

Comité Permanente sobre el Derecho de Patentes

Trigésima sesión
Ginebra, 24 a 27 de junio de 2019

DOCUMENTO DE REFERENCIA SOBRE PATENTES Y NUEVAS TECNOLOGÍAS

Documento preparado por la Secretaría

Índice de contenidos

I.	INTRODUCCIÓN	3
II.	INTRODUCCIÓN A LA TECNOLOGÍA DE LA IA: RED NEURONAL Y APRENDIZAJE PROFUNDO	4
	A. Aprendizaje automático.....	4
	B. Redes neuronales	5
	C. Aprendizaje profundo	7
	D. Límites de las redes neuronales profundas	10
	E. ¿Dónde se innova actualmente en el ámbito de las redes neuronales profundas?	12
III.	LA PROTECCIÓN MEDIANTE PATENTE DE LAS INVENCIONES RELACIONADAS CON LA IA.....	13
	A. Consideraciones generales.....	13
	B. Materia patentable	16
	C. Novedad y actividad inventiva	18
	D. Suficiencia de la divulgación y reivindicaciones.....	19
	E. Aplicación industrial	21
	F. Calidad de inventor y titularidad	21
IV.	LA TECNOLOGÍA DE IA COMO HERRAMIENTA EN LA TRAMITACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PATENTES.....	22
	A. Herramientas para las autoridades de PI	23
	B. Herramientas para solicitantes, terceros y profesionales del ámbito de la PI	24
	Referencias sobre conferencias organizadas por la OMPI o las oficinas de PI, sus páginas web y publicaciones relacionadas con la IA.....	25

I. INTRODUCCIÓN

1. En su vigesimonovena sesión celebrada en Ginebra del 3 al 6 de diciembre de 2018, el Comité Permanente sobre el Derecho de Patentes (SCP) acordó que la Secretaría prepararía un documento de referencia sobre patentes y nuevas tecnologías para su presentación en la trigésima sesión del SCP. Este documento se presenta al SCP de conformidad con esa decisión.
2. El término «nuevas tecnologías» podría tener un significado amplio y abarcar varias tecnologías novedosas, incluyendo la inteligencia artificial (IA) y el aprendizaje automático, la cadena de bloques, la biología sintética y la edición genética, etc. Sin embargo, la IA y la cadena de bloques, por ejemplo, son, desde el punto de vista tecnológico, tecnologías diferentes que pueden implicar cuestiones diferentes en relación con las patentes. Durante las deliberaciones de la vigesimonovena sesión del Comité que dieron lugar a la decisión mencionada, muchas delegaciones que hicieron uso de la palabra se refirieron a la IA como una cuestión que debía ser abordada por el Comité. En consecuencia, el presente documento contiene información de referencia sobre patentes e IA.
3. El documento consta de tres partes. La primera parte del documento proporciona información general sobre la tecnología de la IA. Con la ayuda de un experto en tecnología de la IA¹, esta parte ilustra el concepto tecnológico básico de la IA, en particular la tecnología de aprendizaje automático, que constituye el núcleo del actual desarrollo de la IA. Esta descripción introductoria de la tecnología se considera necesaria, ya que conocer las implicaciones de una tecnología específica sobre el sistema de patentes requiere cuanto menos una comprensión básica de la propia tecnología.
4. En la segunda y tercera parte del documento se describe la confluencia de los sistemas de patentes y la IA. Estas abordan dos cuestiones distintas: mientras que la segunda parte se centra en la tecnología de la IA (o invenciones relacionadas con la IA) como objeto de la protección de patente, la tercera parte trata del uso de la tecnología de la IA como herramienta para las autoridades y los usuarios de los sistemas de patentes.
5. En cuanto al término «calidad de las patentes», aunque no se pueda establecer una única definición, de las actividades anteriores del SCP surgieron dos conceptos principales. Estos son: i) la calidad de una patente propiamente dicha; y ii) la calidad de los procedimientos en materia de patentes ante las oficinas de patentes y fuera de ellas (documento SCP/27/4 Rev.). Desde este punto de vista, podría decirse que las cuestiones relativas a la protección como patente de las invenciones relacionadas con la IA afectan al primer aspecto de la calidad de las patentes, mientras que las cuestiones relativas a la mejora de los procedimientos de patente que utilizan tecnología de IA se refieren al segundo aspecto de la calidad de las patentes.
6. Además, el documento contiene un Anexo en el que se detallan las conferencias organizadas y las publicaciones puestas a disposición por la OMPI y sus Estados miembros.

¹ La Secretaría se benefició en gran medida de la contribución del Sr. Patrice Lopez (Science-Miner) para la preparación de la primera parte del documento «Introducción a la tecnología de la IA: redes neuronales y aprendizaje profundo». El Sr. Lopez ayudó también a la Secretaría a revisar la exactitud del documento con respecto a la descripción de la tecnología de IA.

II. INTRODUCCIÓN A LA TECNOLOGÍA DE LA IA: RED NEURONAL Y APRENDIZAJE PROFUNDO

7. Aunque no existe una definición única de IA, los sistemas de IA pueden considerarse principalmente sistemas de aprendizaje. La primera parte del documento presenta los conceptos técnicos más importantes en torno a las redes neuronales (RN) y el aprendizaje profundo (AP), que a día de hoy constituyen las tecnologías en auge de la IA². Permite comprender el funcionamiento de estas nuevas tecnologías de una manera accesible para los no especialistas en informática, con el fin de entender mejor el punto de encuentro entre la tecnología de IA y las patentes.

A. Aprendizaje automático

8. Históricamente, las primeras aproximaciones a la IA consistían en *programar* una máquina. «Programar» en este contexto significa que un humano proporciona instrucciones paso a paso a la máquina para llevar a cabo una tarea determinada. En los años 80, por ejemplo, el enfoque dominante de la IA era el de los *sistemas expertos*, que utilizaban reglas escritas por especialistas en su campo para reproducir los conocimientos humanos. Estos enfoques, costosos y de carácter limitado, condujeron al denominado segundo invierno de la IA entre los años 1987 y 1993.

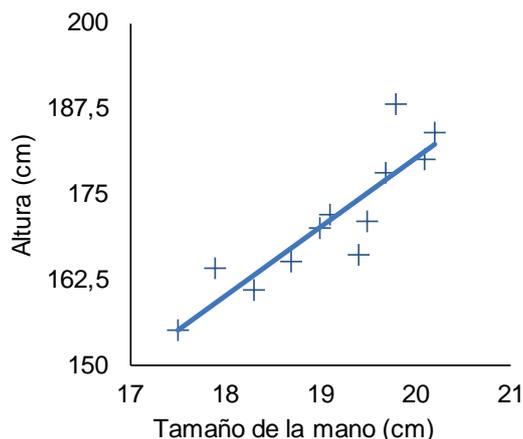
9. Por el contrario, los enfoques sobre el aprendizaje automático (AA) exploran de qué manera una máquina puede aprender a resolver una tarea a partir de ejemplos de entrada y de resultado previsto, sin que esté expresamente programada para hacerlo en una secuencia de instrucciones paso a paso. Este enfoque está más próximo a la cognición biológica real: un niño aprende a reconocer objetos (p. ej., tazas) a partir de ejemplos de los mismos objetos (p. ej., varios tipos de tazas). Hoy en día es, con mucho, el enfoque dominante y más acertado de la IA.

10. En términos generales, un método de aprendizaje automático recibe una entrada de observaciones y las utiliza para predecir un resultado. A partir de un conjunto de datos con pares de entrada y de salida, el método de aprendizaje intentará construir un modelo matemático que minimice la diferencia entre sus predicciones y los resultados esperados. De este modo, trata de aprender las asociaciones/patrones entre las entradas y salidas dadas que pueden extrapolarse de forma general a nuevas entradas no vistas anteriormente.

11. Para ilustrar este proceso de aprendizaje, consideremos el enfoque más simple del aprendizaje automático: una regresión lineal. Supongamos que queremos aprender a correlacionar la altura de una persona con el tamaño de su mano. Disponemos de un determinado número de observaciones de pares de altura y de tamaño de la mano (tabla de la izquierda), representadas en forma de cruces en la figura que aparece junto a la tabla:

² Informe de la OMPI sobre tendencias de la tecnología (2019): *La inteligencia artificial*, página 31. El aprendizaje automático representa el 89 % de las solicitudes de patentes relacionadas con la IA y el 40 % de todas las patentes relacionadas con la IA. Dentro de la técnica del aprendizaje automático, el aprendizaje profundo experimentó una tasa de crecimiento anual del 175 %, y las redes neuronales crecieron a un ritmo del 46 % entre 2013 y 2016.

Altura (cm)	Tamaño de la mano (cm)
170	19,0
155	17,5
184	20,2
188	19,8
178	19,7
172	19,1
165	18,7
180	20,1
161	18,3
171	19,5
164	17,9
166	19,4



$$\text{Tamaño de la mano} = 0,098 * \text{altura} + 2,23$$

Si altura = 180 cm,
 tamaño de la mano =
 $0,098 * 180 + 2,23$
 Tamaño de la mano =
 19,9 cm

12. La regresión lineal es una técnica para encontrar una línea recta entre estos puntos con el menor error posible. El proceso para minimizar el error es el entrenamiento. Un método matemático lleva a cabo este entrenamiento encontrando la línea recta más próxima a los puntos de datos. Una vez que se encuentra esta línea con un error mínimo, se puede predecir el tamaño de la mano de una persona en función de su altura. Por ejemplo, si la altura de una persona es de 180 cm, el modelo predecirá que el tamaño de su mano es de 19,9 cm (véase el cuadro de la derecha).

