
Máster en Dirección Aseguradora Profesional
Curso académico 2022-2023

Memoria Fin de Máster

Estudio del futuro de la analítica de datos y el aprendizaje automático en los seguros masa



Fuente: ionos.es

Autor: Óscar Alonso López
Tutor: Antonio Martín Carrera

Madrid, 15 de septiembre de 2023

ÍNDICE

1. ABSTRACT.....	4
2. AGRADECIMIENTO Y DEDICATORIAS	6
OBJETIVO PRINCIPAL	7
3. INTRODUCCIÓN	8
4. LA INFORMÁTICA Y EL DATO EN EL SEGURO. HISTORIA Y PROYECCIÓN FUTURA	10
4.1. LAS CUATRO REVOLUCIONES INDUSTRIALES.....	10
4.2. LOS PROYECTOS INFORMÁTICOS, SU CICLO DE VIDA Y SU ÉXITO	13
4.3. IMPLANTACIÓN DEL APRENDIZAJE AUTOMÁTICO Y DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL.....	15
4.4. CALIDAD DEL DATO.....	20
4.4.1. Fuentes de pago.....	22
4.4.2. Fuentes gratuitas	23
5. EL USO DE TÉCNICAS AVANZADAS DE DATOS Y SU IMPACTO LEGAL Y SOCIAL 24	
5.1. REGLAMENTO GENERAL DE PROTECCIÓN DE DATOS (RGPD) Y LEY ORGÁNICA DE PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES Y GARANTÍA DE LOS DERECHOS DIGITALES (LOPDGDD).	24
5.1.1. Consentimiento para el uso de los datos	25
5.1.2. Creación de perfiles.....	25
5.2. EUROPA	26
5.3. IMPLICACIONES LEGALES	27
5.4. IMPLICACIONES ÉTICAS Y SOCIALES	28
6. DEFINICIONES PREVIAS DE CONCEPTOS INFORMÁTICOS.....	30
6.1. AI (ARTIFICIAL INTELLIGENCE). INTELIGENCIA ARTIFICIAL.....	30
6.2. MACHINE LEARNING. APRENDIZAJE AUTOMÁTICO	30
6.3. DEEP LEARNING. APRENDIZAJE PROFUNDO.....	31
6.4. BIG DATA. MACRODATOS O DATOS MASIVOS	31
6.5. ADVANCED ANALYTICS. ANALÍTICA AVANZADA	31
6.6. BLOCKCHAIN. CADENA DE BLOQUES	32
7. ALGORITMOS DENTRO DEL APRENDIZAJE AUTOMÁTICO	33
8. APLICACIÓN DE LOS ALGORITMOS DE REGRESIÓN	36
8.1. USOS ACTUALES.....	39
9. APLICACIÓN DE LOS ALGORITMOS DE CLASIFICACIÓN.....	40
9.1. USOS ACTUALES.....	41
9.1.1. Pricing, o fijación de precios.....	41
9.2. USOS FUTUROS.....	42
9.2.1. Verificación de patrones para prevención de blanqueo de capitales	42
9.2.2. Reducción de costes legales.....	43
10. APLICACIÓN DE LOS ALGORITMOS DE AGRUPACIÓN.....	44
10.1. USOS ACTUALES.....	44
10.1.1. Fraude.....	44
10.1.2. Patrones de conducta.....	45
10.2. USOS FUTUROS.....	45
10.2.1. Búsqueda de patrones cada vez más complejos en fraude.....	45
10.2.2. Suscripción o selección preventiva	45
10.2.3. Patrones de potenciales siniestros.....	46
10.2.4. Reducción de costes legales.....	46
10.2.5. Determinación de nichos de cartera óptimos	47
11. APLICACIÓN DE LOS ALGORITMOS DE ASOCIACIÓN	48

11.1.	USOS ACTUALES.....	48
11.2.	USOS FUTUROS.....	48
12.	APLICACIÓN DE LOS ALGORITMOS DE REDES NEURONALES	49
12.1.	USOS ACTUALES.....	50
12.1.1.	<i>Autenticación de personas</i>	<i>50</i>
12.1.2.	<i>Procesamiento de documentación</i>	<i>50</i>
12.1.3.	<i>Reconocimiento de daños en vehículos.....</i>	<i>50</i>
12.2.	USOS FUTUROS.....	51
12.2.1.	<i>Identificación de parámetros personales a partir de una imagen</i>	<i>51</i>
12.2.2.	<i>IA generativa</i>	<i>52</i>
13.	APLICACIÓN DE LOS ALGORITMOS DE SISTEMAS DE RECOMENDACIÓN.....	53
13.1.	USOS ACTUALES.....	54
13.2.	USOS FUTUROS.....	54
14.	APLICACIÓN DE LOS ALGORITMOS DE PROCESAMIENTO NATURAL DEL LENGUAJE	55
14.1.	USOS ACTUALES.....	55
14.1.1.	<i>Voz.....</i>	<i>55</i>
14.1.2.	<i>Texto</i>	<i>55</i>
14.2.	USOS FUTUROS.....	56
15.	OTROS ELEMENTOS DE ACTUALIDAD: CHATGPT, WEREABLES, INSURTECH, ...	57
15.1.	CHATGPT	57
15.2.	WEREABLES	60
15.3.	IoT.....	60
15.4.	LA NUBE.....	61
15.5.	INSURTECH.....	61
15.6.	METAVERSO.....	64
15.7.	CIBERSEGURIDAD Y CIBERRESILIENCIA.....	64
16.	CONCLUSIONES TÉCNICAS	66
17.	REFLEXIONES PERSONALES	67
18.	REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA	70
19.	NORMATIVA LEGAL	75

1. ABSTRACT

El sector asegurador en España ha ido evolucionando en el tiempo junto a los avances informáticos, pasando desde la póliza de principios del siglo XX manuscrita hasta las digitales en la actualidad. La incorporación de la informática y el tratamiento de los datos en la industria aseguradora han promovido una evolución hacia nuevos modelos de negocio, productos, y estructuras organizativas.

Durante los últimos años, determinados avances en las ciencias de la computación han permitido materializar algoritmos de aprendizaje automático e inteligencia artificial que hace unas pocas décadas eran inviables, produciendo una revolución en todos los sectores de la sociedad, y por supuesto, en el mercado asegurador.

En este estudio se analizan las posibilidades que ofrecen tanto el aprendizaje automático como la inteligencia artificial, sus aplicaciones presentes y futuras en el sector asegurador, entre las que se incluyen la detección del fraude, evaluación de daños o la automatización de procesos entre otros, y las consecuencias que dichas aplicaciones podrán aportar al negocio, como, por ejemplo, una mejor satisfacción del cliente, una reducción de los costes operativos o una mayor agilidad en los procesos.

Las entidades aseguradoras ya han comenzado a implementar en sus procesos más críticos soluciones de aprendizaje automático, y, a pesar de los costes, algunas de ellas ya han demostrado su potencia y rentabilidad. La extensión de este tipo de soluciones a cada vez más ámbitos del mundo asegurador es tan solo cuestión de tiempo, y las compañías que se queden atrás en la carrera por usar esta tecnología corren el peligro de quedarse fuera del mercado.

Sin embargo, es importante remarcar que únicamente aquellas entidades que tengan suficiente volumen y calidad de datos, que posean el conocimiento y la capacidad de implementarlos, y en aquellas situaciones en las que el retorno de la inversión esté garantizado, obtendrán un beneficio significativo del aprendizaje automático. Por el contrario, aquellas entidades que se embarquen en estas tecnologías fallando cualquiera de los tres aspectos anteriores se podrán enfrentar a pérdidas económicas elevadas y a la toma de decisiones incorrectas.

The insurance sector in Spain has evolved over time along with computer advances, going from the handwritten policy of the early 20th century to the digital ones of today. The incorporation of computing and data processing in the insurance industry have promoted the evolution towards new business models, products, and organizational structures.

During recent years, certain advances in computer science have made it possible to materialize machine learning and artificial intelligence algorithms that were impracticable a few decades ago, producing a revolution in all sectors of society, and of course, in the insurance market.

This study analyses the possibilities offered by both machine learning and artificial intelligence, their present and future applications in the insurance sector, including fraud detection, damage assessment or process automation, among others, and the consequences that these applications can bring to the business, such as, for example, better customer satisfaction, a reduction in operating costs or greater agility in processes. Insurance entities have already begun to implement machine learning solutions in their most critical processes, and, despite the costs, some of them have already demonstrated their power and profitability. The extension of this type of solutions to more and more areas of the insurance world is only a matter of time, and companies that be left behind in the race to use this technology take the risk of being left out of the market.

However, it is important to note that only those entities that have sufficient volume and quality of data, that have the knowledge and capacity to implement it, and in those situations in which the return on investment is guaranteed, will obtain a significant benefit from machine learning. On the contrary, those entities that embark on these technologies failing any of the three previous aspects may face high economic losses and make incorrect decisions.

2. AGRADECIMIENTO Y DEDICATORIAS

Quiero, en primer lugar, agradecer a mi mujer Beatriz y a mi hijo Pepe todo el apoyo y paciencia que han tenido estos meses, ajustándose a mis horarios y necesidades, y a veces no pudiendo disfrutar de estar con ellos. Sé que a veces no ha sido fácil y que ha supuesto esfuerzos en la familia.

A mi tutor, Antonio Martín, por sus revisiones y consejos en la elaboración de esta Memoria Fin de Máster.

Al profesorado que ha impartido este Máster, y cuyo conocimiento han compartido con todos nosotros, y al personal de ICEA que cada jueves y viernes nos daban el soporte necesario para la correcta consecución de las clases.

A mis compañeros del Máster, entre los que siempre ha habido una cordialidad y trato excelente y un compañerismo magníficos.

A Pablo Leal y Carla Taboada de MAPFRE, S.A., por confiar en mí y darme esta oportunidad para cursar este Máster.

OBJETIVO PRINCIPAL

Este trabajo busca estudiar el **estado actual de la implantación de los algoritmos de aprendizaje automático e inteligencia artificial en el sector seguros, y desglosar capacidades que se podrán llevar a cabo mediante esta tecnología en un futuro cercano.**

Para ello, a lo largo del presente documento se aplicarán e integrarán los conocimientos adquiridos por el autor durante el XXXIV Máster en Dirección Aseguradora Profesional, junto con su experiencia previa de más de 2 décadas en la informática y matemática, y laboral en el sector seguros. La unión de estas tres piezas (teoría del seguro, experiencia del seguro y conocimiento y experiencia tecnológica) permitirá realizar un estudio del aprendizaje automático y la inteligencia artificial en sus aplicaciones presentes y futuras en los seguros.

3. INTRODUCCIÓN

Jean-Baptiste Joseph Fourier (1768-1830), uno de los matemáticos más influyentes de la historia, desarrolló las ecuaciones conocidas como transformadas que llevarían su nombre. Dichas ecuaciones carecían de una aplicación práctica más allá del mundo académico cuando se generaron, hasta que más de un siglo después del fallecimiento del genio que las desarrollara en su día, estas pasaron a ser vitales en un nuevo invento que vería la luz en la década de 1970, gracias a los avances tecnológicos de la época: la tomografía axial computarizada, o TAC.

De igual manera, hace 20 o 30 años, conceptos como las redes neuronales, definidos por primera vez hace 80 años por Warren McCulloch y Walter Pitts¹, y sus aplicaciones para el aprendizaje automático se circunscribían al ámbito académico y al de unas pocas empresas que podían permitirse unos equipos suficientemente potentes como para implementar algoritmos de aprendizaje. Hoy en día, sin embargo, esta tecnología, como muchas otras antes, han salido de su ostracismo para estar en boca de todo el mundo, y más importante, al alcance de todos.

Sin embargo, conceptos como inteligencia artificial o *machine learning* (concepto este último al que nos referiremos por su acepción en español, aprendizaje automático), siguen siendo conceptos muy desconocidos, o muy incorrectamente utilizados por el público ajeno a este entorno.

Los profesionales del mundo del seguro no suelen estar habituados a términos informáticos y matemáticos, salvo los propios del negocio, el cual conocen en profundidad. Por otro lado, los analistas de datos, y todas las variantes alrededor del dato que han surgido como perfiles en el mundo del aprendizaje automático (*Data engineer, Data analyst, Data scientist, Machine learning engineer y Analytics engineer*) tienen un amplio espectro de conocimientos informáticos, matemáticos y/o estadísticos, pero un desconocimiento del negocio del que dependemos: el seguro.

Este trabajo pretende servir de puente entre los dos mundos antes mencionados (el técnico y el del seguro), de manera que se pueda mostrar toda la potencia de la tecnología de aprendizaje automático aplicada al negocio, sin tecnicismos fuera de lugar. Se busca hacerla más accesible, desgranando sus posibles aplicaciones en el día a día de las aseguradoras, para poder evaluar, no solo lo que se está haciendo con dicha tecnología, sino lo que se puede, lo que no se puede, y lo que no se debe hacer,

¹ Sitio ([enlace](#)) de Springer Link

para poder así estudiar de manera precisa el **futuro de la analítica de datos y el aprendizaje automático en los seguros masa.**

En un primer bloque, se hará un breve repaso entre la relación de la informática y el dato en la industria del seguro, y sus retos futuros, ya que estos afectarán a las decisiones que se tomen en las compañías con respecto a la implementación de sistemas de aprendizaje automático.

A continuación, y antes de entrar de lleno en las aplicaciones, se recordará las implicaciones legales del trato de los datos con la legislación vigente, pues potenciales funcionalidades se verán limitadas o reguladas por la legislación actual.

Seguidamente, se hará un repaso de los conceptos relacionados con el aprendizaje automático y la inteligencia artificial.

En los capítulos siguientes se verán las distintas posibilidades de las que se dispone a día de hoy, o que serán de aplicación en el futuro, según el tipo de aprendizaje automático con el que se trabaje. Es importante un análisis en profundidad de las distintas alternativas, puesto que una simple consulta en Google de 'Aplicaciones de Machine Learning en seguros' refleja, a día de hoy, cerca de un millón de resultados, pero al entrar en los enlaces, siempre se centran en las mismas cinco a diez aplicaciones, quedándose a medio camino de describir su verdadero potencial. Incluso la popular ChatGPT, a la que se mencionará más adelante en este documento, devuelve los mismos resultados con más o menos detalle dependiendo del idioma en el que se le pregunte, pero circunscritos a los mismos diez usos.

Antes de las conclusiones técnicas, y de las reflexiones personales, habrá un capítulo dedicado a hablar brevemente sobre algunos conceptos tecnológicos que no habrán salido a lo largo de los capítulos previos. Son conceptos que, por actualidad o importancia, demandan estar presentes en el trabajo, aunque sea para poder ser definidos y comentados brevemente, puesto que son conceptos que al tratar de aprendizaje automático pueden aparecer con frecuencia en artículos, publicaciones o trabajos.

4. LA INFORMÁTICA Y EL DATO EN EL SEGURO. HISTORIA Y PROYECCIÓN FUTURA

El dato, en sus formas analógica y digital, siempre ha estado presente en el mundo del negocio asegurador. Desde los primeros intentos de aseguramiento con base actuarial, el germen del seguro moderno, los datos, tanto de las tablas de cálculo como de los asegurados, han sido de especial relevancia para el correcto funcionamiento del seguro.

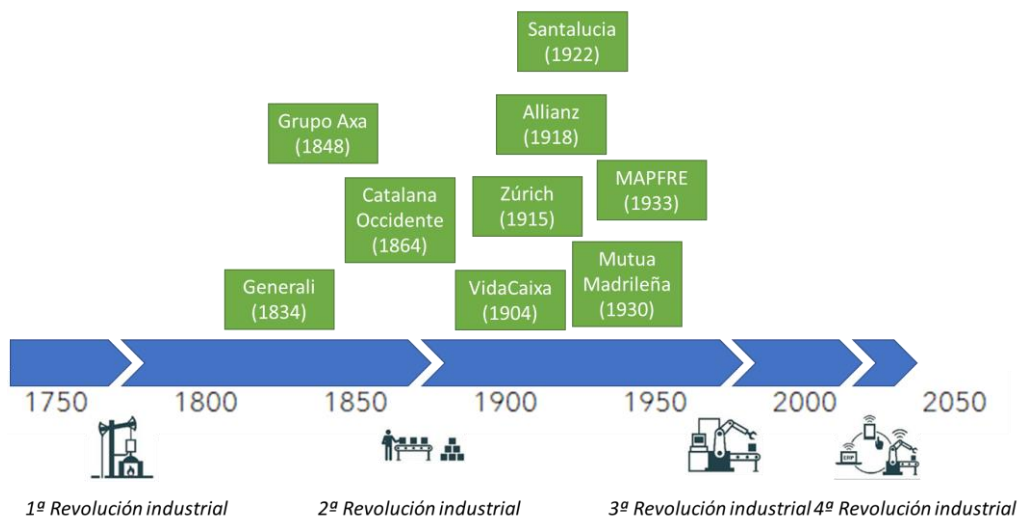
Las compañías aseguradoras en España han ido sufriendo una transformación continua a lo largo de los años, adaptando su *modus operandi*, su estructura y hasta su operativa y capacidad de negocio al ir adaptando sus datos y sistemas a los cambios tecnológicos que han tenido que afrontar en cada ocasión.

4.1. Las cuatro revoluciones industriales

Desde que James Watt revolucionara el mundo con su patente de la máquina de vapor en 1769, dando origen a la primera revolución industrial, se han sucedido otras tres hasta nuestros días, reduciendo cada una de ella la distancia con la anterior.

Revolución Industrial	Impacto
1ª	Máquina de vapor
2ª	Producción en masa. Cadena de producción.
3ª	Automatización y robótica
4ª	Machine learning, IA, Big Data, IoT, Tecnología Cloud

Ahora que nos encontramos en el inicio de la cuarta revolución industrial, se pone a los llamados dragones digitales, los gigantes tecnológicos como Amazon, Meta, Google o Netflix, como referencia de lo que toda empresa debería ser capaz de poder hacer con los datos si quiere no quedarse atrás en dicha revolución. Hay que decir que esa comparativa es injusta y dañina para el sector, aunque a veces sea el propio promotor de dichas comparativas. Se ha de tener en cuenta que esas compañías tecnológicas tienen un recorrido histórico bastante breve, si lo comparamos con la antigüedad de las aseguradoras en España. En el siguiente gráfico se pueden ver las revoluciones industriales y los momentos en los que las 9 principales compañías del sector comenzaron a trabajar en España, ya sea como compañía original, o como la más antigua de las compañías absorbidas por la misma.



Fuente: Elaboración propia a partir de Wikipedia y páginas institucionales de las propias aseguradoras

Como se puede observar, el negocio asegurador en España ha nacido y crecido con el papel como principal soporte de los datos de los clientes, y ha tenido que ir adaptando el tratamiento de los mismos desde la manipulación puramente manual, hasta los actuales *data lakes*, *blockchain*, inteligencia artificial y otros muchos, pasando entre medias por sistemas como las tarjetas perforadas, grandes *mainframes*, y otras muchas tecnologías de tratamiento y almacenamiento de datos.

Además, el número de aseguradoras ha ido decreciendo en las últimas décadas, mediante fusiones y adquisiciones, suponiendo en muchos casos auténticos desafíos de integración de datos entre entidades.

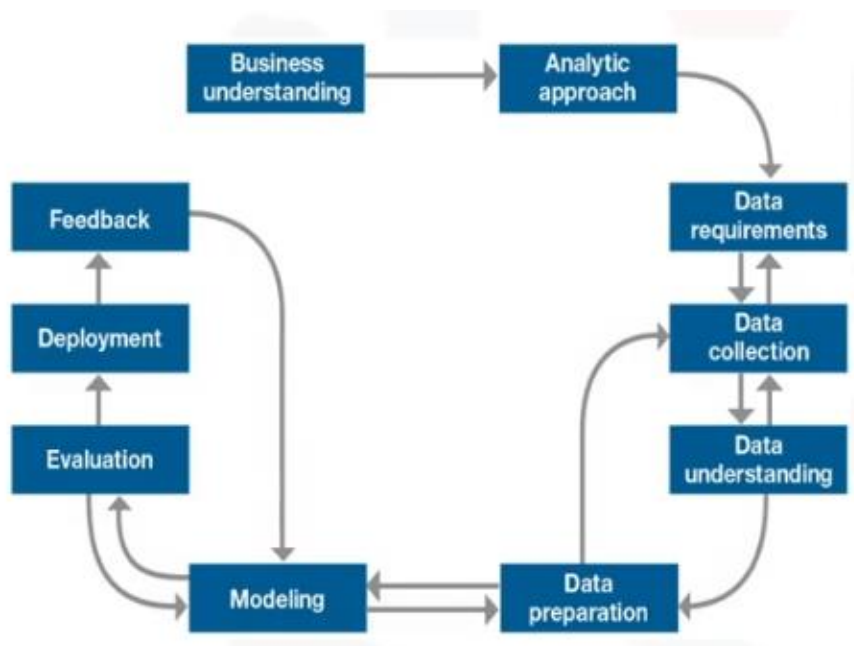
Por eso, desde la industria aseguradora no podemos compararnos directamente con esos monstruos tecnológicos que han tenido un punto de partida más fácil del que arrastran la mayor parte de las compañías. Pero eso no quiere decir que no se deba progresar hacia una mejora continua de la gestión del dato, y eso pasa por poner al dato como centro del conocimiento de la compañía, y, sobre todo, con un dato de calidad. Antes de afrontar cualquier proyecto de envergadura de aprendizaje automático en cualquier compañía, el dato que alimente al sistema ha de ser un dato cierto, de calidad, y completo, puesto que no hay peor decisión que la tomada con un dato erróneo. Entonces, y solo entonces, la incorporación del aprendizaje automático a los procesos de la compañía tendrá opciones de éxito. Antes de trabajar con aprendizaje automático o cualquiera de estas tecnologías, que no son baratas, hay que 'poner orden en la casa':

- Los datos han de estar limpios, completos y coherentes.
- La informática ha de ser operativa.
- Los procesos han de ser efectivos y eficientes.
- Ha de haber una completa integración entre ellos.

