados en la accidentabilidad y categorías de éstas según las necesidades de dicha empresa. Ello es algo que no se había podido lograr hasta hace poco, porque no se tenía una forma automatizada de extraer información del relato.

A futuro, esta implementación permitirá generar los tópicos para nuevos accidentes de la misma forma que para anteriores. El código, que se acompaña, permite la reproducibilidad de los resultados.

Esto es un primer paso en la implementación de tecnologías de punta de Inteligencia Artificial y Machine Learning con el objetivo de disminuir los accidentes de trabajo en nuestro país

## **8. ENTREGABLES**

- a. Listado de las 20.000 palabras de cada uno de los 12 tópicos.
- b. Documento donde junto a cada uno de los accidentes, se acompañan la probabilidad de pertenencia a cada uno de los 12 tópicos.
- c. Código para poder reproducir íntegramente el análisis realizado en este proyecto.
- d. Página web con la visualización de los 12 tópicos.