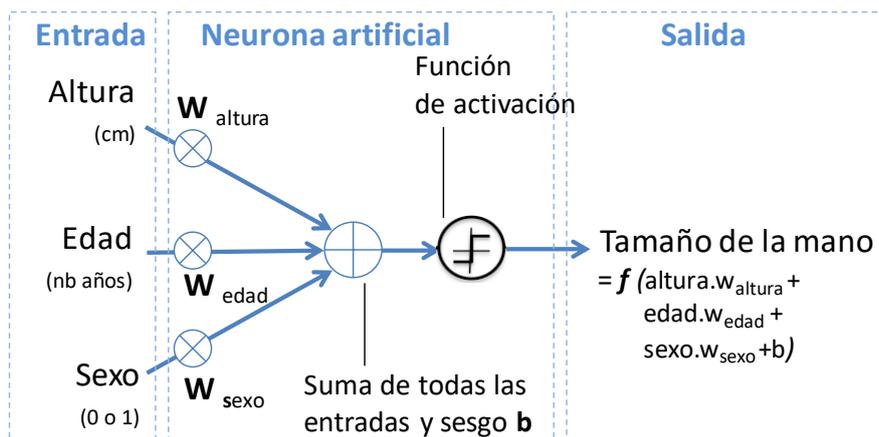
13. Un método tan simple resulta, por descontado, demasiado limitado para aprender problemas más complejos que implican, por ejemplo, más de dos variables numéricas. En el ejemplo anterior, parece que la edad y el sexo deberían añadirse a la estatura de la persona para obtener predicciones más fiables del tamaño de las manos. También se utilizan modelos matemáticos más sofisticados, en particular modelos no lineales que no se limitan a las líneas rectas.

14. Entre los métodos más avanzados, las redes neuronales (RN) ofrecen un sistema de predicción universal, capaz de aceptar cualquier tipo de entrada. Las RN destacan especialmente en la resolución de tareas que implican datos de entrada no estructurados, como la imagen o el habla. Considerado un tipo avanzado de RN, el aprendizaje profundo está actualmente en auge como técnica básica en todas las solicitudes de patentes de IA.

B. Redes neuronales

15. El componente fundamental de una RN es la neurona artificial, también llamada *perceptrón* o *nodo*. Fue desarrollada por Frank Rosenblatt en los años 50 y 60. Una neurona toma n entradas, conocidas como *características*, que son representaciones numéricas de los datos a procesar (píxeles, palabras, señales, etc.). Cada entrada se multiplica por una ponderación y se suma (véase el diagrama siguiente). A esta combinación sumada ponderada se le añade un sesgo b . Finalmente, este valor se pasa a una función de activación f .

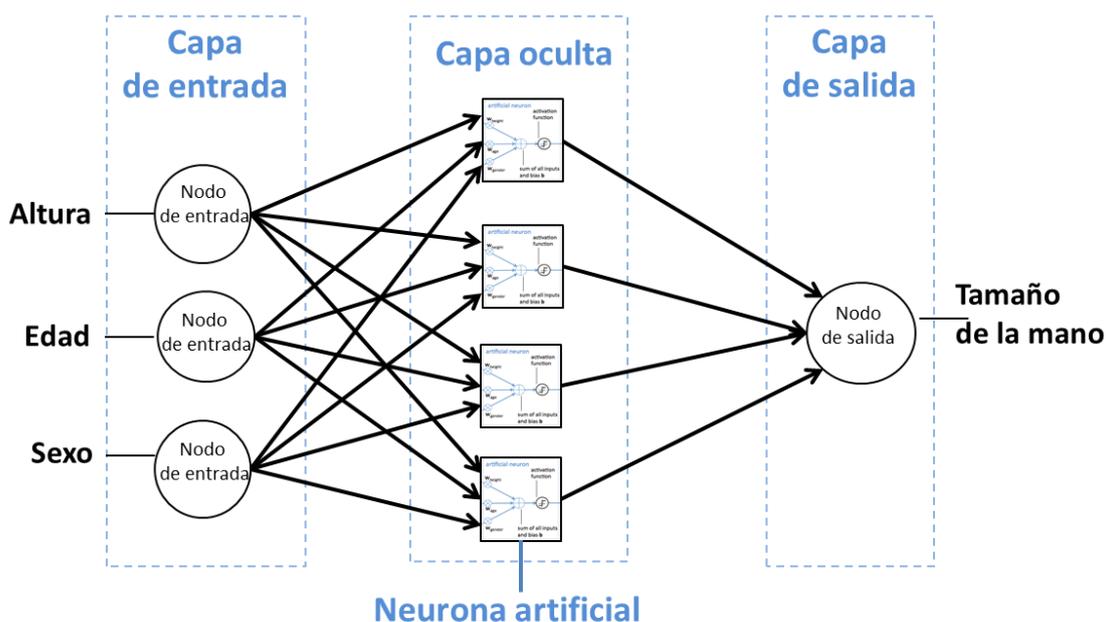
16. Retomando el ejemplo anterior de predecir el tamaño de las manos, si se dispone de datos sobre la estatura, la edad y el sexo de una persona, la neurona artificial será de la siguiente manera:



17. Las ponderaciones recogen la fuerza de las características de entrada correspondientes, es decir, en qué medida una característica en particular influye en los resultados finales por sí sola.

18. La función de activación simula la «velocidad de disparo» de una neurona biológica, propagando una señal final o ninguna señal. Toma la suma ponderada de las entradas y realiza una determinada operación matemática simple y fija. Una de las funciones de activación más utilizadas en la actualidad es la Unidad Lineal Rectificada (ReLU, por sus siglas en inglés)³.

19. Una neurona artificial es una función relativamente simple; se puede programar en menos de 25 líneas de código. Así pues, una red neuronal completa se compone al menos de tres capas: una capa de entrada, una o más capas ocultas y una capa de salida. Las capas de entrada y salida contienen nodos que no realizan ningún cálculo. Simplemente pasan la información numérica a la capa oculta para los nodos de entrada, o transfieren información de la red al mundo exterior para la capa de salida. Las capas ocultas contienen neuronas artificiales, como se ha comentado anteriormente. Los nodos de las capas adyacentes tienen conexiones (o bordes), mostrados aquí como flechas, entre ellos.



³ La ReLU toma un número como entrada y devuelve el máximo de 0 o ese número. Por ejemplo, si la entrada es «1», la salida será «1», y si la entrada es «-1», la salida será «0».

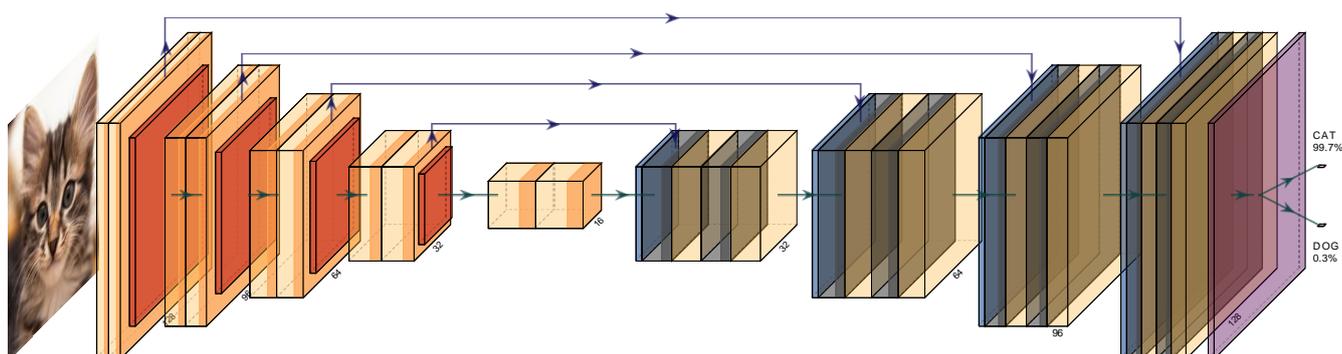
20. La capa de entrada se llena de información codificada numéricamente y posteriormente se propaga a través de las capas ocultas. Los valores numéricos iniciales son modificados por las neuronas de la capa oculta y luego se propagan a la capa de salida correspondiente al resultado final. El número de nodos de salida coincide con el número de respuestas que se esperan de la RN. Así, en este ejemplo se espera un solo valor: el tamaño de la mano. El flujo de datos siempre se produce hacia adelante a través de las capas.

21. El entrenamiento de una red neuronal consiste en establecer los parámetros de *ponderación* y el *sesgo* de todas las neuronas de las capas ocultas para minimizar el error observado en un conjunto de ejemplos, de forma similar a la regresión lineal descrita en el anterior apartado A. El mecanismo para entrenar a una RN se basa fundamentalmente en «aprender de los errores». Los datos de entrenamiento consisten en una serie de pares de entrada/salida. Cuando una red neuronal recibe una entrada, hace una «conjetura» aleatoria de cuál podría ser la salida correspondiente. Posteriormente observa cuán lejos estaba su respuesta de la salida real, y hace los ajustes necesarios en sus ponderaciones y sesgos. El proceso se repite con todos los pares de entrada/salida hasta que se alcanzan ponderaciones y sesgos óptimos.

22. Hay que tener en cuenta que las neuronas artificiales se inspiran de forma muy remota en la estructura neuronal biológica de los mamíferos, y a una escala mucho menor. Las neuronas biológicas son considerablemente más complejas y diversas que las neuronas artificiales. En la propagación de la señal influyen un gran número de factores (estructura y geometría sináptica, tipo de neurotransmisor, etc.). Una sinapsis, por ejemplo, está compuesta por más de 2000 proteínas diferentes, con una gran variedad de propiedades fisicoquímicas⁴.

C. Aprendizaje profundo

23. Si bien las redes neuronales se conocen desde los años cincuenta, el número habitual de capas ocultas fue en la práctica de solo *una* hasta los años 2000. En la última década, la mejora de la capacidad de cálculo ha permitido aumentar (esto es, «profundizar») el número de capas de redes neuronales. Por ejemplo, si consideramos un problema de clasificación de imágenes de perros o gatos (¿se trata de una imagen de un perro o de un gato?), una red neuronal profunda actual tiene la siguiente apariencia:



⁴ *The differences between Artificial and Biological Neural Networks*, Nagyfi Richárd. Entrada de blog en *Toward Data Science*, septiembre de 2018. <https://towardsdatascience.com/the-differences-between-artificial-and-biological-neural-networks-a8b46db828b7>.