Estas son necesidades respecto a los datos en sí, puesto que para que un proyecto de aprendizaje automático tenga éxito hay otras variantes, como las que se presentan en artículos de expertos^{2,3,4,5} y que la propia experiencia profesional del autor del presente documento confirma:

- Insuficiencia de datos
- Conjuntos de datos fragmentados
- Ciberseguridad
- Regulación extrema
- Datos disponibles en cantidades no equilibradas

Además, otro factor será el conocimiento y entendimiento del negocio. Según la metodología estándar en la aplicación de algoritmos de este tipo, se necesita el conocimiento y entendimiento del propio negocio.



Fuente: IBM. Metodología en Ciencia de Datos. Certificación de Ciencia de Datos.

² Artículo ([enlace](#)) de blog.powerdata.es en el que se trata la fragmentación de datos y su complejidad como uno de los desafíos a resolver

³ Artículo ([enlace](#)) de www.iartificial.net sobre el análisis de errores en Machine Learning

⁴ Artículo ([enlace](#)) de www.kaspersky.es sobre cómo determinarán el futuro la IA y el machine learning en la ciberseguridad

⁵ Artículo ([enlace](#)) de mostly.ai acerca de los seis casos más importantes de uso en 2023 para la IA en los seguros

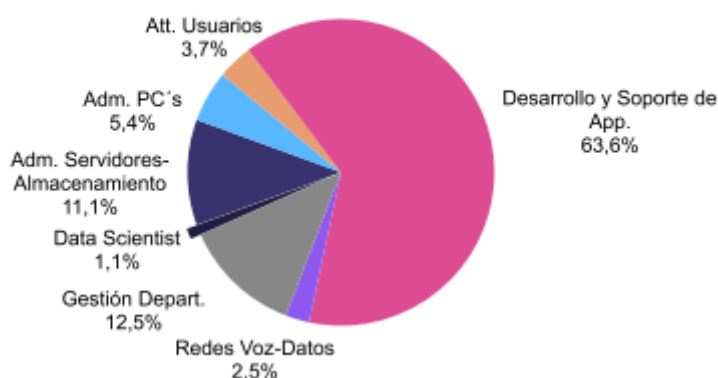
Precisamente, uno de los problemas más habituales en los proyectos informáticos es la colaboración de las personas que conocen el negocio, y sobre la que se hablará más adelante en este trabajo.

Para que un proyecto de aprendizaje automático pueda ser operativo, este ha de estar integrado con los datos, y no ser algo externo. Eso es lo que permite que Netflix nos recomiende una película tras haber dado un 'me gusta' a otras, o Amazon ofrecernos productos relacionados con nuestro histórico de compras y el último producto que volcamos al carro de la compra. Ese tiempo real es lo que dicha integración permitirá en determinadas aplicaciones de interacción con el cliente, y no el trabajo con una copia de los datos del mismo.

4.2. Los proyectos informáticos, su ciclo de vida y su éxito

Desde la introducción de la informática en las compañías aseguradoras, estas han gastado, como otras en muchos sectores, grandes cantidades de dinero en adaptar cada vez sistemas que quedaban rápidamente obsoletos a nuevas tecnologías, desarrollar proyectos destinados a automatizar procesos, etc. En el estudio de (ICEA, Las Tecnologías de la Información en el Sector Asegurador. Estadística año 2021. Informe 1726, 2022) se presentan cifras de todo el sector de manera conjunta, pero permite hacerse una idea de lo que el desarrollo de aplicaciones y su mantenimiento implica en los costes de una compañía de seguros.

Distribución del Coste de Personal de TI Propio por Dedicación



Fuente: ICEA, Las Tecnologías de la Información en el Sector Asegurador. Estadística año 2021, 2022

En un estudio realizado por Data Is Beautiful y publicado por la web Xataka⁶ en 2019, estos fueron los lenguajes de programación más populares:

Lenguaje	Años
Fortran	1965-1979
Pascal	1980-1984
C	1985-2000
Java	2001-2018
Python	2019-

Fuente: Xataka, a partir de estudio de Data Is Beautiful

Además, hay lenguajes que, a pesar de no haber alcanzado o mantenido el liderato, han mantenido unas posiciones relevantes a lo largo de décadas, debido a su implantación en determinados sectores (COBOL en los entornos financieros, FORTRAN en el entorno científico, Pascal en el académico y de enseñanza) o a sus peculiaridades (Ensamblador y C por su rapidez de ejecución, Javascript y PHP para entorno web)

Ahora parece que está empezando el reinado de Python como lenguaje de programación más extendido (principalmente por la potencia que permite para, precisamente, aprendizaje automático e inteligencia artificial), pero por la serie histórica, vemos que dichos reinados suelen durar de media unos 15 años.

Las empresas se ven abocadas a cambiar sus programas con cierta regularidad para adaptarlos a nuevos lenguajes de programación, o soportarlos en nuevas plataformas por dejar de estar mantenidas las anteriores. Entre este hecho, y los propios desarrollos que las compañías intentan hacer en cada momento con el fin de ser más competitivos, reducir costes, o ser más eficientes, los desarrollos informáticos suponen un importante porcentaje del gasto de una compañía aseguradora, que no siempre se gestiona correctamente.

Sin embargo, como ya dijera George Santayana en su obra *La razón en el sentido común*, «*Aquellos que no pueden recordar el pasado están condenados a repetirlo*». Las empresas, y las aseguradoras no son una excepción. Gastan importantes cantidades de dinero anualmente en tecnología que no siempre reporta los resultados esperados, y en la mayoría de estos fracasos de implantación está el factor humano.

⁶ Animación ([enlace](#)) en www.xataka.com en la que se muestra la evolución de los lenguajes de programación desde 1965 a 2019

Y de estos fracasos no se libran ni tan siquiera los gigantes tecnológicos antes mencionados, como Google con sus Google Glass^{7,8}, Apple con Apple Maps^{9,10} o Amazon con el Amazon Fire Phone¹¹.

Por todo lo anterior, la implantación de un sistema de aprendizaje automático en una compañía debe estar fuertemente respaldado por un estudio previo que avale el coste beneficio del proyecto, que no se cimiente en una decisión sin fundamento técnico, y debe de contar con un buen plan de implementación.

Asimismo, a lo largo de la introducción de la tecnología en el ámbito empresarial, cada vez más destinada a realizar tareas, al principio carentes de valor, pero cada vez más con el conocimiento propio del negocio, hay un factor de gran importancia: el empleado que conoce el proceso. Las personas suelen ser altamente reticentes a compartir su conocimiento con un analista para que programe una aplicación o alimente una inteligencia artificial, ante el miedo de ser sustituidos. Este aspecto es crítico que se maneje correctamente para, a la hora de alimentar cualquier sistema de aprendizaje automático, no haya sesgo por falta de conocimiento que no sea compartido. El propio autor ha podido comprobar esta situación en el pasado, ante la construcción de sistemas que ni tan siquiera estaban pensados para sustituir a las personas, sino para ayudarlas a hacer sus tareas en menor tiempo, por lo que, ante la posibilidad de un sistema que pueda sustituir por completo a un empleado en una tarea, la resistencia se prevé mayor aún.

4.3. Implantación del aprendizaje automático y de la Inteligencia Artificial

La Inteligencia Artificial y el Aprendizaje Automático son la última tendencia, y más desde la pandemia del COVID-19 que obligó a las empresas a un esfuerzo por digitalizarse y modernizarse contra reloj.

⁷ Página ([enlace](#)) de www.google.com en la que se comunica que ya no se venderán Google Glass a partir del 15 de marzo de 2023

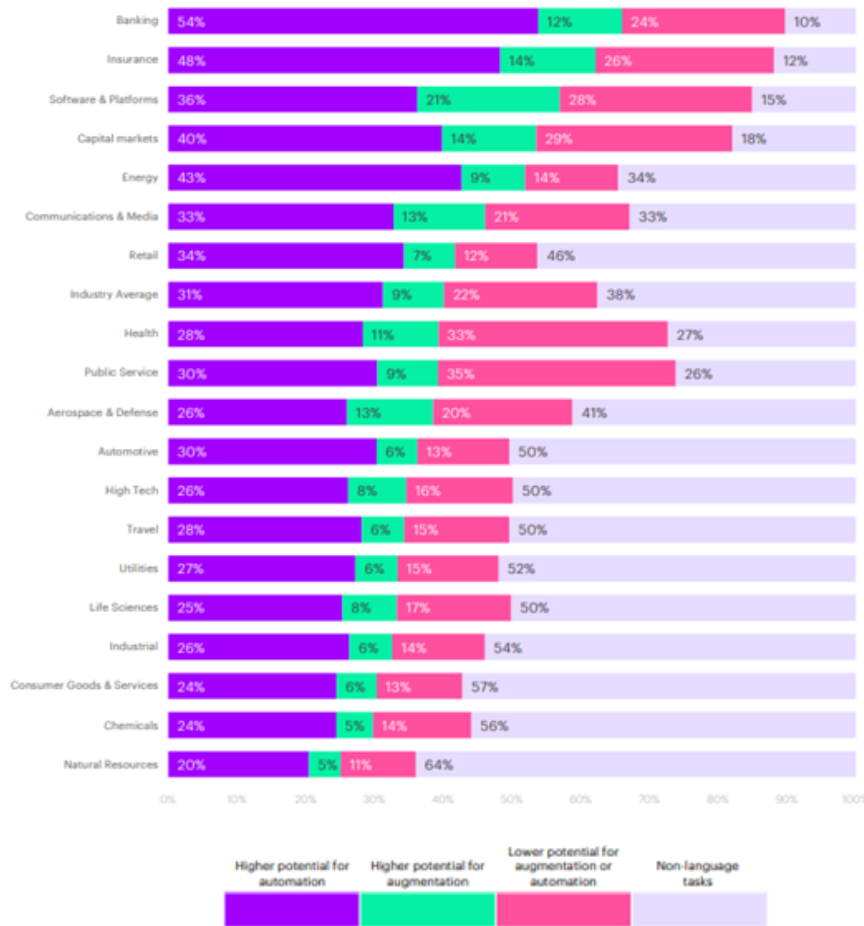
⁸ Artículo ([enlace](#)) de www.muyinteresante.es sobre los mayores fracasos tecnológicos de la historia

⁹ Artículo ([enlace](#)) de www.theguardian.com en el que comenta el fracaso de Apple con Maps

¹⁰ Artículo ([enlace](#)) de la Cornell University que analiza el fracaso de Apple con Maps comparado con Google

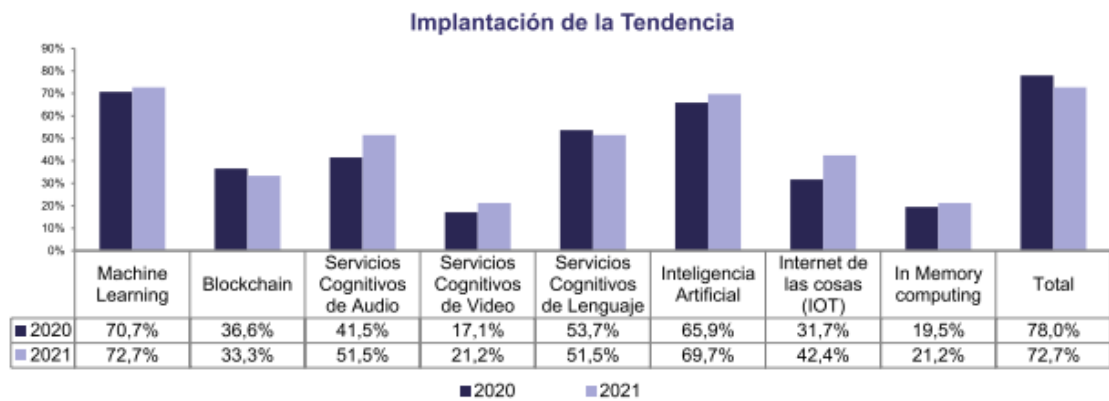
¹¹ Artículo ([enlace](#)) de la revista Time.com en la que se analizan las cuatro razones que hicieron fracasar al Amazon Fire Phone

Además, el sector seguros es uno de los que más proyección de beneficio presenta de la implantación de estas tecnologías frente a otros sectores no tan automatizables, como refleja el gráfico siguiente de la estimación del impacto por sector.



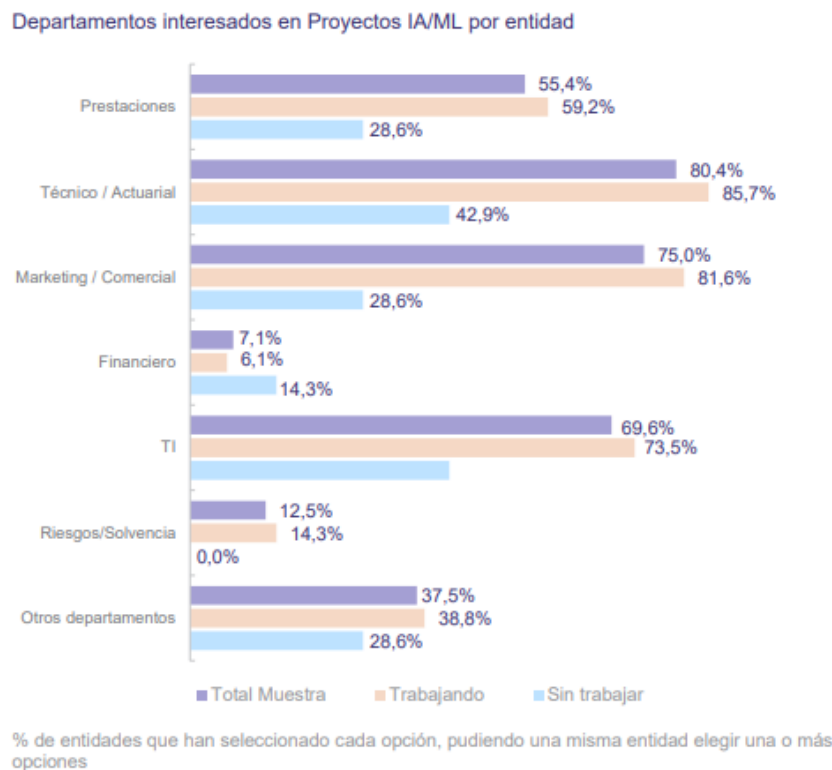
Fuente: Accenture. Paul Daugherty. A New era of generative AI for everyone: the technology underpinning ChatGPT will transform work and reinvent business. 2023

Según el estudio realizado por (ICEA, Las Tecnologías de la Información en el Sector Asegurador. Estadística año 2021. Informe 1726, 2022), se constata que los dos ámbitos donde se está trabajando más por parte de las aseguradoras son la Inteligencia Artificial y el Aprendizaje Automático.



Fuente: ICEA, Las Tecnologías de la Información en el Sector Asegurador. Estadística año 2021, 2022

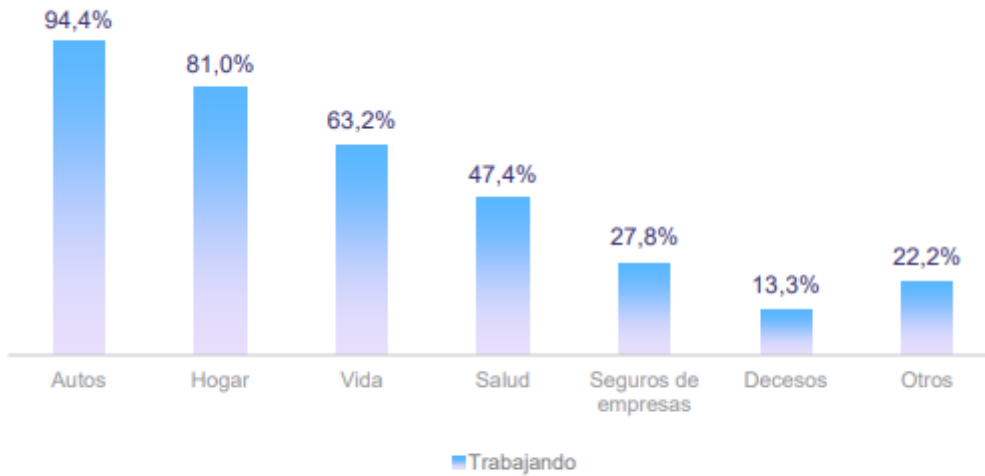
Además, analizando los datos que refleja el estudio de (ICEA, VII Termómetro del Big Data en el sector asegurador. Documento 330, 2022), vemos que estas dos tecnologías tienen diversificación en cuanto a los departamentos en los que aplican dichas tecnologías.



Fuente: ICEA, VII Termómetro del Big Data en el sector asegurador. Octubre 2022

Siendo, además en el mismo informe, el ramo autos el que más respuestas recibió sobre qué productos aseguradores eran los que estaba siendo objeto de dichos proyectos de Inteligencia Artificial / Aprendizaje Automático.

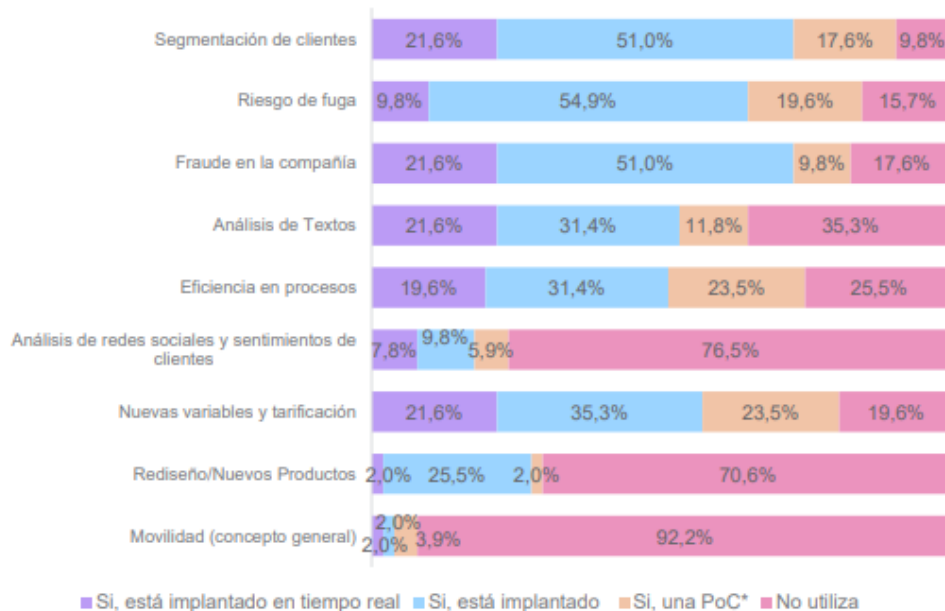
Presencia de productos objeto de proyectos IA/ML por entidad



% de entidades que han seleccionado cada opción, pudiendo una misma entidad elegir una o más opciones.
 "Otros" hace referencia principalmente a ramos de No Vida como Comunidades, Crédito, Defensa Jurídica, Agrario, etc.

Fuente: ICEA, VII Termómetro del Big Data en el sector asegurador. Octubre 2022

¿Y para qué lo está usando el sector hoy en día? Los dos aspectos que acumulan más implantaciones son clientes y fraude.