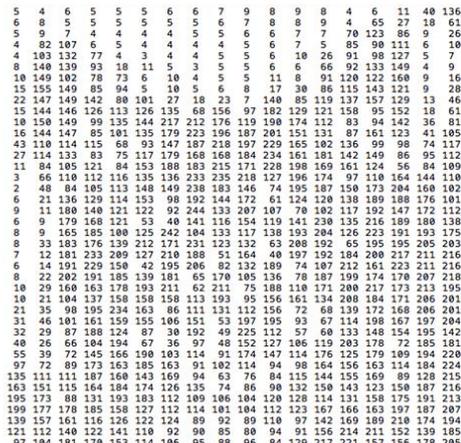
24. En el ejemplo anterior, vemos un cambio importante en términos de escala en comparación con la simple RN descrita anteriormente:

- i) El número de nodos de entrada es muy alto; cada nodo de entrada recibe la información de un píxel de una imagen. Para una clasificación de imágenes de gatos y perros, podemos utilizar normalmente imágenes de 128*128 píxeles, estando definido cada píxel por tres valores para los niveles Rojo, Verde y Azul, es decir, 49 152 nodos de entrada y, por consiguiente, 49 152 características de entrada para *cada una* de las neuronas siguientes.

Así percibe una imagen un humano.



Así percibe una imagen un ordenador.



- ii) Se introducen múltiples capas de neuronas para procesar sucesivamente la información de entrada. No es raro que se utilicen más de diez capas para el procesamiento de imágenes; cada capa contiene posiblemente cientos de neuronas, normalmente organizadas de manera diferente para proporcionar ventajas particulares.
- iii) Una red neuronal profunda típica como esta puede tener varias decenas de millones de parámetros de ponderaciones y de sesgos para su aplicación durante el entrenamiento, y requerir diez mil imágenes etiquetadas.

25. Sorprendentemente, con una estructura de código abierto existente, como Keras⁵, un analista de datos cualificado puede implantar esta red neuronal profunda en menos de 100 líneas. Utilizando un conjunto de datos abiertos en línea de imágenes de perros y gatos, la red logrará una precisión de clasificación superior al 93 % con un *hardware* básico, un nivel no muy alejado del rendimiento humano (estimado en un 95 % para esta tarea).

26. La multiplicación de capas introduce la noción de jerarquía para las representaciones y el proceso implicados en la tarea de predicción global. Las primeras capas suelen capturar patrones de bajo nivel en los datos de entrada (como líneas, áreas coloreadas, etc. al procesar una imagen); las capas intermedias identifican estructuras de mayor nivel (como las orejas o el hocico prototípicos de los gatos para la clasificación de gatos y perros); finalmente, las últimas capas se autoespecializan para llevar a cabo las tareas finales de predicción basadas en las estructuras identificadas.

27. Las redes neuronales profundas presentan varias propiedades fundamentales en comparación con las redes neuronales tradicionales, que sirven para explicar su éxito actual.

⁵ Keras: *The Python Deep Learning library*, François Chollet y otros, 2015-2019. <https://keras.io/>.

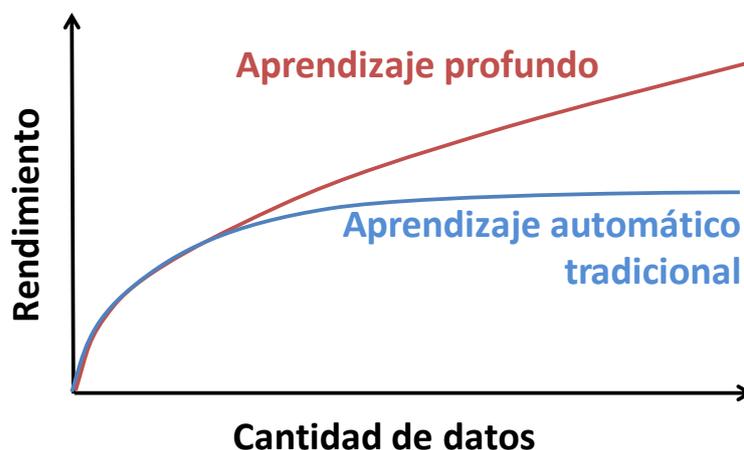
Descubrimiento de representaciones de características

28. El aprendizaje automático tradicional utiliza características hechas a mano por un ingeniero para resolver un problema. Por ejemplo, para la predicción del tamaño de la mano, el ingeniero de AA seleccionará por sí mismo algunas características basadas en su propia intuición y experimentación, por ejemplo, la altura, el sexo y la edad de la persona. Esta fase se denomina *ingeniería de características*. Una característica es un aspecto de los datos que utiliza el algoritmo de AA para predecir un resultado. Por lo general, esta fase es muy lenta, y cuando se procesan datos no estructurados (imágenes, texto, voz, vídeos), resulta relativamente ineficiente.

29. Por primera vez en el campo del aprendizaje automático, las redes neuronales profundas muestran una capacidad práctica para descubrir automáticamente tales características a partir de datos sin procesar. Al profundizar en el número de capas, las redes neuronales aprenden las características útiles y cómo utilizarlas para resolver tareas. Por ejemplo, para predecir el tamaño de la mano, simplemente se trataría de introducir en una red neuronal profunda el conjunto más grande posible de medidas biométricas, y dejar que la red identificara automáticamente cuáles se deben utilizar para la selección final. Del mismo modo, para la clasificación de imágenes, los datos de píxeles sin procesar se envían a la red, la cual identificará patrones (como las formas de orejas, lenguas o dientes) que son determinantes para decidir si la entrada corresponde a la imagen de un perro o un gato.

Escala de datos y rendimiento del aprendizaje profundo

30. Con las técnicas tradicionales de aprendizaje automático, el rendimiento alcanza rápidamente un punto muerto a medida que aumenta la cantidad de datos de entrenamiento. Esto significa que añadir más datos de entrenamiento resulta inútil, ya que, al cabo de un tiempo, el algoritmo de entrenamiento se satura de algún modo. Una de las propiedades fundamentales del aprendizaje profundo es que el rendimiento aumenta continuamente a la par que los datos de entrenamiento. Esta propiedad explica por qué las redes más grandes que existen hoy en día en visión artificial podrían utilizar hasta 15 millones de imágenes para su entrenamiento.



31. Desde un punto de vista matemático, los modelos de redes neuronales artificiales pueden entenderse simplemente como un conjunto de operaciones matriciales y de obtención de sus derivadas⁶. Con el aumento de la capacidad de cálculo, el aprendizaje profundo puede superar cualquier otro enfoque de AA, siempre y cuando se disponga de una enorme cantidad de datos de entrenamiento.

D. Límites de las redes neuronales profundas

Las redes neuronales profundas son una caja negra

32. A diferencia de los algoritmos más clásicos, el proceso de decisión capturado por una red neuronal durante el proceso de aprendizaje no puede expresarse explícitamente de una forma comprensible para un humano. Como se ha mencionado anteriormente, una red neuronal profunda podría aprender por sí misma características útiles de los datos. Por ejemplo, para la tarea de clasificación de perros y gatos, la red podría identificar orejas u hocicos prototípicos de un gato. Pero en la práctica, la mayoría de las veces, estas características no pueden ser interpretadas por un humano. Estos patrones surgen del proceso de optimización numérica en las capas ocultas, y no están al alcance de nuestra interpretación.

33. Además, no es posible mostrar una ecuación o los coeficientes que definen una relación entre una entrada y una salida en términos matemáticos tradicionales. La red es la ecuación final de la relación, que incluye posiblemente cien millones de parámetros. Un proceso de decisión tan complejo no puede ilustrarse con un diagrama de flujo ni con ningún otro método tradicional de representación de algoritmos. Esto explica por qué a menudo se dice que las redes neuronales profundas son la caja negra «definitiva». El entrenamiento en sí mismo lo lleva a cabo la RN *por su cuenta*, y la red resultante es enormemente compleja.

El aprendizaje profundo requiere una gran cantidad de datos

34. Un apunte sorprendente es que las redes neuronales y el aprendizaje profundo se encuentran entre los modelos de aprendizaje automático más simples en términos del modelo matemático que implican. A menudo se dice que las matemáticas subyacentes son accesibles para un buen estudiante de secundaria. Aun así, actualmente son los que proporcionan los mejores resultados. El motivo es que son los más adecuados para aprovechar un conjunto de datos de entrenamiento extremadamente amplio. En la actualidad, el éxito del aprendizaje profundo guarda mucha menos relación con el progreso teórico que con el puro aumento de la capacidad de cálculo y de la disponibilidad de grandes cantidades de datos sobre el comportamiento humano; es lo que a menudo se conoce como *fuerza bruta*.

35. Los límites inmediatos del AP están relacionados con los casos en los que esta fuerza bruta no resulta posible. Esto incluye, en particular, tareas sin datos de entrenamiento o con datos limitados (p. ej., el procesamiento de lenguas humanas poco comunes, el descubrimiento de fármacos para enfermedades raras, etc.) o un campo con restricciones legales.

⁶ Estos cálculos matemáticos pueden optimizarse en gran medida para procesadores vectoriales (haciendo exactamente los mismos cálculos a partir de grandes cantidades de puntos de datos una y otra vez) y acelerarse por magnitudes utilizando unidades de procesamiento gráfico o GPU (las mismas que se utilizan para acelerar los videojuegos) o un nuevo *hardware* dedicado.

Los datos del mundo real están sesgados

36. El éxito del aprendizaje profundo depende de la disponibilidad de un gran volumen de datos, pero esta dependencia de conjuntos ingentes de datos también crea varios problemas:

- *Sesgo de los datos:* La recopilación de datos a gran escala a menudo no es neutral, ya que algunos grupos en relación con la edad, el sexo y el origen étnico están infrarrepresentados o excesivamente representados⁷. El sesgo puede tener su origen en la técnica de recopilación de datos, en el sesgo social existente o en el hecho de que las personas que crean los conjuntos de datos y los modelos no constituyan un grupo diverso.
- *Amplificación del sesgo:* Por naturaleza, los métodos de entrenamiento para el aprendizaje automático tienden a identificar patrones diferenciadores en los datos para aumentar rápidamente la calidad de la predicción. En consecuencia, no solo aprenden nuestro sesgo real, sino que, a menudo, también amplifican nuestro sesgo.
- *Falta de reproducibilidad:* Dado que un modelo depende de una composición única de datos de entrenamiento, la reproducción de algunos de los resultados declarados solo es posible en el caso muy poco frecuente de los datos abiertos.

El aprendizaje profundo todavía requiere mucho esfuerzo por parte del ser humano

37. Aunque el aprendizaje profundo es capaz de aprender qué características deben utilizarse, tal como se explica en el apartado C, el esfuerzo humano todavía es necesario para crear un modelo de red neuronal profunda en muchas áreas. Por ejemplo:

- La creación de la arquitectura de red (qué tipo de capas, en qué orden, etc.);
- la determinación de los mejores parámetros (número de neuronas por capa, tamaño de entrada, etc.);
- la selección de las clases resultantes; y
- la decisión sobre cómo codificar la entrada en formato numérico.

Sin embargo, la tarea que supone un mayor esfuerzo es, con diferencia, la creación de los datos de entrenamiento.

38. En la actualidad, la forma más común de aprendizaje automático es el *aprendizaje supervisado*. Todos los ejemplos indicados anteriormente pertenecen a esta categoría. Los datos de entrenamiento son un conjunto de pares de entrada y de salida, donde el par de salida es la respuesta esperada a la entrada. De este modo, el aprendizaje es guiado, como un supervisor que enseña al algoritmo qué conclusiones debe extraer. El etiquetado manual de miles o millones de ejemplos representa un esfuerzo considerable que a menudo es necesario para alcanzar una buena precisión. Otra consecuencia es que el aprendizaje supervisado únicamente funciona con problemas muy concretos que implican decisiones muy limitadas, como por ejemplo la detección de un melanoma en imágenes médicas. Sin embargo, no puede abordar fácilmente tareas más abiertas (p. ej., un diagnóstico) que impliquen una mayor variedad de entradas y decisiones adaptadas o algún tipo de razonamiento general.

⁷ Amazon descarta una herramienta secreta de selección de personal mediante IA que mostraba prejuicios contra las mujeres, Jeffrey Dastin. Reuters Business News, octubre de 2018 (<https://www.reuters.com/article/us-amazon-com-jobs-automation-insight/amazon-scraps-secret-ai-recruiting-tool-that-showed-bias-against-women-idUSKCN1MK08G>).

39. En cambio, con el *aprendizaje no supervisado*, un ordenador puede aprender a identificar procesos y patrones sin que un ser humano le brinde orientación en el camino, asignando sus propias etiquetas nuevas a los grupos de datos que ha creado. El aprendizaje no supervisado reduce la intervención del ser humano al evitar tanto la selección de etiquetas como el sumamente costoso etiquetado de los ejemplos en los datos de entrenamiento. Esto está más próximo al aprendizaje humano, que carece de supervisión en su mayor parte: los humanos descubren la estructura del mundo observándolo e interactuando con él, y no recibiendo el nombre de cada objeto.

40. Las redes neuronales profundas pueden aprender tanto de manera supervisada como no supervisada. Sin embargo, en la actualidad, el aprendizaje no supervisado muestra un desempeño significativamente inferior al aprendizaje supervisado. El uso de una pequeña cantidad de datos etiquetados manualmente es suficiente para superar un aprendizaje no supervisado, incluso con un enorme volumen de datos sin etiquetar. Algunos métodos recientes requieren una menor supervisión (aprendizaje activo, aprendizaje de transferencia, aprendizaje de refuerzo) y, a largo plazo, se espera que el aprendizaje no supervisado cobre importancia.

E. ¿Dónde se innova actualmente en el ámbito de las redes neuronales profundas?

41. Si bien los principios de las RN profundas son relativamente simples y genéricos, los trabajos innovadores actuales sobre aprendizaje profundo tienen un alcance más amplio que los aspectos centrales de las RN:

- *Datos de entrenamiento*: Dado que el volumen del entrenamiento es el factor con un mayor impacto en el AP, innovar sobre la mejor manera de crear, explotar o reducir los conjuntos de datos para aplicaciones concretas constituye un gran desafío.
- *Capacidad de cálculo*: Una mayor capacidad de cálculo conduce en la práctica a mejores modelos. Una gran parte de los esfuerzos destinados al AA se centran en la optimización de *hardware* y programas informáticos.
- *Aplicación*: Las tecnologías de IA se pueden aplicar a múltiples campos para realizar varias funciones. ¿Cuáles son los problemas y las nuevas tareas funcionales a los que el aprendizaje profundo puede aplicarse con éxito? ¿Cómo se pueden integrar estas técnicas de forma eficiente en aplicaciones de mayor tamaño?
- *Arquitectura de las redes neuronales*: En la práctica, existen diferentes tipos de capas ocultas con diferentes propiedades, como las redes neuronales recursivas, adaptadas a datos secuenciales (reconocimiento de voz, traducción, etc.), o las redes neuronales convolucionales, más adaptadas al reconocimiento de objetos en imágenes. Diseñar la mejor arquitectura de RN profunda resulta complejo, ya que depende de la tarea, la naturaleza de los datos, el campo y la cantidad de datos de entrenamiento disponibles.
- *Solidez*: Una red neuronal profunda puede ser engañada con relativa facilidad por ataques adversarios⁸, en los que una segunda red neuronal profunda compite contra una primera para detectar sus debilidades. La seguridad y la fiabilidad de estos sistemas de AA serán factores fundamentales en los próximos años.

⁸ Un grupo de investigadores diseña un parche que hace «virtualmente invisibles» a las personas para los detectores de IA, abril de 2019. <https://www.computerworld.com.au/article/660283/researchers-design-patch-make-people-virtually-invisible-ai-detectors/>.

42. En general, las organizaciones con los conjuntos de datos y la capacidad de cálculo más grandes cuentan con una ventaja considerable para desarrollar los sistemas de IA más avanzados, con independencia de las innovaciones técnicas básicas. En general, las innovaciones técnicas básicas están disponibles de forma muy temprana en la distribución de *software* de código abierto.

III. LA PROTECCIÓN MEDIANTE PATENTE DE LAS INVENCIONES RELACIONADAS CON LA IA

43. En esta parte del documento se analiza la protección mediante patente de las invenciones relacionadas con la IA. Las «invenciones relacionadas con la IA» pueden adoptar diferentes formas. La innovación puede producirse en la mejora de las técnicas de IA, y estas pueden aplicarse mediante la integración de la tecnología de IA en dispositivos existentes con el fin de mejorar su funcionalidad o añadir una nueva característica. Además, la tecnología de IA puede utilizarse como herramienta de I+D para crear una nueva invención. La repercusión de la tecnología de IA en el derecho de patentes puede no ser necesariamente la misma entre los diferentes tipos de invenciones relacionadas con la IA.

A. Consideraciones generales

44. Es ampliamente aceptado que el sistema de patentes debe contribuir a fomentar la innovación tecnológica, así como a la transferencia y difusión de la tecnología, en beneficio de la sociedad en su conjunto, manteniendo un equilibrio entre los derechos y las obligaciones de los productores de tecnología y los usuarios de la información tecnológica. Con este objetivo, cada país proporciona un marco jurídico y promulga leyes y reglamentos, que son interpretados por los tribunales y complementados por las directrices prácticas elaboradas por el órgano administrativo.

45. Dado que el sistema de patentes es neutro desde el punto de vista tecnológico, siempre que surge una nueva tecnología a menudo se plantea la cuestión de si pueden seguir cumpliéndose los objetivos del sistema de patentes. Así ha ocurrido en el caso de la tecnología de los semiconductores, los programas informáticos, la tecnología de la información y la biotecnología: los debates continúan a medida que la tecnología se desarrolla. Por lo tanto, no es de extrañar que el surgimiento de la IA haya suscitado preguntas y debates similares que buscan determinar si el actual sistema de patentes está preparado para dar cabida a la tecnología de la IA.

46. Durante décadas, la tecnología informática, que abarca tanto el *hardware* como el *software*, se ha utilizado como ayuda en el proceso de creación de invenciones de los seres humanos en muchos campos de la tecnología. Por ejemplo, los avances en mecánica y electrónica han venido acompañados por el diseño asistido por ordenador (CAD), la bioinformática ha facilitado a los investigadores el análisis y la interpretación de los datos biológicos, y la química computacional ha ayudado a los químicos a encontrar nuevas sustancias químicas. También se han integrado ordenadores en dispositivos y aparatos con el fin de realizar funciones específicas.

47. En el caso de la tecnología informática, las nuevas invenciones relacionadas con este campo pueden clasificarse en tres tipos:

- i) Nuevas invenciones que mejoran las funciones informáticas de los ordenadores como tales;
- ii) nuevas invenciones (un dispositivo, un aparato, etc.) que incorporan ordenadores para llevar a cabo una función específica; y

- iii) nuevas invenciones creadas con la ayuda de ordenadores, que pueden aplicarse a cualquier campo de la tecnología.

48. Para la tecnología de IA puede utilizarse una categorización similar:

- i) Nuevas invenciones sobre la propia tecnología básica de IA;
- ii) nuevas invenciones que incorporan la tecnología de IA (por ejemplo, un dispositivo de traducción que incorpora aprendizaje profundo de IA y un dispositivo médico para el diagnóstico de una enfermedad específica); y
- iii) nuevas invenciones creadas con ayuda de la tecnología de IA (por ejemplo, el descubrimiento de un nuevo material gracias a la tecnología de IA).

49. En la fase actual de desarrollo tecnológico de la IA, las instrucciones e intervenciones por parte del ser humano siguen siendo una parte importante en el proceso de creación de esas invenciones. Tal como se explica en la Parte II, a día de hoy, el aprendizaje no supervisado muestra un desempeño considerablemente inferior al aprendizaje supervisado. Sin embargo, a medida que la tecnología de IA evolucione⁹, el nivel de necesidad o relevancia de la intervención humana en el proceso de creación podría disminuir en relación con el aumento del desempeño autónomo de un sistema de IA.