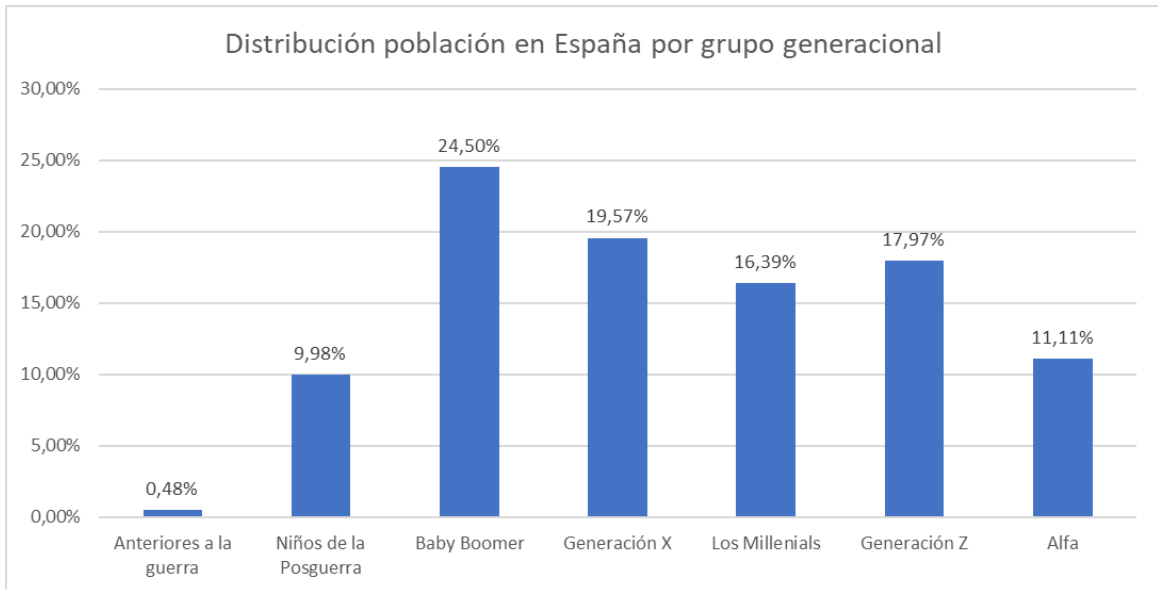


*PoC es Prueba de Concepto
 % de entidades de la muestra enfocadas en cada faceta de negocio

Fuente: ICEA, VII Termómetro del Big Data en el sector asegurador. Octubre 2022

Además de la componente de negocio por la que se busca implantar este tipo de tecnologías, hay un aspecto psicológico que influye a la hora de decidirse por estas tecnologías. Las generaciones Z y posteriores están acostumbrados a que sus

interacciones con las empresas sean a través de algún tipo de inteligencia artificial (Amazon, Uber, Airbnb, ...), y por lo tanto demandan este tipo de interacciones como normal, frente a generaciones anteriores¹².

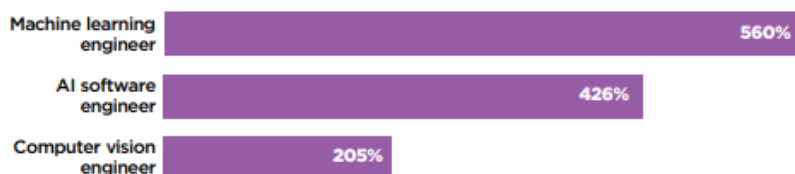


Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INE (datos población España en el año 2023)

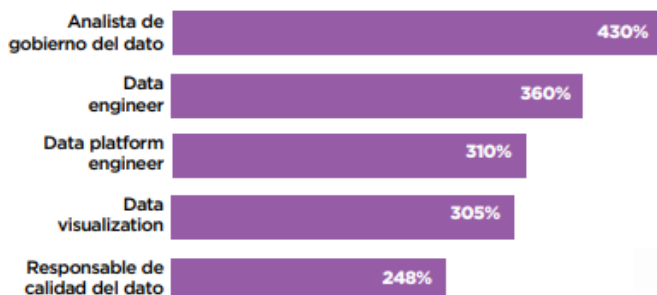
Esta fuerte demanda de este tipo de tecnología está elevando la búsqueda de determinados perfiles técnicos de los que las empresas muchas veces carecen, lo que está haciendo que los salarios de estos profesionales se estén incrementando muy por encima de la media, suponiendo un coste más en la inversión para la realización de este tipo de proyectos, como se refleja en (Actualidad Económica, 65 Aniversario: retos tecnológicos del futuro, 2023).

¹² Artículo de José Luis Mayo, ¿Cómo afronta la Generación Z el futuro de los seguros y la automoción?, en revista CESVIMAP número 120 de 2022

PUESTOS EMERGENTES EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IT)



PUESTOS EMERGENTES EN DATA (IT)



Fuente: Actualidad Económica. 2023

Según el estudio realizado por (McKinsey & Company, The state of ai in 2022 and a half decade in review, 2022) acerca de la implantación de la inteligencia artificial en la última media década en el mundo, se ha multiplicado por 2,5 el número de empresas que han pasado a utilizar esta tecnología, llegando a suponer el 52% del presupuesto informático de las compañías consultadas. Si bien es un estudio global, y no centrado en las aseguradoras, da una idea de cómo todas las industrias se están viendo afectadas por esta tecnología.

Este trabajo pretende, desde una vertiente didáctica, dar a conocer toda la potencia que permiten estas nuevas tecnologías, y que no se está llegando a aprovechar aún por el sector, pero que en los próximos años seguramente se irán incorporando por derecho propio al conjunto de usos dentro de las aseguradoras para el aprendizaje automático, como en su día lo fueron otros avances informáticos que actualmente somos incapaces de separar de nuestro día a día, y no hace tanto eran grandes desconocidos.

4.4. Calidad del Dato

Aunque ya se ha empezado a introducir en apartados anteriores la importancia de la calidad del dato, en este se va a hacer especial hincapié en dicha calidad, y en cómo, un dato de mala calidad no solo empobrecerá el resultado del algoritmo de aprendizaje automático, sino que podrá llevar a la toma de decisiones empresariales equivocadas.

Todas las tipologías de algoritmos que se mencionarán más adelante parten de una ingesta masiva de datos. Si esa cantidad de datos no tiene la validez suficientes, está

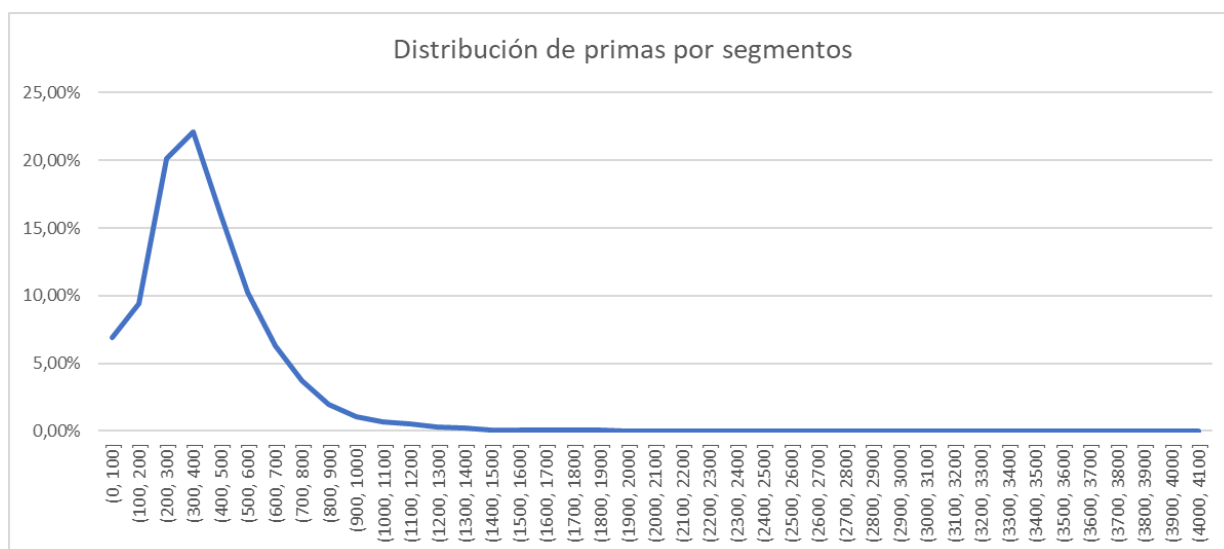
sesgada, o no está con la completitud adecuada, los resultados obtenidos por los algoritmos de aprendizaje automático no serán concluyentes, producirán un resultado erróneo.

Si, por ejemplo, se quiere entrenar un sistema en el reconocimiento y distinción entre perros y gatos a partir de fotos de ambos animales, el resultado no será el mismo si en los gatos se presentan únicamente fotos de una especie de gatos, solo fotos de la cara sin verse el cuerpo, o fotos en blanco y negro. En el momento en el que se introduzca una foto de un gato de una raza no procesada por el algoritmo, de cuerpo entero, o en color, el sistema podría identificarlo como un perro si detecta más similitud con las fotos de estos.

Está claro que los datos y su formato que alimenten el algoritmo que se decida implementar influirán de manera decisiva en el resultado final. Para reflejar el impacto de, por ejemplo, la falta de datos, se ha procedido a realizar el siguiente ejemplo:

Se han tomado un total de 31.554 pólizas reales de un país y ramo que no se detallará para mantener la privacidad de los datos.

La distribución de las primas, que van desde 10 hasta 4036,80 unidades monetarias, se distribuyen de una manera similar a una función de Fisher-Snedecor como se refleja en la siguiente gráfica:

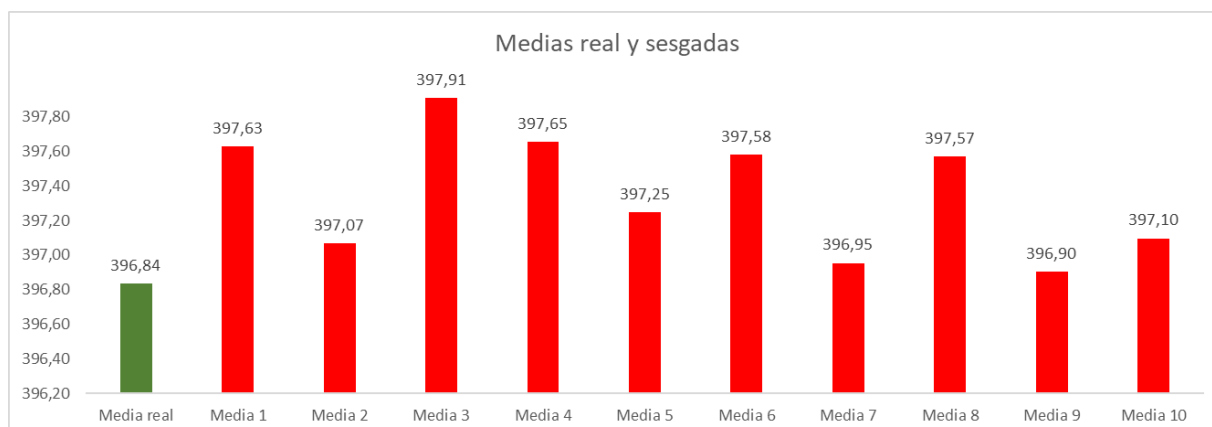


Fuente: Elaboración propia

Sobre las 31.554 pólizas, se ha procedido a realizar un cálculo simple, como es el de la media aritmética, que resulta 396,84.

Para probar el efecto de la falta de datos, se han tomado 10 mediciones, y en cada una de ellas se han eliminado entre un 10% y un 20% aleatorio de los datos, obteniéndose

10 medias sesgadas, que se reflejan en rojo en el siguiente gráfico, comparada con la media real en verde.



Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, un cálculo sencillo como el de la media aritmética sale en todas las ocasiones sesgado por encima del valor real, debido a la no distribución homogénea de las primas.

Este efecto de sesgo, en los algoritmos de aprendizaje automático con cálculos mucho más complejos y sensibles, pueden provocar resultados erróneos, conduciendo a conclusiones y decisiones incorrectas.

También influirá de manera decisiva el origen de los datos. Si bien las aseguradoras tienen gran cantidad de datos de sus clientes, con mejor o peor calidad, también se pueden complementar con orígenes externos de datos los algoritmos, por lo que estas fuentes externas de información deberán ser fiables y de calidad. Ante la posibilidad de acudir a fuentes externas, las entidades aseguradoras podrán optar por dos tipos:

4.4.1. Fuentes de pago

Existen en el mercado diferentes compañías que proveen de datos relativos a las personas, llamadas agentes de datos, o *data broker* en su terminología anglosajona, más extendida en Internet. La mayoría de ellos no operan en territorio de la Unión Europea debido a la estricta regulación en cuanto a protección de datos de carácter personal, por lo que acudir a una empresa de este tipo debe estar justificado y de acuerdo a la legislación vigente.

Empresas de este tipo son, por ejemplo, Experian, Equifax, Acxiom y Epsilon.

Por otro lado, existen empresas que permiten la compra o acceso a sus datos dentro de la legalidad vigente española y que, añadida dicha información a los algoritmos correspondientes, podrán completar la información y obtener resultados más precisos.

Ejemplos de este tipo de empresas podrían ser, entre otros:

- Meteosim¹³, que provee información meteorológica.
- Experian¹⁴, con información financiera de empresas.

4.4.2. Fuentes gratuitas

Internet es, con diferencia, el repositorio más grande de información disponible y gratuito. Sin embargo, la calidad de la información en la red no siempre es la deseable. Desde información incompleta hasta falsa de manera intencionada o no, en Internet no todo lo que está disponible es preciso ni cierto.

Uno de los sistemas que durante la elaboración de esta Memoria más titulares ha acaparado es ChatGPT. Dicho sistema, alimentado por información proveniente de libros, artículos y sitios web ha generado respuestas incorrectas, a pesar de su apariencia de exactitud en la explicación. Uno de los ejemplos más llamativos es el protagonizado por el abogado estadounidense Steven Schwartz, que presentó ante un juzgado un escrito como propio, pero que había sido redactado por ChatGPT, y en el que los precedentes legales que se argumentaban eran inventados por el sistema de Inteligencia Artificial¹⁵.

Por tanto, el uso de Internet, o cualquier otra fuente de libre acceso puede estar tan sesgada, incompleta o errónea que los algoritmos generen respuestas erróneas, por lo que su uso debe ser supervisado y vigilado para no ensuciar la calidad de los datos que alimenten el algoritmo en cuestión para el que se esté aplicando.

¹³ <https://meteosim.com/industria-seguros/>

¹⁴ <https://www.experian.es/>

¹⁵ Noticia ([enlace](#)) de www.elmundo.es comentando el caso del abogado Steven Schwartz y el uso que hizo de ChatGPT

5. EL USO DE TÉCNICAS AVANZADAS DE DATOS Y SU IMPACTO LEGAL Y SOCIAL

No se puede hablar de tratamiento de datos, y su uso en algoritmos de aprendizaje automático e inteligencia artificial, sin detenerse brevemente a mencionar la normativa legal al respecto, y sus implicaciones legales, éticas y sociales.

El Reglamento General de Protección de Datos (RGPD) y la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales y Garantía de los Derechos Digitales (LOPDGDD) son las normas legales que, actualmente, establecen las garantías, derechos y deberes respecto al tratamiento de datos de carácter personal, y entre las que destacan:

- La definición de los responsables del tratamiento
- La base legal para el tratamiento
- El consentimiento del interesado
- La seguridad que debe aplicarse a los datos
- La violación de datos y la forma en que se ha de actuar

5.1. Reglamento General de Protección de Datos (RGPD) y Ley Orgánica de Protección de Datos Personales y Garantía de los Derechos Digitales (LOPDGDD).

La normativa actual respecto al uso y tratamiento de datos de carácter personal es, sensiblemente, más restrictiva a la anterior (LOPD 15/1999) en cuanto al uso de los mismos, y más garantista de los derechos de los usuarios respecto a sus datos.

El mayor impacto de dicha legislación en el uso de algoritmos de aprendizaje automático afecta a los siguientes aspectos:

- Consentimiento para el uso de los datos
- Creación de perfiles

De hecho, el RGPD¹⁶, en su artículo 6, trata de manera precisa la licitud del tratamiento y en qué casos se podrán usar los datos personales.

¹⁶ <https://www.boe.es/doue/2016/119/L00001-00088.pdf>

Mencionar, además, que la Agencia Española de Protección de Datos ha editado una guía introductoria sobre el tratamiento de los datos y su adecuación al RGPD en los procesos que incorporen Inteligencia Artificial, de cara a clarificar las posibles dudas que surjan respecto a la legalidad o no de tratamientos:

<https://www.aepd.es/sites/default/files/2020-02/adecuacion-rgpd-ia.pdf>

5.1.1. Consentimiento para el uso de los datos

Al ser la nueva normativa de protección de datos más restrictiva con el uso que le pueden dar las empresas a los datos de sus clientes, y no ser el uso de estos en algoritmos de aprendizaje el uso para el que fueron cedidos por el cliente en virtud del interés legítimo, la entidad deberá contar con el consentimiento del cliente para dicho tratamiento.

5.1.2. Creación de perfiles

Uno de los usos más controvertidos con el aprendizaje automático y los datos de carácter personal es el de creación de perfiles, de manera que permita, a un cliente, ser catalogado en un conjunto u otro, según lo que se esté intentando determinar.

Si bien la creación de perfilados está permitida en la legislación actual (LOPDGDD y RGPD), las decisiones que afecten a los clientes no pueden ser automáticas. De hecho, se debe informar, según los artículos 13.2.f y 14.2.g del RGPD¹⁷, al usuario de la existencia de decisiones automatizadas y su lógica, y dedica todo el artículo 22 a los derechos de los usuarios sobre las decisiones individuales automatizadas, incluyendo aquellas que hayan sido realizadas a partir de perfiles.

Uno de los aspectos clave en el tratamiento de los datos para la creación de perfiles es la anonimización. A la hora de tratar los datos personales con los que se van a alimentar los algoritmos de aprendizaje automático, los datos estarán anonimizados si la información para el algoritmo es coherente, pero es imposible averiguar la persona física a la que pertenecen dichos datos personales. La ventaja de la anonimización de los datos es que, al quedar completamente desvinculados de los datos reales y no ser identificable la persona física a la que pertenece ese dato, los nuevos datos ya no quedan restringidos por el RGPD¹⁸.

¹⁷ <https://www.boe.es/doue/2016/119/L00001-00088.pdf>

¹⁸ Comunicación ([enlace](#)) dentro de la web de la Agencia Española de Protección de Datos (www.aepd.es)

5.2. EUROPA

Los organismos europeos llevan años generando legislación y/o propuestas relativas al uso de los datos personales.

En el momento de la redacción de esta Memoria Fin de Máster, por un lado, EIOPA ha establecido sus principios de gobernanza para un uso ético y de confianza de la inteligencia artificial en el sector del seguro¹⁹:

- Igualdad y no discriminación
- Transparencia y explicabilidad
- Supervisión humana
- Gobernanza de datos y mantenimiento de los registros
- Robustez y rendimiento

El uso de algoritmos de aprendizaje automático e inteligencia artificial podría, en la banca, denegar el acceso a una hipoteca, y considerarse discriminatorio. Sin embargo, en los seguros, si el algoritmo es usado para determinar el precio, en lugar de para decidir si asegurar o no a un cliente, y dicho precio no supone una cuantía desproporcionada que suponga *de facto* un rechazo del aseguramiento, evitaría para EIOPA caer en la exclusión del acceso al seguro, circunstancia que no se admite.

Desde el Parlamento Europeo se lleva años evolucionando una proposición de ley de Inteligencia Artificial²⁰ que se espera que vea la luz a finales de 2023, y en las que:

- Se establecerán, tanto para los proveedores de los servicios de IA como para los usuarios, los derechos y obligaciones
- Establece la necesidad de categorizar el riesgo de la IA, puesto que determina una serie de casuísticas en las que la IA supone un riesgo inaceptable (la manipulación de grupos o personas vulnerables, la puntuación social o clasificación de los individuos en base a sus características personales, comportamiento o nivel económico, y la identificación biométrica en tiempo real y a distancia sin autorización legal)

sobre la anonimización y la seudonimización el efecto del RGPD en ellas

¹⁹ Documento ([enlace](#)) de EIOPA (www.eiopa.europa.eu) sobre los principios de gobernanza en la inteligencia artificial

²⁰Noticia ([enlace](#)) dentro del Parlamento Europeo (www.europarl.europa.eu) sobre el estado de la iniciativa del Parlamento Europeo de promulgar una Ley de Inteligencia Artificial en la Unión Europea

-
- También establece una serie de aplicaciones de IA como de alto riesgo, y que necesitarán medidas especiales por parte del proveedor. En este caso, una IA de alto riesgo será aquella que pueda afectar de manera negativa a la seguridad o a los derechos fundamentales de los ciudadanos, y entre las aplicaciones afectadas se encuentran el acceso y uso de servicios privados esenciales.
 - Igualmente, regulará la IA generativa, como ChatGPT o similares.

Habrá que esperar a la aprobación final de la ley, y su trasposición al derecho nacional, para poder evaluar el impacto que tendrá en el seguro. Sin embargo, ya se está trabajando para, entre otras, evitar que el uso de IA en el seguro entre dentro de la clasificación de alto riesgo²¹, pues el impacto supondría un elevado coste para el sector.

5.3. Implicaciones legales

El uso de algoritmos tanto de aprendizaje automático como de inteligencia artificial no está exento de posibles responsabilidades legales futuras. Algunos ejemplos son:

- Accidentes de coches Tesla al conducir de manera autónoma.²²
- Inteligencias artificiales demandadas por actuar como abogado, sin tener licencia para ello.²³
- El uso por parte de un abogado de datos de ChatGPT que se inventó argumentaciones jurídicas.²⁴

A medida que la inteligencia artificial vaya cubriendo más áreas de la vida cotidiana, más posibles problemas legales podrán ir surgiendo. Por ejemplo, un Centro de Atención Telefónica gestionado por Inteligencia Artificial y con un ChatBot como interfaz no atiende correctamente a un asegurado, y a raíz de este mal servicio, el asegurado sufre un daño mayor, pudiendo provocar una denuncia por parte de este.

²¹ Noticia ([enlace](#)) dentro de INESE (www.inese.es) destacando que EIOPA ha solicitado a los legisladores comunitarios que la IA no sea considerada de alto riesgo en el seguro

²²Noticia ([enlace](#)) de motor.elpais.com detallando un accidente múltiple en San Francisco causado por un Tesla con el piloto automático

²³ Noticia ([enlace](#)) de hipertextual.com sobre una IA demandada por ejercer acciones legales sin licencia

²⁴ Noticia ([enlace](#)) de www.elmundo.es comentando el caso del abogado Steven Schwartz y el uso que hizo de ChatGPT

La implantación de aprendizaje automático e Inteligencia Artificial en la entidades aseguradoras **siempre** deberá estar respaldada por los organismos internos de seguridad y legal.

5.4. Implicaciones éticas y sociales

El negocio asegurador se ha basado, desde sus inicios, en un concepto: la mutualización, mecanismo de solidaridad grupal en el que al asumir cada asegurado su prima, se cubren las necesidades de otros asegurados, y no solo las suyas propias.

La aplicación de algoritmos de aprendizaje automático para determinar precios más ajustados a cada riesgo, en función de otros parámetros que no se habían tenido en cuenta hasta ahora, está creando un debate sobre la posibilidad de que el seguro pierda ese carácter mutualista, ante la potencial situación en que determinados riesgos no puedan llegar a ser asegurados por el precio que se les oferte.

Aspectos, como se mencionarán al hablar de los algoritmos de fijación de precios (*pricing*), tales como el nivel de estudios, el barrio donde vive, el nivel económico, los hábitos de salud, historial clínico, el estilo de conducción, etcétera, empiezan a conformarse como aspectos relevantes en dichos algoritmos que estiman la probabilidad de un siniestro para un cliente en no vida, o su probabilidad de llegar a determinada edad para los seguros de vida, siendo más efectivo el aprendizaje automático frente a las tablas actuariales, como muestra, por ejemplo, (Skovgaard Bjerre, Tree-based machine learning methods for modeling and forecasting mortality, 2022), en su estudio.

Las entidades aseguradoras pueden, en base a dichas probabilidades, determinar una prima muy superior a la fijada por las tablas actuariales, con la intención de dificultar la entrada del riesgo en la cartera, o compensar su probable impacto futuro.

En el momento de la redacción de este documento, la normativa, tanto desde EIOPA como de la DGSFP, no limita de momento este uso de algoritmos, siempre que se ofrezca una alternativa razonable al potencial cliente. A medida que la implantación de estos algoritmos sea más común, y que haya determinados sectores de población que puedan verse afectados y sentirse desprotegidos por el seguro, es probable que se produzca algún tipo de movimiento social que derive en restricciones legales, como ha ocurrido en otras ocasiones a lo largo de la reciente historia: el derecho al olvido oncológico, anulación de discriminaciones por discapacidad o enfermedad crónica en la contratación, o imposibilidad de aplicar baremos diferentes según el sexo.

Conscientes del impacto que tiene el uso de estas tecnologías, desde el sector ya se han promovido principios éticos de uso de la IA^{25,26}, y desde algunas empresas del sector ya se está promoviendo este uso ético, incluyendo el control de otras IA externas como ChatGPT, por el peligro de filtración de datos que supone.

²⁵ Documento ([enlace](#)) de EIOPA (www.eiopa.europa.eu) sobre los principios de gobernanza en la inteligencia artificial

²⁶ Documento ([enlace](#)) de UNESPA (www.unespa.es) con los principios del uso ético de la inteligencia artificial en el sector asegurador

6. DEFINICIONES PREVIAS DE CONCEPTOS INFORMÁTICOS

Dado que la audiencia objetivo de este documento serán personas del mundo del seguro, no necesariamente con conocimientos informáticos o tecnológicos previos, se procederá en este capítulo a enumerar la terminología informática relacionada con el aprendizaje automático y la inteligencia artificial que se utilizará a lo largo del presente documento, con el objeto de facilitar su comprensión y evitar confusiones de términos que, aunque a veces parecen usarse indistintamente, no significan lo mismo.

Para facilitar dichas definiciones, no se recurrirá a su vez a conceptos excesivamente técnicos, sino a símiles o ejemplos que permitan hacer dichas definiciones lo más accesibles posibles.

A la hora de definir cada uno de los conceptos, se introducirá con su terminología en inglés, por ser la más habitual y la que, a la hora de usar buscadores de Internet puede devolver más resultados, pero siempre que exista una traducción aceptada en español se pondrá junto al propio concepto, y a lo largo del resto del documento se hará referencia por el nombre en español, y no en inglés.

6.1. AI (*Artificial Intelligence*). Inteligencia Artificial

La Inteligencia Artificial es una parte de las ciencias de la computación que se dedican a intentar lograr que una máquina se comporte como un ser humano ante determinadas situaciones, o a copiar su forma de actuar o razonar. Ese comportamiento no estará prefijado en un programa como lo está, por ejemplo, la forma de comportarse del Excel cuando se hace clic en un icono de una barra de herramientas. Dicho comportamiento se habrá entrenado, la máquina habrá tenido que aprender mediante casos reales, y luego se enfrentará a un caso completamente distinto. Un ejemplo podría ser los avances en conducción autónoma que se están llevando a cabo. No se ha podido enseñar a un coche todas las calles y carreteras del planeta, sino que ha aprendido una serie de experiencias, y ante una calle en la que no ha estado nunca, busca una solución en base a lo que ya conoce.

6.2. *Machine Learning*. Aprendizaje Automático

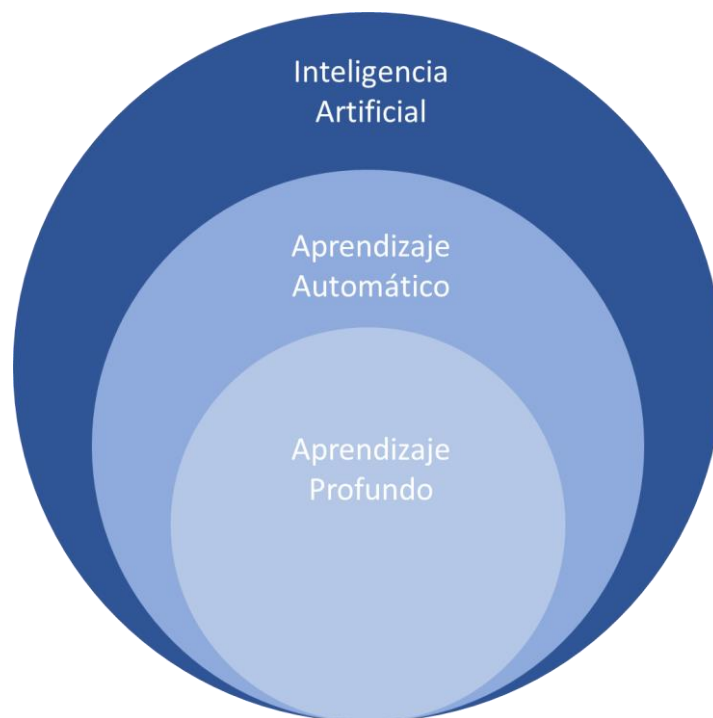
El aprendizaje automático es la parte de la inteligencia artificial que se encarga de hacer que una máquina aprenda, y cuantos más y mejores datos se le dé, más aprenderá. Se puede, por ejemplo, enseñar a un sistema qué es un gato (patas, orejas, forma, ojos, ...), y luego ir mostrándole más y más imágenes de gatos. Cuantos más gatos y más

diferentes sean, más estará preparado para, a partir de una nueva imagen de un gato que no haya visto nunca, determinar que se trata de un gato.

6.3. *Deep Learning*. Aprendizaje Profundo

Siguiendo con el ejemplo del gato, en el aprendizaje profundo se deja que la máquina aprenda por sí sola, sacando ella misma los aspectos en común que tienen los gatos.

Hay que tener en cuenta que las tres definiciones anteriores están relacionadas, pues van una contenida en la anterior.



Fuente: LinkedIn. Comunidad Big Data and Analytics

6.4. *Big Data*. Macrodatos o Datos masivos

Se refiere a una cantidad de datos con un volumen o complejidad que no permite que sean tratados mediante los métodos tradicionales de tratamiento de datos. Los datos que trata por ejemplo Hacienda con los datos fiscales de todos los españoles supera, por complejidad y volumen, lo que un sistema tradicional trata de forma eficiente.

6.5. *Advanced Analytics*. Analítica Avanzada

La analítica avanzada es el estudio de datos usando varias herramientas como son los datos masivos, aprendizaje automático, análisis de sentimientos y otras herramientas

estadísticas e informáticas para tener un análisis más complejo y completo. Un ejemplo sería el análisis de las llamadas de los clientes a un centro de atención telefónica, junto al análisis de los datos del propio cliente, el motivo por el que llama, el análisis de su voz para determinar de manera automática si está enfadado o satisfecho con la atención que está recibiendo, ..., todo conjuntamente.

6.6. *Blockchain*. Cadena de bloques

El concepto de *Blockchain* es, posiblemente, el más complejo que se defina en este documento. Por ello, se optará por una definición mediante un ejemplo, ya que no es objeto de este documento profundizar en dicha tecnología, sino tan solo presentarla como parte de las piezas de tecnología que se mencionan en el documento.

Si hace unas décadas, dos personas A y B hiciesen una transacción monetaria entre ellas, y quisiesen que quedase constancia inviolable de la misma, habrían podido actuar de la siguiente manera:

- A y B firman un documento en el que reflejan la transacción, con el importe, fecha y hora en que se realiza
- Realizan fotocopias compulsadas de dicho documento
- Las reparten entre personas para que distintas personas, cercanas o lejanas, tengan una copia de la transacción.

Partiendo del ejemplo de la transacción monetaria entre A y B, dentro de *Blockchain*, que es un conjunto múltiple de bases de datos por todo el mundo y relacionadas entre sí, se genera un bloque encriptado. En lugar del documento, este bloque no solo tiene registrados los datos de la operación, sino que, al estar encriptado, permanece a salvo de posibles manipulaciones. Una vez que ese bloque es validado, se replica por diferentes nodos de la red *Blockchain*, como se hubiera hecho con la fotocopia, generando así múltiples copias, y se reparten por distintos nodos, haciendo que sea imposible sustituir el original por otro.

Ya se está aplicando esta tecnología en el seguro, desde su uso en el coaseguro hasta iniciativas como la de MEDICALCHAIN²⁷ para mantener una ficha de enfermo en *Blockchain*, con todas sus pruebas e historial relacionado, dentro de un ecosistema único y accesible de manera segura.

²⁷ <https://medicalchain.com/en/>

7. ALGORITMOS DENTRO DEL APRENDIZAJE AUTOMÁTICO

Aunque las bases teóricas que subyacen en todo el aprendizaje automático cuentan con décadas de estudio, no ha sido hasta este primer cuarto de siglo cuando la información, artículos, cursos, proyectos, implementaciones y cualquier aspecto que se pueda imaginar sobre el tema ha experimentado un auge exponencial.

Fruto de ello, y de lo novedoso de muchos enfoques, es que hay mucha disparidad de criterios sobre la clasificación de las distintas áreas dentro del aprendizaje automático. Mientras que unos autores prefieren un enfoque más simplificado desde el punto de vista supervisado/no supervisado, otros prefieren abarcar todos los algoritmos en función de sus resultados, ...

Para no entrar en detalles demasiado técnicos, se ha optado por un punto de vista más funcional, de cara a comprender la potencia de las diferentes posibilidades dentro del aprendizaje automático y su aplicación en los seguros masa.

Tampoco se va a entrar, por lo general, a nombrar, dentro de cada categoría, los distintos algoritmos y sus pros o contras a la hora de seleccionar uno u otro. Interesa más que se comprenda el concepto y la potencia, y la elección del algoritmo en cuestión que se deberá aplicar en cada caso correrá a cargo del científico de datos correspondiente.

Por ello, se va a dividir en las siguientes categorías los algoritmos de los que dispone el aprendizaje automático, y en capítulos posteriores se desarrollarán en mayor detalle dichas categorías:

- Regresión
- Clasificación
- Agrupación
- Asociación
- Redes neuronales
- Sistemas de recomendación
- Procesamiento natural del lenguaje

Un aspecto importante, y del que se hace mención en el propio título del presente estudio, es que la aplicación del aprendizaje automático se deberá hacer sobre seguros masa, entendiendo como riesgos masa la definición que refleja el diccionario de seguros de la Fundación MAPFRE:

riesgos de masa (group/mass risks)

En el Derecho Comunitario Europeo de Seguros se consideran como tales aquellos tipos de riesgo que no se encuentran incluidos en la categoría de grandes riesgos, por ser sus tomadores pequeñas empresas o particulares cuya posición ante el asegurador es más débil y necesitada de un control más riguroso por parte de las autoridades estatales.

Por su parte, y por referencia en la anterior definición, se definen los grandes riesgos en:

grandes riesgos (large risks)

En el Derecho Comunitario Europeo de Seguros se catalogan como tales los siguientes:

- Vehículos ferroviarios, aeronaves, cascos de buques y responsabilidad civil derivada del uso de aeronaves y buques.
- Crédito y Caución cuando garanticen al tomador los riesgos de su propia actividad profesional, industrial, comercial o liberal.
- Incendio, otros daños a los bienes, Responsabilidad Civil General y Pérdidas Pecuniarias Diversas, siempre que el tomador supere ciertos límites.

El motivo de tratar los riesgos masa con aprendizaje automático es que son, habitualmente, los ramos de mayor volumen de pólizas y clientes. El volumen de datos de cara a que una máquina aprenda es crítico, puesto que es condición *sine qua non* para el correcto funcionamiento y correctas predicciones que haya un volumen mínimo de datos a procesar. Ramos como por ejemplo crédito o caución no aplican los mismos condicionados a sus clientes, y en muchos casos, es necesario una redacción personalizada de la póliza para cada cliente, lo que dificulta la existencia de casos homogéneos con los que alimentar a los algoritmos de aprendizaje automático.

También se tendría que tener en cuenta el volumen de pólizas que una entidad que optase por aplicar esta tecnología tuviese de un ramo en particular, aunque sea considerado riesgo masa, como, por ejemplo, automóviles. No en vano hay que recordar

que, con 199 entidades aseguradoras (vida, no vida o ambas) y reaseguradoras activas en España a fecha 31 de diciembre de 2021, la concentración de primas, y por ende de pólizas, es elevada en un reducido grupo de ellas, mientras que el resto de entidades tienen un volumen residual, y posiblemente insuficiente para aplicar algoritmos de aprendizaje automático.

Concentración del sector en los ramos de No Vida

Cuota de mercado	Porcentaje s/nº entidades	Porcentaje s/total de primas
5 primeras entidades	3,2%	40,0%
10 primeras entidades	6,4%	58,8%
25 primeras entidades	16,0%	85,1%
50 primeras entidades	32,1%	94,6%
75 primeras entidades	48,1%	97,7%
100 primeras entidades	64,1%	99,2%
TOTAL ENTIDADES	156(*)	100,0%

Fuente: ICEA. Máster XXXIV en Dirección Aseguradora Profesional

Concentración del sector en los ramos de Vida

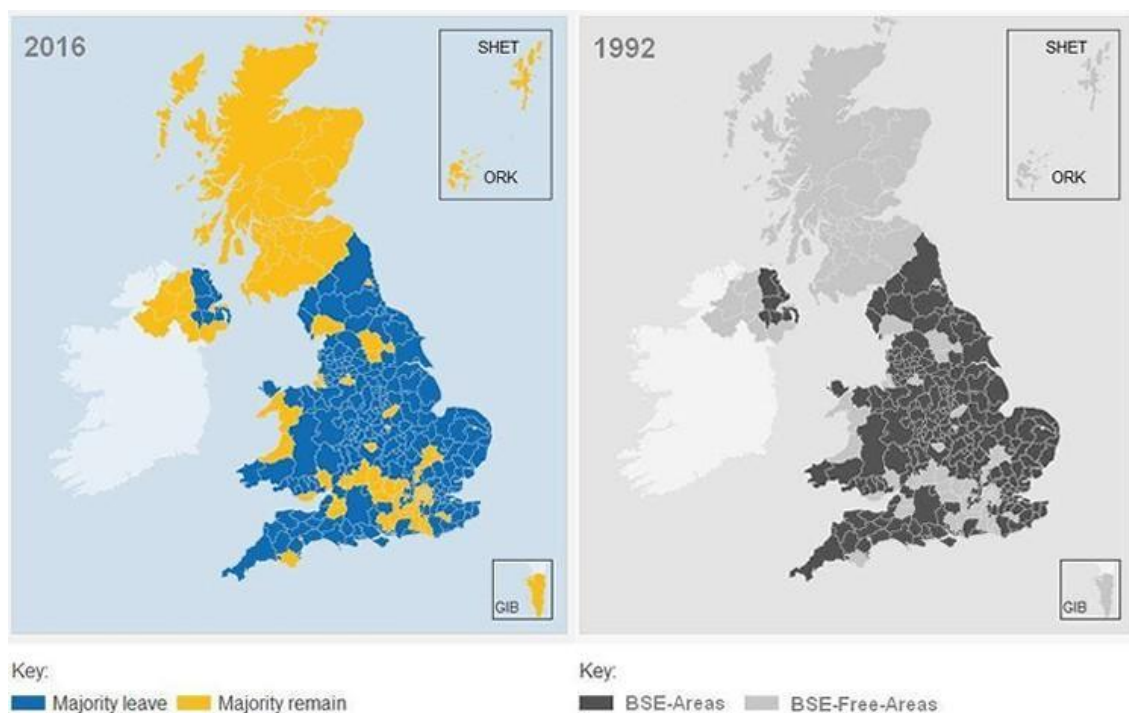
Agrupación	% Entidades	% Primas
5 primeras entidades	5,3%	55,7%
10 primeras entidades	10,5%	69,0%
25 primeras entidades	26,3%	88,6%
50 primeras entidades	52,6%	98,4%
75 primeras entidades	78,9%	100,0%
100 primeras entidades	100,0%	100,0%
TOTAL ENTIDADES	98	100,0%

Fuente: ICEA. Máster XXXIV en Dirección Aseguradora Profesional

8. APLICACIÓN DE LOS ALGORITMOS DE REGRESIÓN

Aunque este sea el concepto más cercano que pueda tener el lector por la educación secundaria, bachillerato o universidad en que pudo ver alguna vez esta relación matemática, hay que matizar una serie de detalles al respecto.

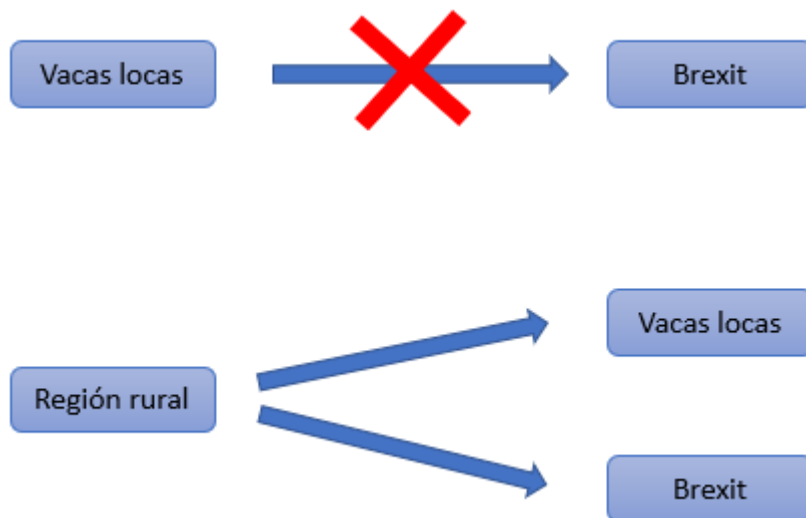
- Es fácil de entender. De hecho, estamos habituados en nuestro día a día al concepto de regresión, o correlación (cuanto más superas el límite de velocidad, más fácil es tener un accidente).
- Sin embargo, un comportamiento de dos conceptos que se comportan de forma paralela no siempre implica una causalidad, una relación directa entre un aspecto y el otro, y sin un análisis correcto se pueden presuponer conclusiones erróneas. Hay extensa literatura al respecto, pero una de las mejores muestras es la relación entre los condados del Reino Unido que votaron por salir de la Unión Europea en el referéndum del Brexit realizado en 2016, frente a los condados afectados por el mal de las vacas locas en 1992.