50. Por lo tanto, las invenciones relacionadas con la IA pueden entenderse desde otro ángulo que pone el foco en la creación de un concepto inventivo básico. Desde esa perspectiva, las invenciones relacionadas con la IA pueden clasificarse de la siguiente manera:

- i) La identificación de un problema y la concepción de una solución son realizadas por humanos, mientras que la tecnología de IA se utiliza únicamente para la verificación, automatización, adaptación o generalización de la solución humana;
- ii) la identificación de un problema es realizada por humanos, y la concepción de una solución es asistida, guiada o dirigida por la tecnología de IA; y
- iii) la identificación de un problema y la concepción de una solución son realizadas por la tecnología de IA sin ninguna intervención humana.

En el segundo escenario, la relevancia de la tecnología de IA en el proceso de creación de la invención puede ser desde mínima a determinante. El tercer escenario, es decir, la inteligencia general artificial o superinteligencia¹⁰, no está al alcance de la tecnología actual¹¹. Sin embargo, la posibilidad de tal desarrollo marca una diferencia significativa con respecto a la tecnología informática convencional. Esta diferencia hace que se planteen nuevas cuestiones de distinta naturaleza en materia de patentes relacionadas con la IA.

51. Desde la aparición de la tecnología de IA, inventores e investigadores han presentado solicitudes de patente y se han concedido patentes sobre esas invenciones. Como se ilustra en el *Informe de la OMPI sobre tendencias de la tecnología (2019): La inteligencia artificial*, dichas

⁹ El aumento de la capacidad de cálculo ha permitido a los equipos de IA gestionar un gran espacio de búsqueda: por ejemplo, el juego del ajedrez contiene 10^{47} posibilidades (Deep Blue, 10 de febrero de 1996) y el juego del go, 10^{170} posibilidades (AlphaGo, marzo de 2016).

¹⁰ Significa que los sistemas de IA sean capaces de realizar con éxito cualquier tarea intelectual que pueda llevar a cabo el cerebro humano, o que la capacidad hipotética de una máquina supere con creces al cerebro humano.

¹¹ *Informe de la OMPI sobre tendencias de la tecnología (2019): La inteligencia artificial*, pág. 19.

invenciones abarcan diversas técnicas de IA¹² para numerosas aplicaciones¹³ funcionales de la IA en una variedad de campos de aplicación de la IA¹⁴. Los enfoques de código abierto (o innovación abierta) también son populares entre los desarrolladores de la IA¹⁵. Para más información sobre el panorama de las patentes de invención relacionadas con la IA, véase la citada publicación de la OMPI.

52. Todavía no se ha determinado en qué medida afecta la tecnología de IA a las leyes en materia de patentes. Sin embargo, algunas características de la tecnología de IA parecen apuntar a aquellas áreas de las leyes de patentes que podrían verse afectadas por esta nueva tecnología en el futuro, si no de forma inmediata. Así, por ejemplo, se puede reflexionar sobre los siguientes puntos:

- i) Dado que la tecnología de IA se implementa principalmente a través de programas informáticos, las cuestiones actuales del derecho de patentes relacionadas con las invenciones implementadas por ordenador y las invenciones que utilizan programas informáticos pueden seguir siendo relevantes para la tecnología de IA.
- ii) Las características cognitivas de la tecnología de la IA requieren nuevas reflexiones sobre la forma en que esta tecnología podría integrarse en los procesos de innovación humana, y sobre su incidencia en la premisa básica del sistema de patentes y del Derecho de patentes de que las invenciones son «creaciones del ingenio».
- iii) Las limitaciones técnicas propias a la reproducción y descripción completas de los procesos llevados a cabo en la red neuronal de aprendizaje profundo llaman nuestra atención sobre el posible impacto que pueden tener en uno de los principios fundamentales del sistema de patentes, a saber, la difusión de nuevos conocimientos tecnológicos.

53. Mientras la razón de ser del sistema de patentes sea contribuir al fomento de la innovación tecnológica, así como a la transferencia y difusión de tecnología, este debe seguir ofreciendo incentivos para la innovación y mecanismos para compartir nuevos conocimientos también en el campo de la IA (a menos que existan otras herramientas de orden legal, social o económico que aborden suficientemente estas cuestiones). En el plano de las políticas, las principales reflexiones podrían ser: Teniendo en mente el objetivo del sistema de patentes, ¿podría el desarrollo de la tecnología de la IA poner en peligro el equilibrio que persigue el sistema de patentes? En caso afirmativo, ¿cómo se podría restaurar dicho equilibrio? ¿Sería conveniente actualizar las leyes y las prácticas de patentes a la luz del desarrollo de la tecnología de la IA? ¿Hay, o habrá, lagunas en los conceptos jurídicos actuales del sistema de patentes como resultado de la aparición de la IA?

54. Para responder a estas preguntas, es necesario comprender la especificidad técnica de la IA en comparación con la tecnología informática convencional, así como evaluar de qué manera podrían aplicarse la legislación y la práctica actuales a la tecnología de la IA en la actualidad y en el futuro. Este documento de referencia no pretende abordar de manera exhaustiva todas estas cuestiones. Sin embargo, en los párrafos siguientes se presentan algunos de los aspectos sobre el derecho de patentes que pueden ser pertinentes en aquellos casos en los que se busca la protección mediante patente, y se conceden patentes, sobre invenciones relacionadas con la IA. El término «invenciones relacionadas con la IA» se refiere a varios tipos de invenciones, tal como se describe en los párrafos 48 y 50 anteriores. En este momento existen muy pocas directrices oficiales que aborden específicamente las cuestiones

¹² Por ejemplo, aprendizaje automático, lógica difusa y programación lógica.

¹³ Por ejemplo, visión artificial, procesamiento del lenguaje natural y procesamiento del habla.

¹⁴ Por ejemplo, transporte, telecomunicaciones y ciencias de la vida y de la salud.

¹⁵ *Informe de la OMPI sobre tendencias de la tecnología (2019): La inteligencia artificial*, pág. 109.

de derecho de patentes aplicadas a las invenciones relacionadas con la IA. Tratándose de una nueva tecnología, la jurisprudencia no se ha desarrollado plenamente, y algunas oficinas de patentes han publicado directrices que aclaran sus prácticas en este ámbito. Los procedimientos de observancia y las licencias sobre las patentes relacionadas con la IA en el contexto de la interpretación de las reivindicaciones también podrían formar parte de los futuros temas de debate a medida que aumenta la presencia en el mercado de productos con IA integrada. En general, la negociación de acuerdos de licencia y la solución de controversias sobre patentes requieren una reflexión profunda que tiene múltiples facetas. Aún está por ver si las invenciones relacionadas con la IA *per se* añadirían mayor confusión a estas cuestiones ya de por sí complejas.

55. El sistema actual de patentes se basa en el supuesto de que determinados mecanismos de incentivos sirven para fomentar la actividad creativa del ser humano. Desde el punto de vista de las políticas de alto nivel, las posibilidades que ofrece el desarrollo de la tecnología de la IA plantean una cuestión filosófico-jurídica sobre la teoría de los incentivos del sistema de patentes. Aunque todavía pertenece al ámbito de la ciencia ficción, esto podría suceder cuando una máquina de IA sea capaz de procesar exhaustivamente varios datos (no solo datos científicos y tecnológicos, sino también datos personales y de comportamiento, así como datos sociales y legales), identificar un problema, resolver el problema con una nueva invención y llevar nuevos productos al mercado para satisfacer a los seres humanos, todo ello de forma autónoma. Si bien puede tratarse de una cuestión interesante desde un punto de vista intelectual, va mucho más allá del alcance del presente documento.

B. Materia patentable

56. En general, se conceden patentes para todo tipo de invención (ya sea un producto o un procedimiento) y en todos los campos de la técnica, siempre que la invención cumpla todos los requisitos legales, incluido el que se refiere a las exclusiones de la materia patentable. No existe una definición internacionalmente establecida del término «invención», y las legislaciones nacionales definen el alcance de la materia excluida de acuerdo con los tratados internacionales de los que el país es parte. En consecuencia, existen diferencias en cuanto al alcance de la materia patentable de un país a otro¹⁶. Muchos países excluyen de la materia patentable los métodos matemáticos, planes, reglas y métodos para el ejercicio de actividades intelectuales, reglas y métodos de negocios y los programas informáticos. Algunos de estos países aclaran que estos temas están excluidos de la materia patentable solo en la medida en que una solicitud de patente se refiera a dicha materia como tal. En un país¹⁷, la jurisprudencia establece que las reivindicaciones que se refieren a las leyes de la naturaleza, los fenómenos naturales y las ideas abstractas quedan excluidas de la protección mediante patente. En otro país, su ley de patentes¹⁸ define el término «invención» como «la creación altamente avanzada de conceptos técnicos aplicando las leyes de la naturaleza», y la categoría de invenciones de producto incluye un programa informático y cualquier otra información que deba ser procesada por un ordenador electrónico equivalente a un programa informático¹⁹.

57. Más allá de las mejoras en los componentes de *hardware* que ejecutan las funciones de IA, las invenciones relacionadas con técnicas de IA y aplicaciones funcionales de IA están enfocadas principalmente a los programas informáticos. Al igual que en el caso de la tecnología informática convencional, las aplicaciones de IA también pueden utilizarse en ámbitos no

¹⁶ Véase «Determinados aspectos de las legislaciones nacionales/regionales en materia de patentes. Exclusiones de la materia patentable» en: https://www.wipo.int/scp/es/annex_ii.html.

¹⁷ Los Estados Unidos de América.

¹⁸ Artículo 2(1) y (4) de la Ley de Patentes de Japón.

¹⁹ Para más información sobre las exclusiones de la materia patentable y la patentabilidad intrínseca de las invenciones implementadas por ordenador, véanse los documentos SCP/13/3 y SCP/15/3 (en lo que respecta a los programas informáticos como materia excluida de patentabilidad, véase, en particular, el Anexo II del documento SCP/15/3).

tecnológicos, como las finanzas, los seguros, el comercio electrónico, etc. Además, el aprendizaje automático se basa en modelos de cálculo y en algoritmos de clasificación, agrupación, regresión y reducción de la dimensionalidad, que pueden considerarse técnicas matemáticas. Asimismo, aunque no se puede negar la importancia de los datos de entrenamiento para el desempeño del aprendizaje automático, los datos *per se*, que son mera información, no constituyen una invención patentable.