Fuente: www.yellowfinbi.com

En el momento del Brexit, una lectura sesgada de este paralelismo se interpretó para atacar a aquellos votantes partidarios del Brexit. Por supuesto que existía en su momento una vinculación entre ambos resultados, en tanto en cuanto el Brexit ganó en las zonas rurales, lógicamente, las afectadas por el mal de las vacas locas, mientras que la permanencia en la Unión Europea obtuvo el respaldo mayoritario en las zonas más urbanas, donde no había granjas. Pero la existencia

de este vínculo entre las dos estadísticas venía del hecho de la predominancia de la población de las regiones rurales frente a las urbanas en cada condado, y no del voto del Brexit como consecuencia del mal de las vacas locas.

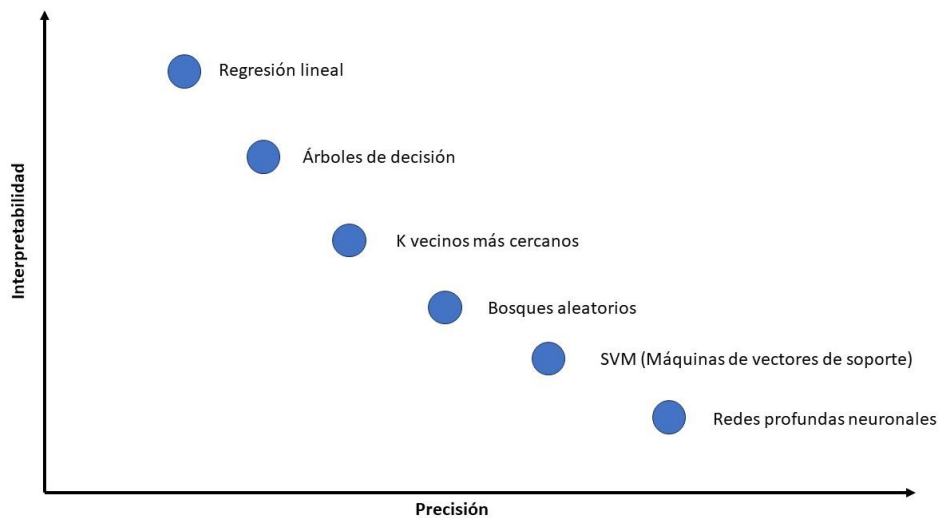


Fuente: Elaboración propia

- Este es un ejemplo que demuestra que el que aparezca un dato matemático de correlación no ha de ser tomado como dogma de fe de una vinculación entre los dos conceptos. Un estudio más preciso por parte del equipo de análisis de los datos deberá demostrar el impacto real entre los conceptos relacionados, en coordinación con el conocimiento del propio negocio.

Los algoritmos de regresión de aprendizaje automático van más allá de la simple correlación, ya que buscan la estimación de un valor a partir de uno o varios de otros conceptos. Y al final, ese es el concepto con el que el lector se debe quedar: la capacidad de predecir un resultado a partir de uno o varios parámetros.

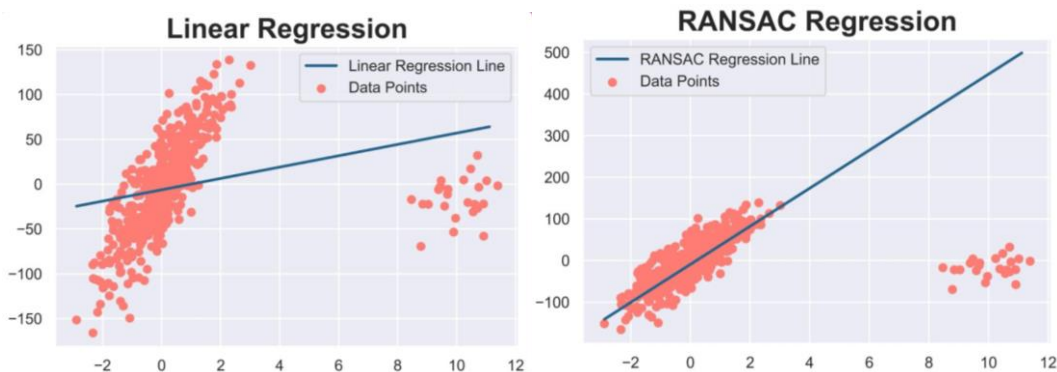
Sin embargo, otra característica que tienen los algoritmos de correlación, frente a otros algoritmos de aprendizaje automático, es que mientras que su interpretabilidad es la máxima, salvo en casos determinados, la precisión no es tan buena como en otros algoritmos.



Fuente: Elaboración propia, traducción de LinkedIn

Aun así, hay versiones más complejas del algoritmo de regresión lineal simple, como GLM o modelo lineal generalizado, o los modelos de regresión de procesos gaussianos

Un ejemplo de estas versiones más complejas vendría justificado por el hecho de que la regresión simple es muy sensible a valores fuera de la tendencia. Cuando se menciona, por ejemplo, la relación directa entre la cantidad de cigarrillos diarios fumados y la probabilidad de muerte, siempre se encuentran casos extremos, como el del anciano que fuma dos cajetillas diarias, o el del joven que muere de cáncer de pulmón llevando una vida sana. Así, por ejemplo, el algoritmo RANSAC de regresión precisamente busca y cataloga esos casos extremos de la tendencia (*outliers*) y los elimina del cálculo, usando únicamente los que sí conforman masivamente una tendencia (*inliers*).



Fuente: DailyDoseofDS.com

Estas técnicas son, entre el conjunto de algoritmos de aprendizaje automático, las más fáciles de implantar, y sin necesidad de expertos en ciencia de datos, como en otros algoritmos. Por ello, su uso está más que extendido, ya que permite la predicción, de una manera más o menos precisa pero fácilmente, de cualquier valor a partir de una secuencia histórica de valores.

Por ello, es donde las aplicaciones futuras, las que aún no están extendidas en su uso, práctica o entendimiento, no tienen tanta relevancia en esta tipología de algoritmos de aprendizaje automático.

8.1. Usos actuales

Los usos de los algoritmos de regresión pueden, como se ha mencionado, aproximar valores futuros en función de series históricas temporales de una o varias variables, tales como:

- Valor futuro de cotizaciones a corto plazo
- Probabilidad de siniestro en función de los años de edad o de carné de conducir
- Coste medio de siniestro en función del precio del vehículo
- Satisfacción esperada en función del tiempo de resolución del siniestro
- Longevidad esperada de un asegurado en vida en función del nivel económico, la edad y los estudios

9. APLICACIÓN DE LOS ALGORITMOS DE CLASIFICACIÓN

La clasificación es una de las potentes herramientas que brinda el aprendizaje automático. Se trata de conseguir que la máquina sea capaz de catalogar, etiquetar, todos los elementos, en un listado cerrado de posibilidades prefijado. Los ejemplos pueden ser desde catalogar siniestros como fraude o no fraude, hasta reconocer a partir de imágenes el modelo y marca de un vehículo.

Hay que recordar que el aprendizaje automático no está exento de errores. En este tipo de algoritmos supervisados se trata siempre con dos tipos de errores: errores de tipo I o falsos positivos, y errores de tipo II o falsos negativos. Para ello, se usa lo que se denomina una matriz de confusión:

Valor predicción del algoritmo	Verdaderos positivos	Falsos positivos Error I
	Falsos negativos Error II	Verdaderos negativos
	Valor real	

Fuente: Elaboración propia

Aunque hay medidas de precisión para todos los tipos de algoritmos, es en esta categoría donde más fácilmente se ve el posible error que puede llegar a cometer un sistema de aprendizaje automático. Si, por ejemplo, se está intentando detectar operaciones fraudulentas, un buen sistema de predicción tendrá una alta tasa de verdaderos positivos y negativos, pero no se librará de los errores de tipo I (indicará que es un fraude sin serlo) y del tipo II (indicará que no es un fraude, siéndolo en realidad). Aquí se planteará un dilema similar al que tantas veces se ha planteado de la justicia sobre si es mejor que un inocente esté en la cárcel o un culpable en la calle. A la hora de validar los algoritmos que se vayan a usar, se usarán medidas como la precisión y la sensibilidad para poder decidir en qué medida se aceptan dichos errores.

9.1. Usos actuales

Usos que se están realizando actualmente en empresas del sector²⁸, son, por ejemplo:

- Identificación de vehículos
- Identificación de daños
- Sistemas de clasificación de los clientes en función del comportamiento histórico de la cartera y las variables que impactan en la cancelación de los seguros, permitiendo establecer un modelo predictivo de si un cliente es potencial cancelador de póliza.
- Clasificación del contenido de una llamada telefónica en tiempo real, que junto a las interacciones que ha tenido el cliente con la compañía y su historial de información, determinar si el cliente debe ser tratado de una manera concreta para evitar un posible enfado del mismo.

9.1.1. *Pricing*, o fijación de precios

Una de las aplicaciones que más se está empezando a desarrollar en el sector asegurador es el de *pricing*, o fijación de precios. Algoritmos por los que, dados una serie de parámetros del cliente y del riesgo a asegurar, se cataloga el suplemento o descuento que ha de tener ese cliente, más allá de las tablas actuariales. Si bien este tipo de aplicación de aprendizaje automático está produciendo beneficios en los resultados de las compañías que lo están aplicando, no deja de tener implicaciones que han de ser tenidas en cuenta:

- El encarecimiento de precios para un determinado sector de la población, aunque no suponga un rechazo de aseguramiento, puede suponerlo *de facto* si el precio acaba siendo tan elevado que no permita al asegurado acceder al seguro, con lo que se daría una situación de riesgo de exclusión de acceso al seguro. Aunque EIOPA no ha optado por el momento por la restricción de estos algoritmos, el sector debería estar pendiente de si este ajuste de precios acaba menguando las posibilidades de los asegurados a mutualizar sus riesgos, y sus posibles efectos en el propio sector, tanto reputacionales como legislativos.
- Los precios del seguro basados en las cifras actuariales, soportados por técnicas estadísticas tradicionales, y más comprensibles y justificables por parte de un ser humano, chocan con este nuevo concepto en el que la justificación de la

²⁸ Información obtenida gracias a entrevistas con proveedores de servicios tecnológicos en distintas aseguradoras.

subida o bajada queda dentro del algoritmo, y cuya explicación es, sensiblemente más compleja. Este choque puede producir reticencias entre el área actuarial y la encargada de ejecutar estos algoritmos.

Sin embargo, estos algoritmos deben estar finamente ajustados, puesto que académicamente (las empresas no comparten sus resultados sobre el éxito o fracaso de los algoritmos) hay estudios como (Gutiérrez Meléndez, Comparativa de los modelos GLM y GBM para la tarificación de una cartera de autos, 2022) o (Li, Comparación de tarificación de seguro de auto por GLM y redes neurales, 2022), con resultados, en un caso exitoso en la utilización de aprendizaje automático y en otro fallido.

9.2. Usos futuros

El potencial que se puede llegar a aplicar a los algoritmos de clasificación en el negocio asegurador en el futuro es enorme. Sin embargo, uno de los usos más relevantes que se le puede dar y que redundaría en el cumplimiento de la legalidad y la mejora reputacional sería la prevención de blanqueo de capitales.

9.2.1. Verificación de patrones para prevención de blanqueo de capitales

Entre los proyectos de aprendizaje automático de los que se ha tenido conocimiento durante la elaboración de este documento, la prevención de blanqueo de capitales no ha aparecido como área habitual de aplicación, dejando el control a chequeos puntuales en los diferentes sistemas operacionales, pero siempre con una visión más estrecha de toda la operativa, o a un control por parte de las personas.

La prevención del blanqueo de capitales es un área que se puede ver ampliamente beneficiada mediante la implementación de estos algoritmos, para evitar que la entidad aseguradora se vea implicada y sufra el daño reputacional asociado.

La *Comisión de prevención del blanqueo de capitales e infracciones monetarias* ya definió en su documento *Catálogos ejemplificativos de operaciones de riesgo de blanqueo de capitales y financiación del terrorismo* los patrones estándar detectados para el sector de entidades aseguradoras y corredores de seguros, por lo que la aplicación de estas reglas permitirá determinar si una operación es susceptible o no de ser un blanqueo de capital y si ha de ser comunicada a la SEPBLAC.

9.2.2. Reducción de costes legales

Los costes legales que afrontan las aseguradoras cuando deciden ir a los tribunales, o cuando deciden no hacerlo, pueden ser optimizados mediante algoritmos de aprendizaje automático. Según el estudio realizado por ICEA en 2021 sobre la medición de asuntos judiciales, y realizado con un conjunto de compañías que suponían el 76,3% de la cuota de mercado, se produjeron unos 190.000 asuntos judiciales con componente asegurador, suponiendo un 6% del total de los asuntos judiciales en el mismo periodo. Además, en el 67% de los casos, la entidad aseguradora era la reclamada, frente al 33% en el que figuraba como reclamante. Un sistema correctamente alimentado con sentencias, jurisprudencias, e incluso los abogados propios, contrarios y jueces podría permitir a las aseguradoras determinar:

- Posibles demandas en las que en base a datos históricos el sistema determine que hay posibilidades o no de ganar, o si es más óptimo intentar llegar a un acuerdo o no seguir adelante con el proceso judicial, más aún si hay posibilidad de que el proceso escale hasta tribunales superiores, derivando en posibles recargos.
- Siniestros en los que sea rentable repetir contra el culpable, ya sea el propio asegurado o un tercero.

10. APLICACIÓN DE LOS ALGORITMOS DE AGRUPACIÓN

En estos algoritmos se busca, como en los de clasificación, que la máquina catalogue los elementos, pero en este caso, será la máquina la que deberá deducir las características bajo las que puede agrupar de manera eficiente todos los elementos analizados. Un ejemplo habitual es el reconocimiento de patrones de conducta de compradores, o la búsqueda de casos atípicos y fraude.

10.1. Usos actuales

Los algoritmos de agrupación se usan ya en la actualidad en los siguientes campos:

10.1.1. Fraude

La aplicación estrella en la actualidad para este tipo de algoritmo es el de detección de fraude, mediante la detección de patrones de comportamiento determinados en los clientes. Estos patrones dependerán de si el ramo es vida o no vida, si es autos, accidentes o responsabilidad civil donde la forma de incurrir en fraude es completamente distinta, y, por lo tanto, los patrones de comportamiento de los defraudadores también. Pero no todos los fraudes tienen el mismo *modus operandi*, por lo que esta tipología de algoritmos de aprendizaje automático sirve también para detectar los casos atípicos, los que se salen de la norma, para que puedan ser estudiados y verificados manualmente por los empleados de la compañía.

Esta es la funcionalidad de los algoritmos de agrupación, e incluso se podría decir que de todo el aprendizaje automático, que más impulso ha recibido por parte de aseguradoras de todo el mundo. Ejemplos públicos como el de Anadolu Sigorta²⁹ en Turquía son escasos, pues las compañías no suelen publicitar sus avances en esta área, pero un gran porcentaje de ellas ya están aplicando esta tecnología en base a las entrevistas realizadas para la realización de este trabajo.

Sin embargo, si hay trabajos académicos disponibles como (Yashraj Gupta, Markov model with machine learning integration for fraud detection in health insurance, 2021) en los que se prueba la precisión de detección del fraude mediante aprendizaje automático.

²⁹ Artículo ([enlace](#)) de knowledge.friss.com detallando el caso de uso y éxito de Anadolu Sigorta con los algoritmos de agrupación

10.1.2. Patrones de conducta

El uso de estos algoritmos para la identificación de patrones de conducta, aparte de la lucha contra el fraude, no está muy extendida en la actualidad entre las compañías aseguradoras. La retención de clientes es el área que más focaliza los esfuerzos, con el fin de reducir el porcentaje de estos que abandonan la compañía.

Una de las aplicaciones que también presenta un importante potencial es el de la venta cruzada, mediante detección de comportamientos que hagan que dicha compra sea más factible en unos clientes que en otros, como refleja (Sanchez Sardaña, Modelo predictivo de venta cruzada en productos de Vida y Salud : Random Forest vs XGBoost, 2022).

10.2. Usos futuros

La búsqueda de patrones más complejos abre la puerta a futuras aplicaciones en los seguros, algunas no exentas de dificultades u obstáculos legales en su aplicación.

10.2.1. Búsqueda de patrones cada vez más complejos en fraude

Si bien ya se está trabajando en atajar el fraude cometido por los clientes mediante patrones de comportamiento, esos patrones deberán ir aumentando en complejidad, puesto que los métodos de fraude cada vez son más sofisticados.

Otro fraude importante es el interno, el que se comete por empleados de la propia compañía, y que la búsqueda de casos atípicos o patrones ya conocidos podrá ayudar a detectar y cortar. Comportamientos como el pago a una cuenta distinta de la del cobro del recibo, o sobrecostos bajo un mismo tramitador pueden ser patrones que detecte el aprendizaje automático sin tener que parametrizarlos previamente. Incluso el que se comete por los proveedores, como talleres, reparadores, ..., es susceptible de análisis mediante estas herramientas.

Relacionado con la prevención del fraude, la demostrada vinculación entre el seguro de no vida y la economía y la búsqueda de patrones permitiría detectar posibles fraudes como los comúnmente conocidos como 'cerillazos', o incendios provocados en negocios en quiebra.

10.2.2. Suscripción o selección preventiva

Con los datos públicos que existen en la actualidad en Internet, y los que se prevé que haya en el futuro, se podría llegar a hacer un perfil del posible cliente para determinar aspectos como si lleva un estilo de vida saludable (hace deporte o sube videos

conduciendo a 200 km/h), si está públicamente involucrado en un posible delito que pueda afectar a la solvencia o si presenta una animadversión hacia las aseguradoras en sus redes sociales que lo hagan más propenso a cometer fraude, etc.

10.2.3. Patrones de potenciales siniestros

A partir de los datos históricos que se tengan junto a los de otras fuentes externas, se pueden establecer patrones de siniestralidad, de manera que se pueda prever con antelación que un cliente pueda tener un siniestro.

En hogar, por ejemplo, los patrones climatológicos junto al histórico de daños en viviendas, aunque estuviesen cubiertas por el Consorcio, permitiría advertir a los clientes con antelación para que tomase las necesarias precauciones.

En autos, a partir de datos de siniestralidad, defensa de multas por velocidad y datos de la DGT, se podría, por ejemplo, advertir a clientes de posibles puntos negros en el entorno de su domicilio.

En salud, a los clientes que no hayan acudido en un tiempo determinado al médico y que tengan un factor de riesgo (por ejemplo, la edad), se les puede ofrecer un chequeo médico, ya que una enfermedad cogida a tiempo es más económica.

10.2.4. Reducción de costes legales

Como ya se apuntó en los algoritmos de clasificación, el aprendizaje automático es una herramienta eficaz para reducir gastos legales, y en particular, el reconocimiento de patrones puede beneficiar:

- Identificando siniestros rechazados que han derivado en abandono del cliente y/o costes judiciales en los que se repita un patrón, por ejemplo, de mala gestión y/o explicación de las cláusulas.
- Evaluar los costes asociados al recargo cuando la entidad aseguradora incumple su obligación del pago mínimo que establece el artículo 18 de la Ley del Contrato del Seguro dentro de los cuarenta días a contar desde de la recepción, por parte de la aseguradora, de la declaración del siniestro. En estos casos, se buscaría un patrón identificable en la gestión de los mismos, ya sea por un proceso interno que ralentiza la gestión, o por algún factor humano, que haya causado esos sobrecostes.
- Buscando patrones que expliquen las razones por las que no se ha repetido en plazo y forma en el tiempo contra el asegurado tras el momento del pago, cuando

esta falta de repetición haya supuesto unas ganancias potenciales no obtenidas que hubieran justificado la acción en su momento.

- Determinando patrones entre los siniestros acaecidos entre el mes de gracia y el fin de los seis meses que establece el artículo 15 de la LCS (cuando en el histórico de movimientos de la entidad aseguradora no figure reclamada la prima pendiente de pago en dicho periodo de seis meses), y en los que la cobertura de Responsabilidad Civil seguía vigente. Los algoritmos podrían determinar si medidas como una carta certificada o burofax habrían supuesto un ahorro global o no frente al pago de dichos siniestros, para poder actuar *ex ante* a los hechos en las pólizas que presenten un comportamiento similar al detectado en el algoritmo en cuestión.

Sin embargo, hay que recordar que la implementación de este tipo de algoritmos conlleva unos gastos significativos, en IT, personal especializado como analistas de datos, y la preparación de los datos y alimentación misma de los algoritmos, por lo que hay que tener siempre en cuenta el coste de la inversión frente al beneficio esperado.

10.2.5. Determinación de nichos de cartera óptimos

La mutualización, principio fundacional sobre el que se basa el seguro, permite que las cuentas de las entidades aseguradoras se sostengan mediante este reparto solidario de gastos entre los asegurados mediante la prima. Aunque ya se ha mencionado anteriormente la fijación de precios como una herramienta que permita mejorar el beneficio mediante un ajuste más preciso de la prima a los asegurados, normalmente una entidad aseguradora puede tener en su cartera determinados grupos de asegurados a los que, por motivos comerciales, por ejemplo, no le interesa aplicar esas políticas de precios, y que, sin embargo, no le reportan la rentabilidad que sería deseable. Una aplicación de los algoritmos de clasificación es la posibilidad de buscar las características que definen en común a los miembros de los nichos de cartera más y menos rentables. Con esta posibilidad, la entidad aseguradora puede buscar el optimizar su beneficio, poniendo foco en la búsqueda de los clientes o colectivos más rentables y compensar aquellos que no lo son tanto.

11. APLICACIÓN DE LOS ALGORITMOS DE ASOCIACIÓN

Los algoritmos de asociación son una poderosa herramienta para determinar vinculaciones entre un aspecto y otro, u otros encadenados. A diferencia de la regresión, en donde se trataba con datos numéricos, aquí se puede trabajar con conceptos de todo tipo. Un ejemplo sería encontrar una vinculación entre la subida de la prima de un vehículo, la posterior recepción de una queja por parte del cliente y su desestimación, y un siniestro de chapa sin contrario en un plazo breve. Aquí, habría un encadenamiento de cuatro conceptos, que depende cada uno del anterior.



Fuente. Elaboración propia

Sin embargo, estos algoritmos presentan la desventaja de la excesiva complejidad cuando el número de variables es alto, lo que puede producir un excesivo número de relaciones que haga intratable el modelo, y el elevado número de variables que puede llegar a manejar, que puede complicar la parametrización del mismo. Por ello, es un tipo de algoritmo que ha de ser manejado con precisión.

11.1. Usos actuales

La búsqueda de comportamientos basada en características no numéricas está permitiendo buscar patrones complejos como los de las mafias en los fraudes, o las acciones que toman los clientes en función de cómo ha sido su experiencia de cliente reciente.

11.2. Usos futuros

La madurez del uso de estos algoritmos debe permitir en el futuro refinar los usos actuales para ser más efectivos, y la ampliación a otras posibles búsquedas de relaciones como podrían ser:

- Queja o denegación de siniestro, juicios perdidos y posteriores acciones del tomador, como excesivos siniestros, intento de fraude, ...
- Quejas de clientes, y posterior cancelación de pólizas
- Satisfacción con el servicio prestado, y posterior renovación y/o compra de otro producto, nuevo cliente por recomendación, ...

12. APLICACIÓN DE LOS ALGORITMOS DE REDES NEURONALES

Entre los algoritmos más potentes dentro del aprendizaje automático se encuentran las redes neuronales.

Definidas por primera vez en la década de 1940, el concepto de las mismas es relativamente simple: emular las conexiones nerviosas del cerebro humano y el modo en que este procesa la información.

Al usar miles de neuronas artificiales dispuestas en múltiples capas, solo quedando a la vista para el usuario la capa inicial, o de entrada, y la de salida en la que se obtendrá el resultado, quedando la lógica del razonamiento oculta e imposible de explicar a un ser humano, su aplicación en áreas sensibles suele despertar recelos como sustituto de las decisiones humanas.

Sin embargo, bien entrenadas, las redes han demostrado su potencia en cuatro campos:

- Reconocimiento de voz
- Reconocimiento de objetos
- Reconocimiento de caracteres
- Reconocimiento de personas

Derivado de las anteriores, otra capacidad que está avanzando en la actualidad es la IA Generativa. Este tipo de IA permite, a partir de datos preexistentes, generar nuevos datos, más o menos parecidos a los iniciales, o mezcla de los mismos. Existen aplicaciones que permiten generar, entre otros:

- Imágenes ([Midjourney](#))
- Video ([Synthesia](#))
- Música ([Musi-co](#))
- Voz o video desde texto ([Descript](#))
- Conversaciones ([ChatGPT](#))
- Código ([Copilot](#))

12.1. Usos actuales

12.1.1. Autenticación de personas

Unas de las aplicaciones más evolucionadas de las redes neuronales son aquellas destinadas al reconocimiento biométrico de personas mediante aspectos tales como la voz, la cara, huella, iris o la firma.

El uso de este tipo de algoritmos en los seguros ha permitido la autenticación de operaciones por parte de los usuarios, lo que redundará en la seguridad jurídica de cara a posibles reclamaciones posteriores.

Sin embargo, estos métodos de comprobación de identidad pueden encontrar un obstáculo en la legislación de protección de datos, ya que no solo son datos de carácter personal, sino que a través de, por ejemplo, el iris, se pueden detectar enfermedades³⁰ propias del iris o incluso externas a este, por lo que precisarían un mayor nivel de protección de los datos.

12.1.2. Procesamiento de documentación

Un área donde las redes neuronales más están impactando en empresas de todos los sectores actualmente es el procesamiento automático de documentación. La recepción, por ejemplo, de correos electrónicos, y en base a su contenido, el reenvío del mismo a un departamento u otro es uno de los ejemplos más claros de la potencia de estas herramientas, que permiten generar ahorros de costes en las empresas al no tener que emplear trabajadores en tareas en las que no se aporta valor y que consume tiempo y esfuerzo.

12.1.3. Reconocimiento de daños en vehículos

Sin duda alguna, una de las funcionalidades estrella que puede proporcionar la inteligencia artificial en el mundo asegurador es la identificación y tasación de daños, principalmente en el ramo de auto, a partir de imágenes y sin la intervención de un perito. Las aseguradoras llevan años intentando desarrollar sistemas que permitan la verificación automática de daños, y no ha sido hasta la completa irrupción del aprendizaje automático, apoyado por lenguajes de programación como Python o R,

³⁰ Blog ([enlace](#)) de www.oftalvist.es donde se mencionan enfermedades detectables en el iris humano

cuando se ha dado un salto cualitativo en el uso y acierto de estas herramientas, que ya están usando con éxito algunas aseguradoras³¹.

El uso del aprendizaje automático y la inteligencia artificial en la tasación de daños tiene ventajas innegables para la entidad aseguradora:

- Ahorro en costes, tanto en personal, como en la ejecución y en la logística de las piezas necesarias para la reparación.
- Velocidad, puesto que se puede realizar en tiempo real a partir de las imágenes enviadas por el cliente, sin tener que esperar al perito o al taller.
- Reparaciones más precisas, pudiendo servir a su vez la tasación tanto como auditoría de tasaciones realizadas por peritos como para prevención de fraudes internos.
- Evita fraudes por parte del cliente si el daño estaba en imágenes anteriores al siniestro.
- Permite la detección de daños previos a la suscripción de la póliza.

Existen soluciones comerciales que tratan de cubrir esta área en la actualidad. Sin embargo, no todas las entidades deciden reparar de la misma forma siniestros similares (usando, por ejemplo, piezas *Original Equipment Manufacturer* u *Original Equipment Supplier*), por lo que puede ser precisa una personalización del entrenamiento de la red neuronal en base a los criterios de dicha entidad.

12.2. Usos futuros

12.2.1. Identificación de parámetros personales a partir de una imagen

En la actualidad, Zurich, en su web [azul.zurich.es](https://www.azul.zurich.es) permite obtener una cotización para un seguro de vida. En dicha aplicación, a partir de la imagen que capta el dispositivo en tiempo real del usuario, se determina la edad, peso y altura entre otros, aunque requiere la confirmación final del usuario a dichas estimaciones (lo que a su vez retroalimenta el sistema para hacerlo más preciso).

Con el desarrollo de modelos más complejos, se podrá, con bastante precisión, determinar, a partir de imágenes o voz del cliente, aspectos tales como:

³¹ Noticia ([enlace](#)) dentro del portal de MAPFRE ([noticias.mapfre.com](https://www.noticias.mapfre.com)) con el premio Cionet Vocento a MAPFRE por la verificación automática de daños en vehículos mediante IA

-
- Posibles patologías no declaradas
 - Mentiras por los gestos corporales y/o tono de voz

12.2.2. IA generativa

A medida que avancen y sean más precisas las IA generativas, sus aplicaciones en el sector asegurador se podrán extender a múltiples áreas: apoyo a los desarrolladores con las IA generativas de código, conversaciones con el usuario cada vez más elaboradas y complejas, ...

Sin embargo, esta es una de las IA que más inversión requiere, tanto económica como computacional, por lo que el beneficio futuro deberá estar bien justificado.

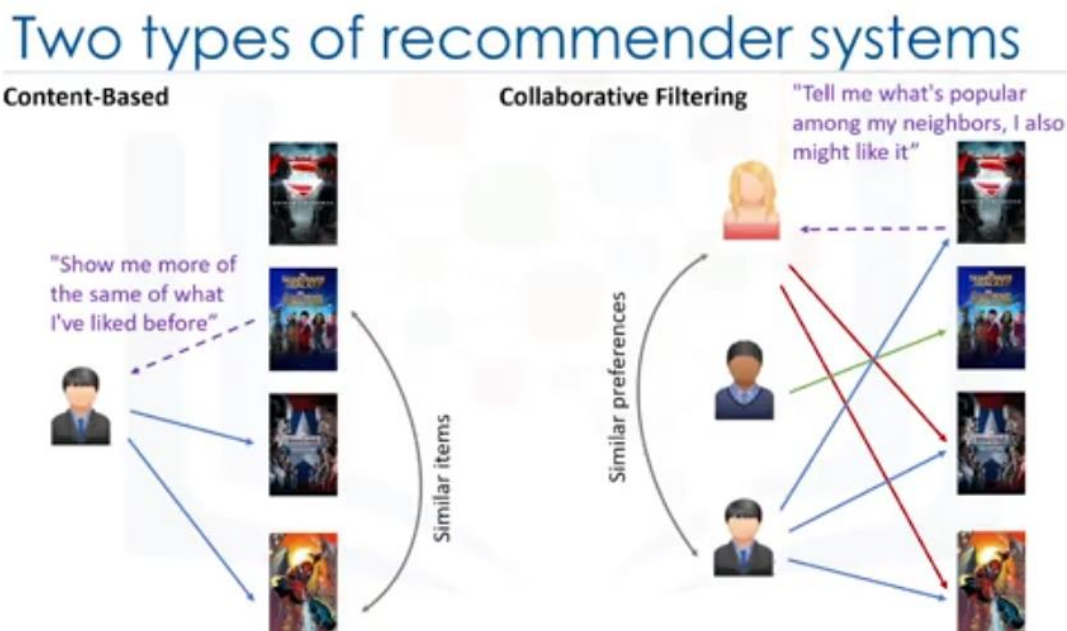
13. APLICACIÓN DE LOS ALGORITMOS DE SISTEMAS DE RECOMENDACIÓN

Los sistemas de recomendación son habituales en los gigantes tecnológicos, como Amazon al ofrecer lo que otros clientes compraron cuando eligieron el mismo artículo que un usuario tiene en la cesta, o Netflix que recomienda películas y series en base a gustos de personas que puntuaron de igual manera las mismas películas y series que tanto esos clientes como el cliente que recibe la recomendación ya vieron.

Entre estos algoritmos hay dos tipos, los basados en contenido o los de filtrado colaborativo.

En los primeros, la recomendación se hace en base a unas parametrizaciones de cada contenido. Son las que, tras ver una película de superhéroes en Netflix, recomienda otras del mismo género, o cuando en Amazon, tras haber comprado el libro 'El capitán Alatriste' de Arturo Pérez-Reverte, ofrece otros libros del mismo autor.

Los de filtrado colaborativo, por su parte, se basan en las valoraciones, o comportamiento de otros usuarios para realizar las recomendaciones. Así, en Netflix, cuando se puntúa la película o serie con un 'Me gusta', el algoritmo busca usuarios que tengan los mismos 'Me gusta' en las mismas películas, y ofrece aquellas que figuren como no vistas y que gustaron a dichos usuarios.



Fuente: IBM. Certificación de ciencia de datos.

Dado que no es habitual que un cliente tenga más de una póliza para un mismo tipo de ramo (salvo 2 o más vehículos o viviendas), el tipo de algoritmo que más puede aplicar al sector seguros es el colaborativo.

Sin embargo, ante la ausencia de marcas del estilo 'Me gusta' como puede haber en las plataformas antes mencionadas, se pueden usar otros criterios para determinar la satisfacción o no del cliente con cada tipo de producto, como son el haber realizado una encuesta de satisfacción NPS®, haber renovado, haber incrementado el número de productos contratados, o cualquier criterio que la compañía considere como indicador del agrado del cliente con cada producto.

13.1. Usos actuales

En la actualidad, hay poca implantación de estos algoritmos de recomendación en los sistemas de las compañías de seguros.

La dificultad de tener estos sistemas incorporados en las empresas es que deben tener acceso a todos los datos del cliente y sus productos, mientras que, en la mayor parte de las compañías, especialmente en las grandes y las multiramo, los datos y las aplicaciones no están centralizadas, debido a la evolución a lo largo de décadas, cambios de tecnologías, adquisiciones, etc.

13.2. Usos futuros

Las posibilidades de este tipo de algoritmo están aún por ser desarrolladas en todo su potencial. En una sociedad como la actual en la que las interacciones son cada vez más inmediatas con el usuario, la posibilidad de ofrecer a un cliente un producto B cuando se vea que acaba de contratar el producto A, en base a sus otros productos de cartera, características del cliente y comportamiento del resto de clientes de cartera, y ofrecérselo en la propia compra del producto A puede ser decisivo para conseguir un cliente más global y fiel.

Este concepto de recomendación puede adquirir una dimensión más transversal, en lugar de limitarse al propio seguro, pasando, por ejemplo, a poder recomendar servicios o productos concertados para el hogar, la empresa, el vehículo, etc. La diversificación de servicios y productos es una realidad hacia la que se mueven entidades del sector, y en especial en banca seguros, donde la oferta cruzada de productos en la actualidad es mayor que en las aseguradoras tradicionales.

14. APLICACIÓN DE LOS ALGORITMOS DE PROCESAMIENTO NATURAL DEL LENGUAJE

Esta es la aplicación a la que más habituado está el público en general, pues se convive a diario con los asistentes de voz en relojes, móviles, altavoces, coches, contestadores automáticos o *ChatBot*, etc.

Desde los más simples que solo pueden reconocer unas pocas palabras habladas o escritas, hasta los más sofisticados que pueden llegar a interactuar con el usuario, las aplicaciones, y los retos que conllevan, cubren un amplio abanico.

14.1. Usos actuales

Los usos que se le está dando a esta capacidad en la actualidad es doble: reconocimiento y generación, tanto en voz como en texto.

14.1.1. Voz

Dentro del campo del reconocimiento y síntesis de voz, están los contestadores automáticos, que permiten encaminar al cliente durante la atención al mismo y entender, de una manera más o menos limitada, el motivo de la llamada telefónica.

La evolución de estos sistemas en los últimos años, respecto a las primeras versiones que se implantaron, ha sido considerable, sobre todo en el entendimiento del usuario. Sin embargo, sigue afrontando problemas en la comprensión de acentos muy marcados o idiomas de ámbito más restringido, y, por lo tanto, con menos muestra para entrenar el modelo.

La generación de voz de manera automática también ha evolucionado, pasando de una voz metálica y sin vida hace años, hasta unas voces mucho más naturales en la actualidad.

14.1.2. Texto

El entendimiento de texto por parte de los *ChatBots* ha podido evolucionar mucho más que la voz. Uno de los ejemplos más avanzados de procesamiento natural de texto se encuentra en sistemas de inteligencia artificial conversacionales como ChatGPT, Google Bard, YouChat, ChatSonic, Bloom o Perplexity AI. Su aplicación en canales como el WhatsApp permite al cliente interactuar con la compañía de manera dinámica.

14.2. Usos futuros

El uso de procesamiento natural del lenguaje, tanto en voz como en texto, tiene innegables ventajas en el sector asegurador para la atención al cliente. Sin embargo, hay aspectos que han de ser tenidos en cuenta a la hora de atender a los clientes de manera automática en lugar de hacerlo una persona:

- Los *ChatBot* han demostrado ser ineficaces a la hora de manejar algunas emociones humanas o actitudes, como el sarcasmo³².
- El mantenimiento del contexto de la conversación ha sido motivo de fallos reportados en algunos *ChatBot*.
- El trato con lesionados por parte de una máquina en lugar de una persona puede ser percibido como frío³³.
- Los momentos de la verdad de la experiencia de cliente en general, y en los seguros en particular en el siniestro y la asistencia, son las situaciones en las que el cliente exigirá mayor calidad a la entidad, y que en general, estos sean gestionados por máquinas puede ser perjudicial. Así, por ejemplo, una persona que llame para solicitar una grúa desde una carretera aislada y peligrosa no valoraría igual el servicio que el de la persona que lo solicitó desde el centro de una ciudad segura, aunque la atención automática haya sido idéntica y eficaz.

A pesar de ello, como aplicación futura en el procesamiento del lenguaje, la interpretación del tono de voz del cliente para determinar la posibilidad de fraude es una opción que puede, en el futuro, si no sustituir, complementar a la atención personal del cliente, y ser usado como indicador de posible engaño por parte del cliente.

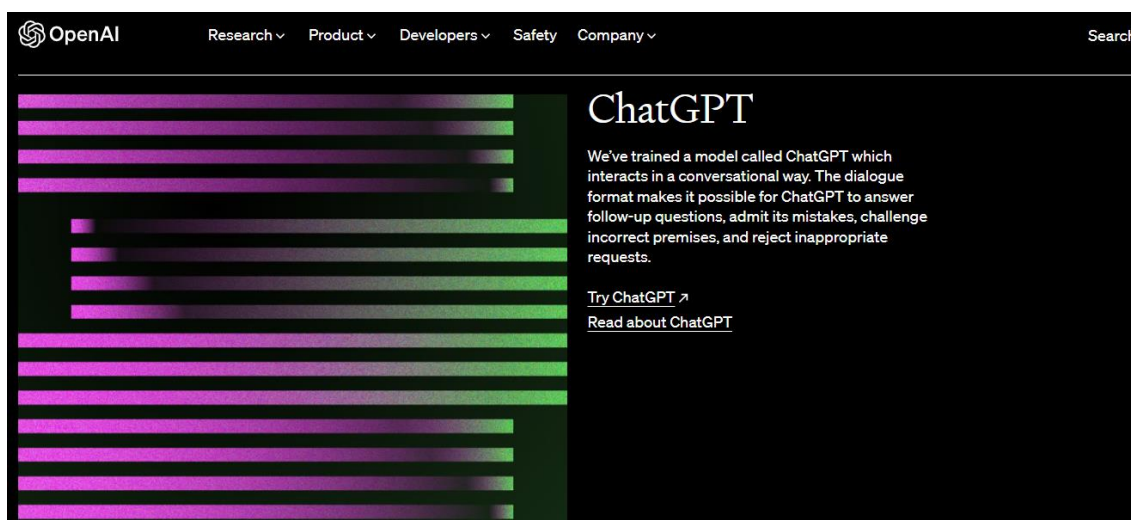
³² Artículo ([enlace](#)) de www.netomi.com sobre fallos en los Chatbot

³³ Artículo ([enlace](#)) dentro de segurosnews.com en el que el director general de Transformación de Operación y Chief Innovation Officer (CIO) de Mapfre, José Antonio Arias, afirma que no se automatizará la tramitación de un accidente con lesionados

15. OTROS ELEMENTOS DE ACTUALIDAD: CHATGPT, WEREABLES, INSURTECH, ...

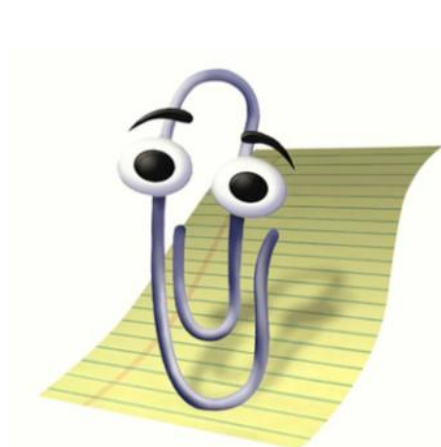
15.1. ChatGPT

A los pocos meses de determinar cuál iba a ser el contenido de esta Memoria Fin de Máster, irrumpió en las noticias con fuerza un nuevo actor que lleva meses acaparando la atención de los medios, disparando las elucubraciones de periodistas, aficionados y profesionales: ChatGPT, el sistema de Inteligencia Artificial de OpenAI.