58. La patentabilidad intrínseca de las invenciones implementadas por ordenador ya es una de las áreas en las que resulta difícil trazar una línea divisoria clara entre las materias admisibles y no admisibles. Por ejemplo, en muchos países, el «tecnicismo» de la invención reivindicada se considera importante para determinar la patentabilidad intrínseca. En esos países, la jurisprudencia y las prácticas de sus oficinas se han desarrollado para aclarar conceptos como «problema técnico», «medios técnicos», «efectos técnicos» y «objeto técnico». En los Estados Unidos de América, a fin de aplicar la decisión del Tribunal Supremo sobre la evaluación de la patentabilidad intrínseca (la prueba *Alice/Mayo*), la Oficina de Patentes y Marcas de los Estados Unidos de América (USPTO) publicó en enero de 2019 la Guía revisada sobre patentabilidad intrínseca (2019) con miras a conseguir una metodología más clara²⁰. Sin embargo, la patentabilidad intrínseca de las invenciones implementadas por ordenador implica cuestiones complejas, que pueden seguir evolucionando con los nuevos desarrollos tecnológicos.

59. En cuanto al requisito de patentabilidad intrínseca aplicado a las invenciones relacionadas con la IA, algunas oficinas de patentes han publicado directrices al respecto. La Guía revisada sobre patentabilidad intrínseca (2019) de la USPTO incluye un ejemplo referido específicamente a la idoneidad de la materia patentable de un método implementado por ordenador que consiste en entrenar a una red neuronal para la detección facial que comprende una serie de etapas en dicho entrenamiento²¹. En la edición de noviembre de 2018 de las Directrices de examen de la Oficina Europea de Patentes (OEP), en los apartados relativos a la patentabilidad de los métodos matemáticos y los planes, reglas y métodos para el ejercicio de actividades intelectuales, para juegos o para actividades comerciales, se han creado nuevas subsecciones relativas, *inter alia*, a la inteligencia artificial y al aprendizaje automático con el objeto de definir con mayor precisión los criterios de patentabilidad pertinentes²². El Manual de examen de patentes y modelos de utilidad publicado por la Oficina Japonesa de Patentes (JPO) también incluye ejemplos relacionados con las invenciones de IA²³.

60. En cuanto a las invenciones creadas con ayuda de la tecnología de IA, la determinación de la materia patentable depende obviamente de la naturaleza de la invención final y de la forma en que se reivindique. Por ejemplo, en aquellos países en los que las plantas están

²⁰ 2019 Revised Patent Subject Matter Eligibility Guidance, disponible en: <https://www.uspto.gov/patent/laws-and-regulations/examination-policy/subject-matter-eligibility>.

²¹ 2019 Revised Patent Subject Matter Eligibility Guidance, ejemplo 39.

²² Directrices de examen de la Oficina Europea de Patentes (OEP), Parte G, Capítulo II, 3.3.1. En esencia, las Directrices establecen que la inteligencia artificial y el aprendizaje automático se basan en modelos computacionales y en algoritmos para la clasificación, agrupación, regresión y reducción de la dimensionalidad que son *per se* de naturaleza matemática abstracta, con independencia de si pueden ser «entrenados» sobre la base de datos de entrenamiento. Sin embargo, si la inteligencia artificial y el aprendizaje automático pueden aplicarse a varios campos de la tecnología, de manera que realicen una aportación técnica y contribuyan a lograr una objetivo técnica, tal invención puede ser considerada materia patentable.

²³ Anexo A del Manual de examen de patentes y modelos de utilidad. Por lo que se refiere a los requisitos de patentabilidad intrínseca, se examinan los siguientes ejemplos: reivindicaciones referidas a datos que son una mera presentación de información; una estructura de datos que permite el procesamiento de información, que puede realizarse en sistemas interactivos de voz; un modelo entrenado para analizar la reputación de los alojamientos.

excluidas de la materia patentable, las reivindicaciones de patente que definen una planta nueva e innovadora, creada con la ayuda de una herramienta de IA, no serían patentables.

C. Novedad y actividad inventiva

61. Se dice que el análisis de la actividad inventiva es el requisito de patentabilidad más difícil de evaluar²⁴. Del volumen de solicitudes de patente rechazadas, muchas de ellas se deniegan por falta de actividad inventiva. Cuando un tercero cuestiona la validez de una patente, este suele basar sus argumentos en el incumplimiento del requisito de la actividad inventiva. Lo mismo parece ocurrir con las solicitudes de patente y las patentes concedidas del ámbito de la IA. Aunque se dispone de datos limitados, muchas de las oposiciones presentadas por terceros contra solicitudes/patentes relacionadas con la IA se basan en la falta de actividad inventiva (obviedad o evidencia)²⁵.

62. A menudo, con la aparición de una nueva tecnología, la evaluación de la actividad inventiva se enfrenta a un reto importante. Esto se debe a que los antecedentes del estado de la técnica son escasos, y a que no se ha establecido plenamente el alcance exacto del hipotético experto en la materia ni del conocimiento general común de ese campo técnico en particular. La falta de jurisprudencia y de directrices oficiales dificulta una evaluación homogénea de la actividad inventiva. Sin embargo, a medida que la tecnología evoluciona, han ido surgiendo interpretaciones comunes y prácticas armonizadas en muchas áreas tecnológicas.

63. Dado que la evaluación de la actividad inventiva la realiza un experto en la materia, la determinación del nivel de conocimientos y competencias que posee esta persona hipotética es una de las piedras angulares de dicha evaluación²⁶. El nivel exacto de estos conocimientos y competencias debe definirse para cada caso concreto, y también varía con el desarrollo tecnológico. En general, la capacidad y los conocimientos de un hipotético experto en la materia pueden, en su caso, corresponder a los de un equipo de personas que trabajan en diversos campos relevantes²⁷. Por lo tanto, se espera que, cuanto más se utilice una herramienta de IA en el campo técnico pertinente, menos innovador será su uso, ya que un experto en la materia, es decir, un equipo interdisciplinario capaz de utilizar la herramienta de IA, recurrirá al uso de dicha herramienta en su investigación. La misma consideración se aplica a la noción de «conocimiento general común»²⁸.

64. El Anexo A del Manual de examen de patentes y modelos de utilidad publicado por la Oficina Japonesa de Patentes (JPO) contiene varios ejemplos relativos a la evaluación de la actividad inventiva de las invenciones relacionadas con la IA²⁹. Por ejemplo:

- Falta de actividad inventiva, ya que la invención únicamente consistía en sistematizar operaciones humanas en un sistema de IA (ejemplo 33);
- falta de actividad inventiva debido a una mera modificación de un método para estimar los datos de salida a partir de los datos de entrada (ejemplo 34);
- existencia de actividad inventiva, debido a que la adición de determinados datos de entrenamiento tiene un efecto significativo (ejemplo 34);

²⁴ Para más información sobre la manera en que se aplica el requisito de actividad inventiva en los distintos países, véanse los documentos SCP/22/3, SCP/28/4, SCP/29/4 y SCP/30/4.

²⁵ *Informe de la OMPI sobre tendencias de la tecnología (2019): La inteligencia artificial*, págs. 115 a 117.

²⁶ Véase el documento SCP/22/3.

²⁷ Documento SCP/22/3, párrafos 34 y 35.

²⁸ Véase el documento SCP/28/4.

²⁹ Anexo A del Manual de examen de patentes y modelos de utilidad, ejemplos 31 a 36, JPO.

- falta de actividad inventiva, ya que una modificación de los datos de entrenamiento para el aprendizaje automático es una mera combinación de datos conocidos, sin ningún efecto significativo (ejemplo 35); y
- existencia de actividad inventiva, debido a cierto pretratamiento de los datos de entrenamiento (ejemplo 36).

65. En relación con las invenciones «inventadas» por máquinas de IA, han surgido inquietudes sobre la posible creación masiva de «nuevas invenciones» por parte de máquinas de IA, con el temor de que esto pudiera conducir a una situación en la que todo sería inventado y patentado por las máquinas. Como reflejo de lo anterior en cierto modo, existen proyectos para generar «estado de la técnica» con tecnología de IA mediante la publicación de los resultados de máquinas de IA, con el fin de que cualquiera de estos resultados ya no pueda ser patentado por terceros³⁰. En cuanto a las nuevas invenciones, el requisito de divulgación habilitante y de aplicación industrial (utilidad) impediría patentar, por ejemplo, una mera combinación de elementos químicos conocidos sin ninguna descripción que explique cómo se puede producir un compuesto de este tipo y cómo se puede utilizar. Del mismo modo, solo puede considerarse que la información descrita en un antecedente se ha puesto a disposición del público y que, por lo tanto, constituye un antecedente válido del estado de la técnica, si dicha información se describe con el suficiente detalle como para permitir a un experto en la materia poner en práctica la enseñanza. Una estructura química descrita simplemente con una fórmula química, por ejemplo, con toda probabilidad no será considerada un antecedente válido del estado de la técnica al objeto de descartar la novedad o la actividad inventiva del compuesto químico correspondiente.

66. El requisito de actividad inventiva (no evidencia) se fundamenta en que no debería concederse la protección mediante patente a una invención que pudiera considerarse como una consecuencia obvia de lo que ya es conocido públicamente, ya que su contribución a la sociedad sería muy escasa³¹. Este objetivo normativo puede servir de guía para determinar la actividad inventiva en cada caso, incluidas las invenciones relacionadas con la IA.

D. Suficiencia de la divulgación y reivindicaciones

67. Al igual que ocurre con la evaluación de la actividad inventiva, las nuevas tecnologías plantean desafíos particulares para divulgar las invenciones de manera clara y completa, y para redactar reivindicaciones claras y concisas que cubran de forma adecuada el alcance de la protección legítima. La falta de jurisprudencia y de directrices oficiales también dificulta que las oficinas de propiedad intelectual y los usuarios del sistema de patentes puedan evaluar el cumplimiento de los requisitos de divulgación.