Fuente: www.openai.com, compañía desarrolladora de ChatGPT

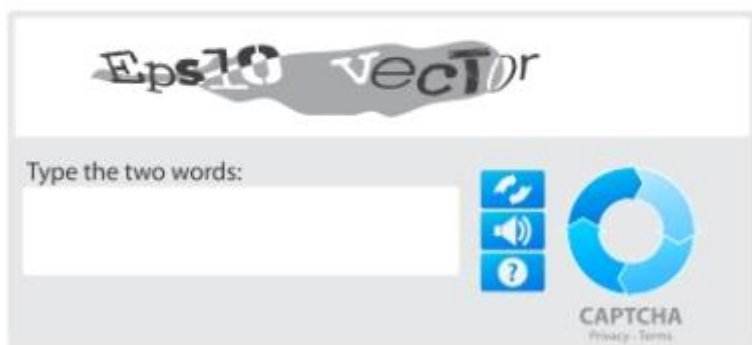
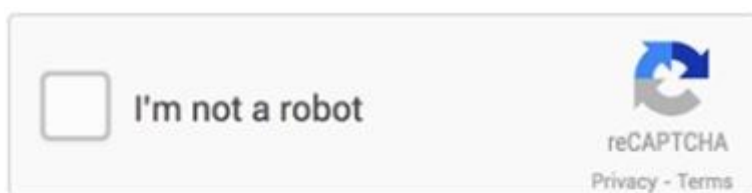
El avance que ha supuesto esta Inteligencia Artificial es innegable. Las capacidades de interacción y conocimiento con el que ha sido entrenado exceden, con mucho, a versiones anteriores de otras compañías, que circunscribían el ámbito de aplicación de las IA a unos conceptos muy concretos, desde el denostado clip de Office, hasta las versiones corporativas para un aspecto en concreto de los ya vistos en este trabajo.



Fuente: Microsoft Office 2003

Sin embargo, han sido muchos los detractores de esta inteligencia artificial, por diversos motivos, y precisamente estas primeras reacciones marcarán las acciones ante las diversas versiones que otras compañías desarrollen y su aplicación en diferentes entornos. Los críticos han surgido por razones tan diversas como:

- Intentar demostrar que se le podía hacer entrar en contradicciones lógicas, o su incapacidad para resolver problemas de ingenio como adivinanzas. Estos intentos de ataque a ChatGPT sirven, cuando tienen éxito, para demostrar que esta inteligencia artificial no es capaz de pasar el test de Turing³⁴, prueba para demostrar si una máquina es capaz de tener un comportamiento similar al de un ser humano e indistinguible de este, propuesto por Alan Turing. Una versión simplificada e inversa del test de Turing lo encontramos en los códigos CAPTCHA que algunas páginas presentan para darse de alta o acceder a un determinado contenido, ya que no existe un software que, automáticamente, sea capaz de resolverlos, por lo que solo un ser humano será capaz de resolverlo.



Fuente: www.presteamshop.com

- Bloqueos de acceso como el que decretó la *Autorità Garante per la protezione dei dati personali* de Italia³⁵ o el estudiado por la *Office of the Privacy Commissioner of Canada/Commissariat à la protection de la vie privée du Canada*³⁶, por el uso, tratamiento y comunicación de datos sin consentimiento.

³⁴ Página ([enlace](#)) de es.wikipedia.org explicando la prueba de Turing

³⁵ Página ([enlace](#)) de www.linkedin.com de la *Autorità Garante per la protezione dei dati personali*

³⁶ Página ([enlace](#)) de www.linkedin.com de la *Office of the Privacy Commissioner of Canada/Commissariat*

-
- Filtraciones de datos empresariales privados, como el ocurrido en Samsung, donde al usar ChatGPT para intentar resolver un problema, introdujeron información confidencial de la empresa, que posteriormente usa OpenAI para retroalimentar su sistema y que pasó a estar en sus servidores³⁷.
 - Sesgos en los datos, dado que el sistema se ha alimentado, entre otros, de información en sitios web. El haber introducido datos de Internet puede derivar en sesgos o datos erróneos. Así, por ejemplo, la mayor presencia de determinados idiomas en Internet frente a otros produce un sesgo en cantidad de información. Corrientes de desinformación como las vividas en elecciones generales en EE.UU. o *fake news*, creencias contrarias a la ciencia o no demostradas, o simplemente desconocimiento que quede reflejado en Internet puede generar cantidades ingentes de información errónea para los sistemas de inteligencia artificial que, como ChatGPT, usa la red como una de sus fuentes de datos.
 - Manipulación de los datos, generándose datos erróneos o sesgados de forma deliberada para manipular la alimentación de ChatGPT y así influir en las respuestas posteriores.
 - Imprecisión en sus respuestas. En determinados campos, como la ingeniería de software, las respuestas que ha dado el sistema no han sido correctas³⁸ o, como ha podido comprobar el propio autor de esta Memoria, los códigos devueltos por el interfaz no siempre funcionaban.

Además, la proliferación de su uso por público en general lo ha convertido en objetivo del cibercrimen debido al potencial que tiene la herramienta para convencer de la veracidad de sus afirmaciones^{39,40,41}.

à la protection de la vie privée du Canada

³⁷ Noticia ([enlace](#)) en www.techradar.com sobre la filtración de datos de trabajadores de Samsung al usar ChatGPT

³⁸ Artículo ([enlace](#)) en www.techradar.com en el que se destaca que ChatGPT no es una buena base de conocimiento en ingeniería de software

³⁹ Artículo ([enlace](#)) en www.computing.es en el que se destaca el interés que ha despertado ChatGPT como herramienta para el ciberataque

⁴⁰ Artículo ([enlace](#)) en haycanal.com en el que se alerta de cómo la última versión de ChatGPT presenta más ciberamenazas

⁴¹ Artículo ([enlace](#)) en www.resguarda.com en el que se plantea si ChatGPT es un enemigo de la ciberseguridad

15.2. Weraables

La tecnología *wearable*, cuya traducción al español más aproximada sería la de tecnología ponible o vestible, parecía hace unos años que iba a ser la revolución que iba a cambiar por completo nuestra forma de vivir e interactuar. Lo cierto es que proyectos que fueron la estrella de compañías como las Google Glass, gafas que iban a permitir la interacción y la visión en realidad aumentada en nuestro día a día, han dejado de ser vendidas desde el 15 de marzo de 2023⁴².

Otros dispositivos similares han acabado por dejar de ser utilizados por los usuarios, como se ha reflejado en estudios como el publicado por The Guardian⁴³, en el que se ponía de manifiesto que un tercio de los relojes inteligentes acaban sin ser usados, o revendidos en páginas como eBay en cuestión de meses.

15.3. IoT

El Internet de las cosas (IoT = *Internet of Things*) es una tecnología destinada a hacer cada elemento de nuestras vidas, desde las prendas o *wearables* ya mencionados, hasta coches, electrodomésticos, elementos de domotización, etc.

Sin embargo, aunque las supuestas ventajas que presentan en el día a día son varias para el usuario, no están exentas de riesgos, y algunas han mostrado vulnerabilidades demasiado graves. Un ejemplo puede ser la Inyección SQL, una técnica de hackeo a sistemas que en las aplicaciones web ya está estudiada y se sabe cómo evitar desde hace años, pero que en aplicaciones del IoT se ha encontrado como vulnerabilidad. Es tal la falta de seguridad en algunos de estos componentes que el lector puede encontrar abundante literatura al respecto, e incluso herramientas de hackeo ético para este tipo de dispositivos específicos⁴⁴.

Se pone muchas veces este tipo de elementos como una potencial fuente de datos que complementa la información de los clientes de las aseguradoras, en busca de precio más ajustados, por ejemplo, conociendo los hábitos de conducción. Sin embargo, estas vulnerabilidades que presentan deben ser tenidas en cuenta, puesto que puede derivar en una entrada falsa de los datos a la aseguradora, de manera intencionada o no por parte del asegurado.

⁴² Página ([enlace](#)) de www.google.com en la que se comunica que ya no se venderán Google Glass a partir del 15 de marzo de 2023

⁴³ Artículo ([enlace](#)) en www.theguardian.com en el que analiza por qué uno de cada tres consumidores abandona los *wearables* en menos de seis meses

⁴⁴ Artículo ([enlace](#)) en www.analyticsinsight.net sobre las 10 mejores herramientas de hackeo para IoT

15.4. La nube

La nube es una simplificación de un concepto extremadamente complejo técnicamente hablando, y que a veces deriva en falsas creencias, como que la nube no ocupa lugar. Sin embargo, nada más lejos de la realidad, ya que la nube no es más que una serie de servidores físicos localizados en diferentes puntos del mundo conectados entre sí a través de Internet, para almacenar, administrar y procesar datos.

La diferencia con un servidor físico tradicional es, no solo dejar de depender de una dirección física concreta, ya que la nube enmascara toda la infraestructura que hay detrás haciéndola transparente, sino que el usuario tiene herramientas de autogestión en cuanto a capacidades de almacenamiento y/o computación.

Además, proporciona una serie de ventajas:

- Autorreparable, en cuanto a la posibilidad de recuperar datos perdidos.
- Coste más reducido
- Mayor escalabilidad
- Independencia del dispositivo desde el que se conecta
- Virtualización de toda la tecnología por debajo, pudiendo coexistir incluso diferentes sistemas operativos, sin impacto de cara al usuario
- No necesidad de instalaciones en los dispositivos usuarios de la misma

Una última ventaja que se suele otorgar a los servicios en la nube es la seguridad. Sin embargo, la seguridad física de la nube es responsabilidad del proveedor, y el desconocimiento de qué infraestructura física hay detrás de la nube puede ocultar unas medidas insuficientes. No en vano, los servicios en la nube han sufrido un incremento importante de ciberataques en los últimos años⁴⁵.

15.5. Insurtech

El término Insurtech proviene de la unión de dos términos en inglés: *Insurance* y *Technology*.

Aunque por lo general no se asocia el concepto Insurtech con una compañía de seguros tradicional, lo cierto es que el concepto de Insurtech sí puede englobarlas, ya que se refiere a cualquier innovación tecnológica creada e implementada para mejorar la

⁴⁵ Artículo ([enlace](#)) en www.theregister.com sobre el aumento de los ciberataques en la nube

eficiencia, o crear un nuevo servicio, en la industria aseguradora. Por lo tanto, esa innovación tecnológica puede ser aplicada tanto por una compañía tradicional como por una *startup*, o empresa emergente. Además, dichas innovaciones tecnológicas suelen referirse a Inteligencia Artificial, Aprendizaje Automático, *Blockchain* y *Big Data*.

El objetivo final de toda Insurtech puede ser mejorar la experiencia del cliente, mejorar o simplificar la gestión de la póliza y/o del siniestro, incrementar la productividad, lanzar productos más rápidamente, etcétera.

Por lo tanto, una empresa tradicional puede hacer uso de una Insurtech para mejorar algún proceso interno. Y, por el contrario, el hecho de que una empresa nueva use tecnología para un aspecto del negocio asegurador no la convierte en una Insurtech si no está contribuyendo con alguna mejora significativa, basada en tecnología, sobre el mercado tradicional.

Aun así, hay ejemplos, como Lemonade⁴⁶, que sí son aseguradoras y que basan su servicio en una fuerte carga tecnológica, pero que la rigidez de la normativa europea respecto al acceso a la actividad aseguradora no permite la entrada de esta compañía tan rápida en el mercado como lo ha hecho en el americano.

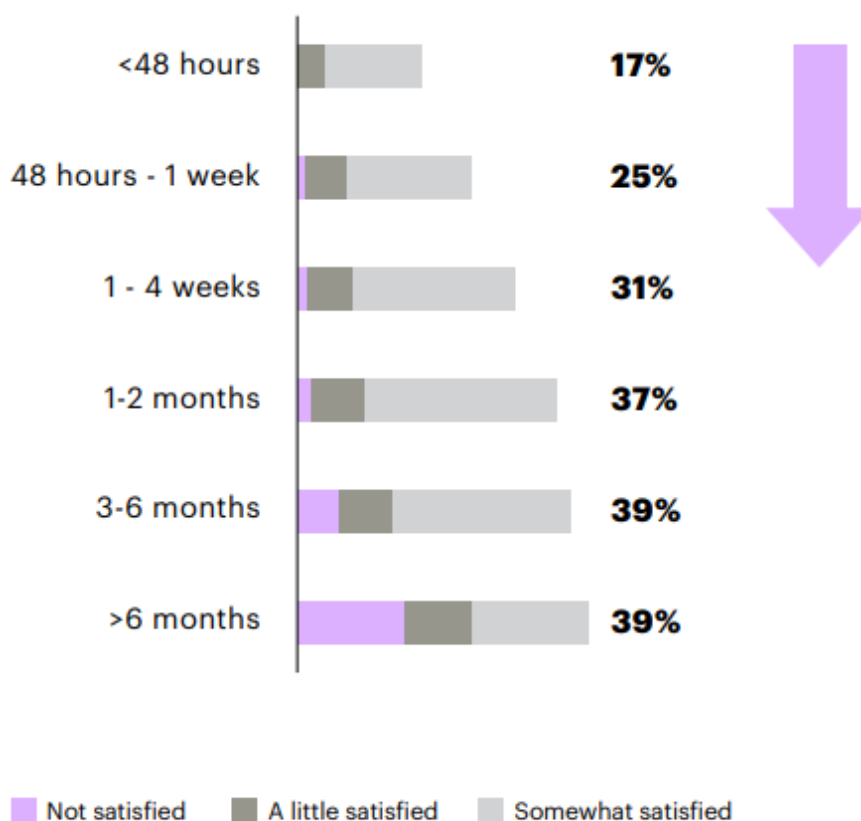
En el caso de Lemonade, no aplica un único tipo de algoritmo de aprendizaje automático ni inteligencia artificial, puesto que aplica estas tecnologías en todas las fases de cara al cliente, llegando a haber realizado la liquidación de un siniestro en un tiempo récord de 2 segundos⁴⁷. Sin embargo, lo que debe plantearse el sector asegurador no es tanto el que se haya hecho, sino que es posible bajo determinadas condiciones, a las que es muy difícil llegar a una empresa tradicional ya establecida con sus sistemas y estructura actuales. Pero si se ha hecho en 2 segundos, y la compañía tradicional tarda a veces meses en la liquidación de un siniestro, en lo que hay que poner el foco es en reducir esa diferencia, pues como se refleja en el gráfico siguiente, el tiempo de resolución de un siniestro es crítico para el cliente.

⁴⁶ <https://www.lemonade.com/>

⁴⁷ Artículo ([enlace](#)) de INESE (future.inese.es) en el que se comenta el caso de Lemonade y su resolución de un siniestro en 2 segundos

Q. How satisfied were you with how the insurance company/agent handled the claim?

% of policyholders not fully satisfied by speed of settlement



Fuente: Accenture (Lorenzoni, 2022)

Un aspecto importante con las Insurtech es el de la seguridad, ya que han de tener niveles de protección similares a los de las entidades aseguradoras cuando traten datos de estas, especialmente si no están anonimizados. Así, por ejemplo, MAPFRE sufrió un ciberataque en agosto de 2020⁴⁸, que fue contenido gracias a las medidas de seguridad de la entidad. Un ataque como este, en una Insurtech sin las medidas de seguridad con

⁴⁸ Artículo ([enlace](#)) de www.businessinsider.es detallando cómo fue la reacción de MAPFRE durante el ciberataque

las que contaba MAPFRE, habría podido generar un daño como el que se ha visto en otros ciberataques^{49,50,51,52}.

15.6. Metaverso

El concepto Metaverso se refiere a cualquier universo o entorno multiusuario, perpetuo y persistente, que mezcle la realidad física con la virtual, usando como apoyo dos tecnologías actuales: la realidad virtual y la realidad aumentada.

Aunque ya hubo un intento previo de creación de un metaverso en 2003 llamado 'Second Life', ha sido el Metaverso creado por Facebook (renombrada como Meta) y su intento de crear un entorno virtual en el que los usuarios interactuarían como si de la novela de Ernest Cline 'Ready Player One' se tratase, la que levantó, inicialmente, una legión de adeptos y profetas^{53,54,55} que veían en esta tecnología un futuro que iba a cambiar por completo la forma de interrelacionarse. Sin embargo, Meta ha sufrido importantes pérdidas y no son pocas las voces que consideran a esta opción un fracaso^{56,57,58,59,60}. Los próximos años irán determinando quién está en lo cierto al respecto.

15.7. Ciberseguridad y ciberresiliencia

Mientras que la ciberseguridad se refiere a las medidas tomadas por una compañía para proteger sus sistemas informáticos de ataques maliciosos, la ciberresiliencia se refiere a la capacidad de una organización o sistema de resistir a los ataques cibernéticos y de recuperarse de forma rápida y efectiva.

⁴⁹Artículo ([enlace](#)) en lisainsurtech.com con los ciberataques mayores de 2021

⁵⁰Artículo ([enlace](#)) de www.insurancebusinessmag.com sobre los ciberataques a la industria aseguradora

⁵¹Artículo ([enlace](#)) de gbhackers.com donde se refleja que la industria aseguradora sufre 12 veces más ciberataques

⁵²Artículo ([enlace](#)) de economictimes.indiatimes.com sobre los ciberataques en India

⁵³Artículo ([enlace](#)) de www.tulankide.com sobre las previsiones de Roberto Romero sobre el Metaverso

⁵⁴Artículo ([enlace](#)) de www.elpais.com sobre el Metaverso

⁵⁵Artículo ([enlace](#)) de www.elpais.com en Cinco Días sobre el Metaverso

⁵⁶Artículo ([enlace](#)) de www.lavanguardia.com sobre el Metaverso

⁵⁷Artículo ([enlace](#)) de vandal.elespanol.com sobre la pérdida de 13.000 millones de dólares de Meta por el Metaverso

⁵⁸Artículo ([enlace](#)) de cuidatuvista.com sobre el posible fracaso del Metaverso y su relación con la vista

⁵⁹Artículo ([enlace](#)) en www.emprendedores.es sobre la pérdida de dinero en negocios por el fracaso del Metaverso

⁶⁰Artículo ([enlace](#)) en es.cointelegraph.com sobre el Metaverso

La seguridad, o la capacidad de defenderse al 100% de ataques informáticos no existe, y estos dos conceptos representan la cara y la cruz de la misma moneda, el antes y el después del ataque, la capacidad para resistir a los ataques informáticos, y, en caso de que alguno supere las barreras puestas por la compañía, la capacidad de la compañía para recuperarse y volver a la situación previa al ataque, siempre con el menor impacto para el negocio.

Los datos de los clientes es uno de los bienes más preciados de las compañías aseguradoras, y si trabaja en el ramo de salud, esta información se vuelve aún más crítica de ser salvaguardada ante posibles ataques externos. Ejemplos de estos ataques los vemos en empresas como la firma americana de salud Lehigh Valley Health Network, que, tras un ataque de ransomware (secuestro de software por el que se pide un posterior rescate para liberarlo), vio como fotos de pacientes oncológicos quedaban expuestos en Internet⁶¹.

⁶¹Noticia ([enlace](#)) aparecida en www.escudodigital.com acerca de grupo ransomware que tras ciberataque, publicó fotos de pacientes con cáncer.

16. CONCLUSIONES TÉCNICAS

A lo largo del presente estudio se han podido explicar los diferentes tipos de algoritmos de aprendizaje automático que existen, diferenciando así las posibilidades de estas tecnologías.

En todos ellos, se han presentado las capacidades o funcionalidades que dichos algoritmos ofrecen, y cómo las aseguradoras ya están implementándolas en algunos casos.

Igualmente, se ha puesto de relieve el potencial que aún está por desarrollar en estos algoritmos, y su impacto en el sector, con múltiples ejemplos de usos que aún no están generalizados, pero que la tendencia que muestra el sector hacia esta tecnología apunta a que se harán más comunes con el paso del tiempo.

El aprendizaje automático y la inteligencia artificial han llegado al sector de los seguros con la promesa de beneficios importantes para aquellas compañías que los sepan y puedan implementar.

Desde la introducción de la informática en las compañías de seguros, no ha habido un impacto tan grande en el sector, y los próximos años marcarán de manera significativa por donde se irá transformando la operativa del seguro: regulación que prohíba o restrinja determinadas acciones, reestructuraciones dentro de las propias compañías, tanto en la forma de operar como de organizarse, y posibilidades impensables hasta ahora que irán surgiendo con el paso del tiempo. Sin embargo, viendo cómo ha sido la historia de la informática en la empresa privada a lo largo de los años, se verán tanto proyectos que reporten un beneficio importante a las compañías, como inversiones económicas que no darán los resultados esperados, y que solo un buen conocimiento de la tecnología y una colaboración con el negocio podrán minimizar los segundos en favor de los primeros.

17. REFLEXIONES PERSONALES

ChatGPT. Un punto de inflexión

Desde que en noviembre de 2022 se presentase ChatGPT al público, el escaso año desde entonces hasta el momento de la presentación de este trabajo ha sido testigo de cómo la Inteligencia Artificial ha saltado desde su ámbito más formal y profesional, a que se haya generalizado en las noticias y conversaciones de gente ajena al entorno.