68. En cuanto a la descripción de la invención reivindicada, en general, las leyes nacionales/regionales de patentes exigen que el solicitante de una patente describa la invención de manera suficientemente clara y exhaustiva para que la invención reivindicada pueda ser llevada a cabo por un experto en la materia (requisito de divulgación habilitante)³². Es gracias a este requisito que el sistema de patentes facilita la difusión de información y el acceso a los conocimientos tecnológicos incluidos en las solicitudes de patente y en las patentes. Esto se traduce en la ampliación de los recursos públicos de información tecnológica

³⁰ Proyecto *All Prior Art* (<https://allpriorart.com/about/>).

³¹ Documento SCP/22/3, párrafo 3.

³² Véase el documento SCP/22/4. Véase también «Determinados aspectos de las legislaciones nacionales/regionales en materia de patentes. Suficiencia de la divulgación» en: https://www.wipo.int/scp/es/annex_ii.html.

y en un aumento de los beneficios sociales globales, por ejemplo, favoreciendo la transferencia de tecnología y evitando duplicidades en la I+D.

69. En relación con la tecnología de IA, una cuestión que puede plantearse es hasta qué punto un algoritmo de IA, un modelo de entrenamiento, una arquitectura de red neuronal, un proceso de aprendizaje, datos de entrenamiento, componentes de *hardware*, etc., deben divulgarse en una solicitud de patente a fin de cumplir el requisito de divulgación habilitante. Uno de los desafíos puede provenir del hecho de que, en el contexto de la tecnología de aprendizaje profundo actual, para los humanos es difícil identificar cada uno de los pasos del proceso que se dan en una red neuronal de aprendizaje profundo, así como explicar exactamente cómo llega la red neuronal al resultado final. Cuando un sistema tiene varias decenas de millones de ponderaciones que contribuyen a una clasificación, expresarlo de una forma comprensible para el ser humano resulta demasiado complejo. En determinados casos, puede ser más difícil racionalizar la salida de IA (es decir, proporcionar un razonamiento que sea creíble) sin tener datos experimentales del mundo real.

70. Al mismo tiempo, el grado de divulgación de la invención reivindicada en la parte descriptiva de una solicitud de patente depende obviamente de lo que se reivindique en la parte reivindicada de la solicitud. Por ejemplo, en el caso de una invención relativa a la aplicación de la tecnología de IA para resolver un problema mediante el entrenamiento de un algoritmo de aprendizaje profundo a partir de un conjunto de datos específicos, si la invención reivindicada abarca una aplicación más amplia, la descripción puede requerir no ya un tipo de conjunto de datos, sino todos los tipos de conjuntos de datos necesarios para que un experto en la materia pueda llevar a cabo el amplio alcance de la invención reivindicada.

71. A este respecto, la noción del experto en la materia también es importante para evaluar el requisito de divulgación habilitante. Por ejemplo, si se aplica una tecnología de IA a una invención en un campo específico (por ejemplo, una red neuronal de reconocimiento de imágenes aplicada a una invención en el campo de la seguridad y la vigilancia), un equipo de expertos en materia de tecnología de IA y del sector de la vigilancia puede constituir la hipotética persona experta en la materia para evaluar dicha invención.

72. Otra cuestión que puede suscitarse es que las tecnologías de aprendizaje profundo no son deterministas, ya que implican alguna inicialización aleatoria. En consecuencia, incluso los mismos datos de entrenamiento y la misma arquitectura de red neuronal pueden traducirse en un desempeño ligeramente diferente del aprendizaje automático: dos entrenamientos de un modelo con los mismos datos de entrenamiento y la misma arquitectura de red neuronal tendrán como resultado dos comportamientos de entrenamiento ligeramente diferentes. Al igual que en el caso de la materia biológica, en donde la variabilidad biológica es inevitable, se podría considerar la denominada reproducibilidad o plausibilidad de las invenciones reivindicadas sobre la base de la divulgación en una solicitud de patente.

73. En lo que respecta a los datos de entrenamiento, la resolución de un problema con una técnica de IA en particular podría requerir un conjunto específico de datos. El importante papel que desempeña un conjunto de datos de entrenamiento en el rendimiento del aprendizaje automático profundo podría plantear interrogantes en cuanto a su grado de divulgación en una solicitud de patente y a la disponibilidad de dicho conjunto de datos para que un tercero pueda verificar la invención reivindicada (es decir, si la invención reivindicada funciona realmente o no).

74. En lo que se refiere a las reivindicaciones, muchas leyes nacionales establecen que estas deben ser claras y concisas. Además, las reivindicaciones deben estar respaldadas por la descripción (requisito de fundamento)³³. En general, la razón de ser de este requisito es que la

³³ Véase el documento SCP/22/4.

invención reivindicada no debe exceder el alcance de la invención divulgada públicamente en la descripción. Del mismo modo, el objetivo normativo esencial del requisito de descripción escrita previsto en la legislación de los Estados Unidos de América³⁴ es el de «transmitir claramente la información de que el solicitante ha inventado la materia objeto que reivindica y llevar a dominio público lo que el solicitante reivindica como invención»³⁵. En este sentido, tales requisitos apuntan al principio fundamental de que no se concederá protección mediante patente a aquello que no haya sido inventado por el solicitante en la fecha de presentación, ni a lo que no se haya hecho público mediante la divulgación en la solicitud de patente en la fecha de presentación. En cuanto a las técnicas para reivindicar invenciones relacionadas con la IA, y dado que, en su gran mayoría, se trata de invenciones implementadas por ordenador, los solicitantes pueden enfrentarse a dificultades similares a la hora de cubrir adecuadamente sus invenciones con las reivindicaciones.

75. En cuanto a la aplicación de los requisitos de divulgación a las invenciones relacionadas con la IA, el Anexo A del Manual de examen de patentes y modelos de utilidad publicado por la Oficina Japonesa de Patentes (JPO) contiene varios ejemplos concretos³⁶. Los ejemplos ilustran principalmente aquellos casos en los que la tecnología de IA se aplica a invenciones en varios campos de la tecnología y donde, por lo tanto, el aprendizaje automático generalmente requiere múltiples tipos de datos de entrenamiento. Abordan la importancia de mostrar una cierta relación (como una correlación) entre esos datos a fin de cumplir con los requisitos de divulgación. Además, uno de los ejemplos se refiere a un caso en el que se presume que la tecnología de IA proporciona una determinada función a una invención de producto reivindicada. La invención reivindicada no cumple con el requisito de divulgación, ya que la descripción solo proporciona los datos inferidos por la IA (sin datos experimentales del producto), y ni el estado de la técnica ni el conocimiento general común sugieren que los datos inferidos por la IA puedan sustituir a los datos experimentales.

E. Aplicación industrial

76. En relación con la reproducibilidad y plausibilidad de las invenciones reivindicadas, en algunos países, el requisito de aplicación industrial también puede exigir que la invención reivindicada pueda reproducirse con las mismas características cuando sea necesario³⁷.

F. Calidad de inventor y titularidad

77. El artículo 4^{ter} del Convenio de París establece que el inventor tiene derecho a ser mencionado como tal en la patente. Esta disposición se refiere a lo que comúnmente se conoce como el «derecho moral» del inventor a ser nombrado como tal en la patente concedida sobre su invención en todos los países de la Unión de París. En general, se entiende que el inventor puede renunciar a ese derecho, a menos que la legislación nacional disponga otra cosa. Dado que el Convenio de París no define el término «inventor», la identificación de un inventor o inventores, así como el procedimiento para el ejercicio de ese derecho moral, está regulado por cada Estado miembro en su legislación aplicable³⁸.

³⁴ Artículo 112.a) del Título 35 del Código de los Estados Unidos. Véase el documento SCP/22/4.

³⁵ *Ibid.*

³⁶ Anexo A del Manual de examen de patentes y modelos de utilidad, ejemplos 46 a 51, JPO.

³⁷ Documento oficioso SCP/5: La aplicación práctica de los requisitos de aplicación Industrial y de utilidad en virtud de las legislaciones nacionales y regionales. Véase también la jurisprudencia de las Salas de Recurso de la Oficina Europea de Patentes, Parte I.E.2.

³⁸ *Guía para la aplicación del Convenio de París para la protección de la propiedad industrial*, G. H. C. Bodenhausen (Publicación de la OMPI n.º 611).

78. Aunque los requisitos de patentabilidad (como la materia patentable, la novedad, la actividad inventiva [obiedad], la aplicación industrial [utilidad] y los requisitos de divulgación) son independientes de la cuestión de la calidad de inventor, una indicación falsa de los inventores puede tener graves consecuencias jurídicas.

79. Si bien no todas las legislaciones nacionales definen el término «inventor», atendiendo al principio fundamental del sistema de patentes y a la circunstancia de que el derecho moral es uno de los derechos fundamentales vinculados a los derechos de patente, podría existir la presunción general de que un inventor o inventores, en virtud del derecho de patentes, son una persona o personas³⁹. Si esta presunción es válida, la consecuencia lógica podría ser que, con independencia del grado de contribución de la máquina de IA a la concepción de la invención, la máquina no es un inventor.

80. En aquellos casos en que el proceso de creación de la invención implica el uso de un sistema de IA, siempre que una persona o personas que participen ese proceso tengan la consideración de «inventor» en virtud de la legislación aplicable (en términos generales, que hayan contribuido a la concepción de la invención reivindicada), esa persona o personas se considerarían un inventor o inventores de esa invención, ya se trate de un programador de IA, un desarrollador de IA, un usuario de IA u otros. Una pregunta (de naturaleza teórica en este punto) que cabe plantearse es: si no hay ninguna persona que pueda considerarse inventor conforme a la ley aplicable, ¿a quién pertenece el derecho sobre la patente?

81. Aunque se espera que las máquinas de IA adquieran mayores capacidades cognitivas con los nuevos avances tecnológicos, la evolución de la tecnología suele ser progresiva. Además, la tecnología de IA podría desempeñar funciones distintas en el proceso de creación de la invención dependiendo de cada caso, es decir, cualquier función que abarque desde una simple herramienta de ayuda hasta un medio instrumental para la percepción del concepto inventivo. Por consiguiente, contraponer las «invenciones realizadas por humanos» a las «invenciones realizadas por una máquina» parece un enfoque demasiado simplista para un debate complejo como el que se refiere a las cuestiones de la calidad de inventor.

82. En términos generales, el derecho a una patente pertenece en primer lugar al inventor (o inventores), y estos pueden ceder el derecho a otra persona física o jurídica. En muchos países, cuando una invención se lleva a cabo en el marco de una relación laboral, el derecho a la patente pertenece, en principio, al empleador, a menudo bajo determinadas condiciones⁴⁰. Por lo tanto, las cuestiones referidas a la calidad de inventor y a la titularidad pueden formar parte de los aspectos normativos esenciales para la configuración de un sistema de patentes.

IV. LA TECNOLOGÍA DE IA COMO HERRAMIENTA EN LA TRAMITACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PATENTES

83. Las soluciones tecnológicas de la IA pueden aplicarse a los procedimientos relacionados con patentes y más allá, es decir, como una herramienta para presentar solicitudes de patentes por parte de los solicitantes, procesar solicitudes de patentes por parte de las oficinas de patentes, hacer valer las patentes por parte de sus titulares, invalidar patentes por parte de terceros, resolver disputas por parte de los órganos judiciales, etc.

³⁹ Según el art.100.f) del título 35 del Código de los Estados Unidos (U.S.C.), un «inventor» es «el individuo o, si se trata de una invención conjunta, los individuos, que inventaron o descubrieron colectivamente el objeto de la invención». En los Estados Unidos de América, el inventor, o cada persona que sea coinventora, de una invención reivindicada debe, en principio, prestar juramento o hacer una declaración en relación con la solicitud.

⁴⁰ En aras de la exhaustividad, también debería añadirse que el derecho a una patente también puede transferirse a otra persona mediante herencia.

A. Herramientas para las autoridades de PI

84. Las oficinas de PI ya han comenzado a utilizar la tecnología de IA para facilitar la administración de la PI y la prestación de sus servicios. El Índice de la OMPI de iniciativas de IA en las oficinas de PI⁴¹ es un portal en línea en el que se pueden realizar búsquedas sobre el uso de la tecnología de IA por país/territorio y por campo de aplicación. Las categorías de aplicaciones del Índice, que son las principales áreas de trabajo de las oficinas de PI en las que interviene la tecnología de IA, son: i) digitalización y automatización de procesos; ii) examen; iii) servicios de asistencia técnica; iv) búsqueda de imágenes; v) traducción automática; vi) clasificación de patentes; vii) búsquedas del estado de la técnica en materia de patentes; y viii) clasificación de marcas.

85. Durante la Reunión de Oficinas de Propiedad Intelectual sobre Estrategias de TIC e Inteligencia Artificial para la Administración de la Propiedad Intelectual, organizada por la OMPI y celebrada en Ginebra del 23 al 25 de mayo de 2019, uno de los principales temas de debate fue la forma en que las aplicaciones de IA y de otras tecnologías avanzadas han sido y podrían ser utilizadas por las oficinas de PI⁴². En las deliberaciones de dicha reunión se destacaron los progresos realizados en diversas oficinas para aprovechar el potencial de la IA en los sistemas administrativos de la PI, y se puso de manifiesto el deseo de las oficinas de intercambiar información y experiencias en materia de IA de forma continua, lo que también evitaría, entre otras cosas, la duplicación de esfuerzos⁴³. A modo de seguimiento de la reunión, la OMPI creó una página web dedicada a la IA⁴⁴ y un foro electrónico para debatir las estrategias de las TIC y la IA para la administración de la PI, de acceso limitado para los expertos designados por las oficinas de PI. Además, el Comité de Normas Técnicas de la OMPI (CWS) estableció un Grupo de Trabajo sobre Estrategia y Normas en materia de TIC, que, entre otros aspectos, examina las recomendaciones presentadas en la reunión⁴⁵.

86. En el campo de la administración de patentes, las oficinas de patentes nacionales y regionales han desarrollado (o han estado desarrollando) herramientas de aplicación de la IA en distintos ámbitos: clasificación de las solicitudes de patente; comprobación de los requisitos formales; búsquedas del estado de la técnica; traducción automática de los documentos pertinentes; ayuda para el examen de fondo (por ejemplo, anotación automática de la bibliografía sobre patentes y detección automática de las exclusiones de la materia patentable); y, de manera más general, la conversión de datos y la gestión de documentos⁴⁶.

87. La Oficina Internacional de la OMPI también ha recurrido a la IA con el fin de mejorar las funciones y los procesos de la Organización. La OMPI utiliza actualmente la IA en tres áreas principales: traducción automática (WIPO Translate), búsqueda de imágenes en la Base Mundial de Datos sobre Marcas y clasificación automática de patentes⁴⁷.

⁴¹ https://www.wipo.int/about-ip/es/artificial_intelligence/.

⁴² Los documentos y las presentaciones de la reunión están disponibles en:
https://www.wipo.int/meetings/es/details.jsp?meeting_id=46586.

⁴³ Documento WIPO/IP/ITIA/GE/18/5 (Resumen del facilitador).

⁴⁴ https://www.wipo.int/about-ip/es/artificial_intelligence/.

⁴⁵ Documento CWS/6/3.

⁴⁶ Índice de iniciativas de IA en las oficinas de PI de la OMPI.

⁴⁷ Para más información, visite el sitio web de la OMPI en: https://www.wipo.int/about-ip/es/artificial_intelligence/.

B. Herramientas para solicitantes, terceros y profesionales del ámbito de la PI

88. Teniendo en cuenta la cantidad cada vez mayor de información pública disponible que se genera a través del sistema de patentes, la tecnología de IA también puede ayudar a los solicitantes, a los terceros y a los profesionales de la PI a lograr una mayor calidad y eficiencia en sus respectivas actividades.

89. La AIPPI, la AIPLA y la FICPI consideran que las aplicaciones de la IA para la práctica de la PI pueden agruparse en tres categorías: (i) automatización de documentos; (ii) automatización de procesos; y (iii) conocimientos que permite la IA⁴⁸. Estos organismos predicen que la automatización de documentos a través de la IA sería capaz de contemplar el lenguaje en su contexto y ayudar, por ejemplo, en la redacción y revisión de solicitudes. La automatización de procesos basada en la IA aprovecharía los datos sobre patentes a efectos de realización de búsquedas, y se utilizaría para la creación de registros, la generación de estructuras de comunicaciones oficiales de las oficinas y la creación y gestión de declaraciones complementarias sobre el estado de la técnica. Los conocimientos que permite la IA proporcionarían información y predicciones a los usuarios del sistema de patentes que estos podrían utilizar para la toma de decisiones más fundamentadas.

[Sigue el Anexo]

⁴⁸ Manual del Simposio sobre IA de la IAPLA/AIPPI/FICPI, disponible en: Simposio Conjunto de la AIPPI/IAPLA/FICPI sobre Inteligencia Artificial, 28 y 29 de marzo de 2019 <https://ficpi.org/colloquium>.

REFERENCIAS SOBRE CONFERENCIAS ORGANIZADAS POR LA OMPI O LAS OFICINAS DE PI, SUS PÁGINAS WEB Y PUBLICACIONES RELACIONADAS CON LA IA

OMPI

Informe de la OMPI sobre tendencias de la tecnología (2019): La inteligencia artificial (publicación de la OMPI n.º 1055E/19 – solo en inglés).

https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_1055.pdf.

En español se ha publicado un resumen:

https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/es/wipo_pub_1055_exec_summary.pdf

Página web «Inteligencia artificial y propiedad intelectual».

https://www.wipo.int/about-ip/es/artificial_intelligence/

Reunión de Oficinas de Propiedad Intelectual sobre Estrategias de TIC e Inteligencia Artificial para la Administración de la Propiedad Intelectual, 23 a 25 de mayo de 2018.

https://www.wipo.int/meetings/es/details.jsp?meeting_id=46586

Diálogo de la OMPI sobre propiedad intelectual (PI) e inteligencia artificial (IA), 27 de septiembre de 2019.

https://www.wipo.int/meetings/es/details.jsp?meeting_id=51767

Argentina

Seminario: Inteligencia Artificial y Patentes, 9 de mayo de 2019.

<https://eventos.udesa.edu.ar/evento/seminario-inteligencia-artificial-y-patentes-0>

Estonia

Conference on Artificial Intelligence and Smart Economy, 23 de mayo de 2019.

<https://www.epa.ee/en/news/tomorrow-100th-anniversary-estonian-patent-office>

Finlandia

IP Rights as Key Success Factors for AI Driven Businesses, 5 de febrero de 2019.

<https://ipruc.fi/koulutus-tapahtuma/ip-rights-as-a-key-success-factors-for-ai-driven-businesses/>

Israel

International Conference on Emerging Technologies and Intellectual Property - Connecting the Bits, 16 de julio de 2019.

Singapur

IP/IT Issues in Artificial Intelligence, 23 de julio de 2018.

https://docs.wixstatic.com/ugd/55329f_a9a5de07b0a546818c345078331ae8a5.pdf

Federación Rusa

International Conference on Digital Transformation: Focus on IP, 23 y 24 de abril de 2019.

<https://rupto.ru/en/news/anons-international-conference-focus-on-ip-en>

Reino Unido

AI: decoding IP – Exploring the Commercial, Economic and Legal Implications, 18 y 19 de junio de 2019.

<https://orcula.com/ipo>

Estados Unidos de América

Artificial Intelligence: Intellectual Property Policy Considerations, 31 de enero de 2019.

<https://www.uspto.gov/about-us/events/artificial-intelligence-intellectual-property-policy-considerations>

Oficina Europea de Patentes

Página web «Artificial Intelligence».

<https://www.epo.org/news-issues/issues/ict/artificial-intelligence.html>

Patenting Artificial Intelligence 30 de mayo de 2018.

<https://www.epo.org/learning-events/events/conferences/2018/ai2018.html>

[Fin del Anexo y del documento]