Inteligente. La palabra de moda

Esta fiebre por una tecnología que en absoluto es nueva, pero que sí es cierto que va presentando avances significativos a lo largo de los últimos años, ha llevado a que se busque la omnipresencia de esta tecnología, o al menos del apellido 'inteligente' en todas las áreas posibles de nuestras vidas. Ello ha propiciado que las empresas estén invirtiendo grandes cantidades de dinero en este tipo de proyectos, pero a veces sin el criterio o conocimiento debido. La 'asignación inteligente de servicios a proveedores', o el 'enrutamiento inteligente de grúas' son solo dos ejemplos de propuestas hechas en compañías de seguros, pero que el hecho de añadir el adjetivo inteligente no va a suponer un cambio sustancial. Los sistemas actuales de reparto de servicios ya tienen en cuenta, en la mayoría de las entidades aseguradoras, parámetros tales como la distancia al siniestro, la categorización del proveedor, su nivel de calidad, el tipo de cliente, el tipo de servicio requerido, la disponibilidad del proveedor para ejecutar dicho servicio y el tiempo en el que podrá llevarlo a cabo, etcétera. Tienen todo el conocimiento parametrizado y optimizado hace años en sus aplicaciones. Y el enrutamiento de las grúas no es como el de una furgoneta de reparto de mercancías, en el que al inicio del turno tiene toda la lista de destinos. Una grúa no sabe los siniestros que tendrá que atender antes de que ocurran, y únicamente atienden a uno, por lo que lo único que ha de hacer es buscar la ruta más rápida al cliente en función del tráfico, funcionalidad que llevan años aportando los navegadores de carretera.

Elevado coste *versus* beneficio. No siempre se debe aplicar

La inversión en TI es cara, y, por tanto, se debe valorar correctamente en cada caso el coste de la inversión frente al beneficio esperado. Y esta valoración debe ser hecha de manera individual para cada entidad, ya que lo que a una entidad le puede resultar rentable por su ramo de operación, tipología de siniestros, etcétera, a otra puede no resultarle beneficioso. Si bien la tecnología, por lo general, implicará una reducción de costes, habrá veces en las que se esté *matando moscas a cañonazos*.

A día de hoy, el uso de sistemas de bases de datos, por ejemplo, es algo usual y extendido en todas las entidades del sector. Sin embargo, no dejan de ser sistemas costosos, en licencias, almacenamiento y mantenimiento, y hay veces que, dado el poco volumen de datos, o su poco impacto económico, es más operativo, por ejemplo, el mantenimiento de una hoja de cálculo en un repositorio seguro junto a otros muchos documentos que la creación de una base de datos.

Los datos. El factor de éxito, y el mayor riesgo

Ya se mencionaba, al inicio de este estudio, la diferencia de posicionamiento de salida en esta carrera por la aplicación del aprendizaje automático y la inteligencia artificial de las entidades aseguradoras frente a las Insurtech, los dragones digitales, y el resto de empresas de reciente creación. La calidad de los datos con los que se alimente a los algoritmos será clave en su éxito o fracaso, y las entidades aseguradoras tienen aún un largo camino en algunas áreas para que esta calidad sea óptima. Además, el número de entidades aseguradoras ha ido en descenso progresivamente, suponiendo estas fusiones y adquisiciones una tarea extra de integración de datos entre las entidades, lo que es un añadido más a la dificultad de la correcta, y homogénea, calidad del dato.

De igual manera, el dato será el mayor peligro al que se enfrentarán las entidades aseguradoras, ya que la amenaza de fugas o el robo de estos obligará a adoptar medidas de especial relevancia para minimizar el riesgo de un ciberataque. Y muy relacionado con lo anterior, se debe tener muy en cuenta a las Insurtech y sus medidas de seguridad tecnológicas ante estas amenazas, ya que, debido a su menor tamaño y presupuesto, este tipo de compañía puede no contar con el nivel de seguridad equivalente al de las grandes entidades aseguradoras, por lo que se deberá tener en cuenta a la hora de permitir a estas entidades el acceso o trato de los datos de aseguradoras clásicas.

Un futuro brillante, pero no para todo, ni para todos

Está claro que el aprendizaje automatizado y la inteligencia artificial han llegado a los seguros para quedarse, para renovar el sector y evolucionarlo hacia una nueva era. Impactará en todas las áreas del negocio, y aunque haya funciones que se puedan perder en el camino, como en todas las revoluciones tecnológicas sufridas por el hombre, se generarán nuevos puestos, hábitos de trabajo y líneas de negocio

Pero esta revolución no se podrá hacer siempre. Habrá situaciones en las que sea innecesario o ineficiente la aplicación de este tipo de tecnología a un proceso ya

existente. Una correcta selección de dónde y cuándo aplicarla será decisiva en las entidades aseguradoras a la hora de generar ventajas competitivas.

Para aquellas acciones en las que sea económicamente rentable la inversión, las entidades que primero implementen correctamente estas técnicas en dichas acciones obtendrán unas ventajas competitivas que se irán diluyendo a medida que el resto de competidores copie o desarrolle sus propias soluciones en los mismos ámbitos. Las aseguradoras que se queden atrás corren el riesgo de quedar fuera del mercado.

Y en el proceso, habrá gente que verá afectada su labor diaria en las compañías de seguros. La reticencia al cambio en estos casos puede ser importante. Durante los años en los que durante mi carrera profesional tuve que tomar requisitos para diseñar aplicaciones informáticas, el compartir el conocimiento con la tecnología ha sido siempre un freno a la hora del éxito de dichas aplicaciones. Los trabajadores, lejos de pensar que la capacidad de aprendizaje de uno mismo y su adaptabilidad ha de ser su mejor baza de cara a mantener el trabajo, en ocasiones han caído en la tentación de 'secuestrar' el conocimiento, creyéndose así imprescindibles en la empresa y que eso le aseguraría el puesto de trabajo. Aquellos trabajadores que opten por esta actitud ante la implantación de estas tecnologías no estarán preparados para los nuevos tiempos que se avecinan. Por el contrario, aquellos que demuestren flexibilidad y adaptación al cambio serán los que podrán compartir y convivir con estas tecnologías.

18. REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

- ABI Research. (2022). 37 Technology stats you need to know for 2023. Nueva York.
- Accenture. (2023). Breakthrough innovation : is your organization equipped for breakthrough innovation?. Dublín.
- Actualidad Económica. (2023). 65 Aniversario : retos tecnológicos del futuro.
- Almirall, E. (2022). ¿Por qué la inteligencia artificial y el 'cloud' están en todas partes menos en tu empresa?
- Araiz Huarte, D. (2023). La Inteligencia artificial como agente contaminante : concepto jurídico, impacto ambiental y futura regulación.
- Ariza Vesga, R. (2022). Nuevas perspectivas del uso de la tecnología en el ámbito del contrato de seguro = New perspectives of the use of technology in the field of insurance contracts.
- Benito Osma, F. (2022). La Digitalización en el mercado de seguros.
- BizClik Media Group. (2023). InsurTech. March 2023.
- BizClik Media Group. (2023). InsurTech. May 2023.
- Boletín Oficial del Estado. (s.f.). <https://www.boe.es/>. Obtenido de <https://www.boe.es/doue/2016/119/L00001-00088.pdf>
- Boston Consulting Group. (2023). *What innovation leaders do differently*. Boston.
- Candelon, F. (2023). *The CEO's Guide to the Generative AI Revolution*. (B. C. Group, Ed.) Boston.
- Canessa Poma, Y. (2022). Predicción de la reserva total de siniestros de un seguro de no vida mediante modelos estocásticos versus algoritmos de machine learning. (U. C. Madrid, Ed.) Madrid.
- Chan, S. H. (2021). *Introduction to probability for Data Science*. (P. University, Ed.)
- Chatdesk. (s.f.). <https://www.chatdesk.com/blog/pros-and-cons-of-chatbots>. Obtenido de <https://www.chatdesk.com/blog/pros-and-cons-of-chatbots>
- Chui, M., Roberts, R., & Yee, L. (2022). *McKinsey technology trends outlook 2022*. (M. & Company, Ed.) Nueva York.
- coit.es. (s.f.). <https://bit.coit.es/data-brokers-presente-y-futuro-de-la-industria-del-dato/>. Obtenido de <https://bit.coit.es/data-brokers-presente-y-futuro-de-la-industria-del-dato/>
- Comisión de prevención del blanqueo de capitales e infracciones monetarias . (s.f.). Catálogos ejemplificativos de operaciones de riesgo de blanqueo de capitales y financiación del terrorismo.
- Comisión Europea. (s.f.). *Libro blanco sobre la IA*. Obtenido de https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/commission-white-paper-artificial-intelligence-feb2020_en.pdf
- Comisión Europea. (s.f.). *Propuesta ley de IA*. Obtenido de https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/IP_21_1682
- Cooper, S. (2018). *Data Science From Scratch*. (D. Science, Ed.)
- Cummings, J. (2022). Using machine learning to better model long-term care insurance claims. (N. A. journal, Ed.)

-
- Cummings, J. (2022). Using machine learning to better model long-term care insurance claims.
- databricks. (s.f.). The Big Book of Machine Learning Use Cases.
- Daugherty, P. (2023). A New era of generative AI for everyone : the technology underpinning ChatGPT will transform work and reinvent business. (Accenture, Ed.) Dublín.
- Diario La Ley. (2023). La Eurocámara, lista para negociar la primera ley sobre inteligencia artificial.
- Duchesnay, E., Löfstedt, T., & Younes, F. (29 de Octubre de 2020). Statistics and Machine Learning in Python.
- Economista Digital. (Diciembre de 2019). Recuperado el 26 de Febrero de 2023, de www.economiadigital.es: https://www.economiadigital.es/tecnologia/el-top-10-de-fracasos-tecnologicos-de-la-decada_20021885_102.html
- El-Arifi, N. (2022). Disruptive technologies : a spotlight on the technologies that will shape our future, through the eyes of senior IT and eCommerce business leaders in the UK, US and China. (W. T. Commerce, Ed.) Londres.
- Eling, M. (2022). The impact of artificial intelligence along the insurance value chain and on the insurability of risks.
- European Commission. (2022). Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on adapting non-contractual civil liability rules to artificial intelligence (AI Liability Directive). Bruselas.
- Fundación MAPFRE. (s.f.). Recuperado el 28 de Febrero de 2023, de <https://www.fundacionmapfre.org/publicaciones/diccionario-mapfre-seguros/grandes-riesgos/>
- Fundación MAPFRE. (s.f.). Recuperado el 28 de Febrero de 2023, de <https://www.fundacionmapfre.org/publicaciones/diccionario-mapfre-seguros/riesgos-de-masa/>
- Fundación MAPFRE. (s.f.). *Diccionario de seguros*. Obtenido de <https://www.fundacionmapfre.org/publicaciones/diccionario-mapfre-seguros/>
- Geeksforgeeks.org. (s.f.). <https://www.geeksforgeeks.org/dimensionality-reduction/>. Obtenido de <https://www.geeksforgeeks.org/dimensionality-reduction/>
- Gómez Jiménez, Á. (2022). Verificación y valoración digital por Inteligencia Artificial (AI).
- Gutiérrez Meléndez, G. (2022). Comparativa de los modelos GLM y GBM para la tarificación de una cartera de autos. (U. C. Madrid, Ed.) Madrid.
- Hutter, F., Kotthoff, L., & Vanschoren, J. (2019). *Automated Machine Learning*. Springer.
- IBM. (s.f.). Certificado Profesional Ciencia de datos IBM.
- ICEA. (Noviembre de 2022). *Las Tecnologías de la Información en el Sector Asegurador. Estadística año 2021. Informe 1726*.
- ICEA. (Octubre de 2022). *VII Termómetro del Big Data en el sector asegurador. Documento 330*.
- iebschool. (s.f.). <https://www.iebschool.com/blog/ia-conversacional-alternativas-chat-gpt-tecnologia/>. Obtenido de <https://www.iebschool.com/blog/ia-conversacional-alternativas-chat-gpt-tecnologia/>

-
- Institute, P. M. (30 de 04 de 2023). *www.pmi.org*. Obtenido de [www.pmi.org: https://www.pmi.org/-/media/pmi/documents/public/pdf/learning/thought-leadership/pulse/pulse-of-the-profession-2017.pdf?sc_lang_temp=en](https://www.pmi.org/-/media/pmi/documents/public/pdf/learning/thought-leadership/pulse/pulse-of-the-profession-2017.pdf?sc_lang_temp=en)
- Instituto de Auditores Internos de España. (2023). *Auditoría Interna de la Inteligencia Artificial aplicada a procesos de negocio*. Madrid.
- Instituto para la Ciberseguridad. (s.f.). <https://www.incibe.es/aprendeciberseguridad/data-brokers>. Obtenido de <https://www.incibe.es/aprendeciberseguridad/data-brokers>
- Instituto para la Ciberseguridad. (s.f.). <https://www.incibe.es/menores/tematicas/fake-news-y-bulos>. Obtenido de <https://www.incibe.es/menores/tematicas/fake-news-y-bulos>
- Insurance Risk Suite. (2022). *The Future of risk modelling : a special report on the trends in insurance risk management*. Jacksonville, Florida ; London.
- ISO. (2023). *ISO-IEC 23894 : information technology - artificial intelligence - guidance on risk management* . Ginebra.
- Javatpoint.com. (s.f.). <https://www.javatpoint.com/association-rule-learning>. Obtenido de <https://www.javatpoint.com/association-rule-learning>
- Javatpoint.com. (s.f.). <https://www.javatpoint.com/dimensionality-reduction-technique>. Obtenido de <https://www.javatpoint.com/dimensionality-reduction-technique>
- Jcchouinard.com. (s.f.). <https://www.jcchouinard.com/dimension-reduction-in-machine-learning/>. Obtenido de <https://www.jcchouinard.com/dimension-reduction-in-machine-learning/>
- Jurney, R. (2013). *Agile Data Science*. O'Reilly.
- Karpesky. (s.f.). <https://latam.kaspersky.com/resource-center/preemptive-safety/how-to-stop-data-brokers-from-selling-your-personal-information>. Obtenido de <https://latam.kaspersky.com/resource-center/preemptive-safety/how-to-stop-data-brokers-from-selling-your-personal-information>
- KPMG International. (2023). *Claves sobre ciberseguridad para 2023 : cómo aportar confianza a través de la ciberseguridad y la privacidad*.
- Li, Y. (2022). *Comparación de tarificación de seguro de auto por GLM y redes neurales*. (U. C. Madrid, Ed.) Madrid.
- Lindholm, A., Wahlström, N., Lindsten, F., & Schön, T. B. (30 de Abril de 2021). *MACHINE LEARNING. A First Course for Engineers and Scientists*.
- Lorenzoni, A. (2022). *Why AI in insurance claims and underwriting? : improving the insurance experience*. (Accenture, Ed.) Dublín.
- Machinelearningmastery.com. (s.f.). <https://machinelearningmastery.com/dimensionality-reduction-for-machine-learning/>. Obtenido de <https://machinelearningmastery.com/dimensionality-reduction-for-machine-learning/>
- MAPFRE. (2023). *Inteligencia artificial responsable : tecnología confiable, segura y sostenible para generar la economía del futuro..*
- Mayo, J. (2022). *¿Cómo afronta la Generación Z el futuro de los seguros y la automoción?*
- McKinsey & Company. (Diciembre de 2022). Recuperado el 26 de Febrero de 2023, de [www.mckinsey.com: https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai-in-2022-and-a-half-decade-in-review](https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai-in-2022-and-a-half-decade-in-review)

-
- Medium.com. (s.f.). <https://medium.com/codex/what-is-association-rule-learning-abd4a76144d8>. Obtenido de <https://medium.com/codex/what-is-association-rule-learning-abd4a76144d8>
- Miller, B., & Ranum, D. (22 de Septiembre de 2013). Problem Solving with Algorithms and Data Structures. (www.dbooks.org, Ed.)
- Murphy, K. (27 de Febrero de 2022). Supplementary Material for “Probabilistic Machine Learning: Advanced Topics”.
- Muy Interesante. (Octubre de 2020). Recuperado el 26 de Febrero de 2023, de www.muyinteresante.es: <https://www.muyinteresante.es/tecnologia/8948.html>
- Neptune.ai. (s.f.). <https://neptune.ai/blog/dimensionality-reduction>. Obtenido de <https://neptune.ai/blog/dimensionality-reduction>
- Netomi. (s.f.). <https://www.netomi.com/the-worst-chatbot-fails-and-how-to-avoid-them>. Obtenido de <https://www.netomi.com/the-worst-chatbot-fails-and-how-to-avoid-them>
- Parlamento Europeo. (2021). Resolución del Parlamento Europeo, de 20 de mayo de 2021, sobre la configuración del futuro digital de Europa. Estrasburgo.
- Pereira Paz, D. (2022). AI governance. (N. Data, Ed.) Madrid ; Tokio.
- Pina, C. (2022). Inteligencia Artificial (IA) : así es la Propuesta de Directiva para adaptar las normas de responsabilidad extracontractual.
- protecciondatos-lopd.com. (s.f.). <https://protecciondatos-lopd.com/empresas/data-brokers/>. Obtenido de <https://protecciondatos-lopd.com/empresas/data-brokers/>
- Red seguridad. (2022). Red seguridad. N° 98: revista especializada en seguridad de la información.
- Reuters Insight Insurance. (2022). Tech investment report. Analytics & AI. Londres.
- Revista de responsabilidad civil, circulación y seguro. (2023). RC : revista de responsabilidad civil, circulación y seguro enero 2023.
- Sánchez Sardaña, M. (2022). Modelo predictivo de venta cruzada en productos de Vida y Salud : Random Forest vs XGBoost. (U. C. Madrid, Ed.) Madrid.
- Serrano, A. (2023). Formas en que la robótica y la IA transformarán la vida en 2023.
- Skovgaard Bjerre, D. (2022). Tree-based machine learning methods for modeling and forecasting mortality.
- Stanford University. (2023). Artificial Intelligence Index Report 2023. Stanford.
- Statista. (2022). Big data. Hamburgo.
- Statista. (2023). Artificial intelligence (AI). Hamburgo.
- Statista. (2023). Artificial Intelligence : in-depth market analysis. Hamburgo.
- t26. (2023). Tendencias digitales banca & seguros.
- t2o industry. (2023). Tendencias digitales gran consumo : abril 2023. Madrid.
- Towardsdatascience.com. (s.f.). <https://towardsdatascience.com/11-dimensionality-reduction-techniques-you-should-know-in-2021-dcb9500d388b>. Obtenido de <https://towardsdatascience.com/11-dimensionality-reduction-techniques-you-should-know-in-2021-dcb9500d388b>
- Tutorialspoint.com. (s.f.). <https://www.tutorialspoint.com/what-is-association-rule-learning>. Obtenido de <https://www.tutorialspoint.com/what-is-association-rule-learning>

-
- Tzougas, G. (2022). Classification of climate-related insurance claims using gradient boosting = Clasificación de siniestros de seguros relacionados con el clima mediante el uso de Gradient Boosting. (A. d. Españoles, Ed.) Madrid.
- Verdegem, P. (2021). *AI for Everyone? Critical Perspectives*. University of Westminster Press.
- Waal, M. (2023). Insurance technology : 25 trends for 2023. (G. IQX, Ed.) Nepean, Ontario.
- Wikipedia. (s.f.). https://en.wikipedia.org/wiki/Association_rule_learning. Obtenido de https://en.wikipedia.org/wiki/Association_rule_learning
- Wikipedia. (s.f.). https://en.wikipedia.org/wiki/Dimensionality_reduction. Obtenido de https://en.wikipedia.org/wiki/Dimensionality_reduction
- www.tutorialspoint.com. (2019). Machine Learning with Python.
- Xataka. (Octubre de 2019). Recuperado el 26 de Febrero de 2023, de www.xataka.com: <https://www.xataka.com/aplicaciones/esta-animacion-muestra-evolucion-lenguajes-programacion-populares-1965-a-2019>
- Xataka. (Marzo de 2021). Recuperado el 26 de Febrero de 2023, de www.xataka.com: <https://www.xataka.com/historia-tecnologica/tecnologias-productos-recientes-que-iban-a-petar-que-acabaron-fracasando-estrepitosamente-1>
- Yashraj Gupta, R. (2021). Markov model with machine learning integration for fraud detection in health insurance.
- yellowfinbi. (s.f.). <https://www.yellowfinbi.com/blog/brexit-vote-vs-mad-cow-disease-why-collaboration-is-key-for-business-intelligenc>. Obtenido de <https://www.yellowfinbi.com/blog/brexit-vote-vs-mad-cow-disease-why-collaboration-is-key-for-business-intelligenc>

19. NORMATIVA LEGAL

La normativa legal referenciada en el presente documento aparece detallada a continuación, con el enlace a su contenido.

- Ley 50/1980, de 8 de octubre, de Contrato de Seguro
<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1980-22501>
- Ley 10/2010, de 28 de abril, de prevención del blanqueo de capitales y de la financiación del terrorismo
<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2010-6737>
- REGLAMENTO (UE) 2016/679 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 27 de abril de 2016 relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos y por el que se deroga la Directiva 95/46/CE (Reglamento general de protección de datos)
<https://www.boe.es/doue/2016/119/L00001-00088.pdf>
- Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y Garantía de los Derechos Digitales.
<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2018-16673>