

Informe de la OMPI sobre tendencias  
de la tecnología (2019)  
Resumen

# La inteligencia artificial

**En el *Informe de la OMPI sobre tendencias de la tecnología (2019): La inteligencia artificial* se lleva a cabo un análisis documentado de la manera en que las tecnologías impulsadas por la inteligencia artificial (IA) están introduciéndose rápidamente en los mercados mundiales y se reúnen opiniones de especialistas líderes en IA. Se trata de una contribución que tiene por fin proporcionar a las instancias encargadas de formular políticas en el sector público y el privado unos conocimientos más adecuados que sirvan de base para el debate sobre el futuro de la IA y los marcos normativos y reglamentarios aplicables en un ámbito que evoluciona con tanta rapidez. Para consultar estadísticas más completas consulte el siguiente enlace: [www.wipo.int/tech\\_trends/es/artificial\\_intelligence](http://www.wipo.int/tech_trends/es/artificial_intelligence)**

La inteligencia artificial es una nueva frontera digital que tendrá una profunda incidencia en el mundo y transformará el modo en que trabajamos y vivimos.

**Francis Gurry, director general de la OMPI**

# Resumen

Cada vez con mayor frecuencia, la inteligencia artificial (IA) genera novedades importantes en la tecnología y las empresas, desde vehículos autónomos y diagnósticos médicos hasta avances en la fabricación de productos. A medida que la IA abandona el campo teórico para introducirse en el mercado mundial, ve impulsado su crecimiento gracias a una profusión de datos digitalizados y una capacidad de procesamiento computacional que avanza con rapidez, factores que pueden producir cambios radicales: al detectar rasgos comunes entre miles de millones de datos que no tienen relación entre sí, la IA puede introducir mejoras en los pronósticos meteorológicos, incrementar el rendimiento de las cosechas, facilitar la detección del cáncer, predecir epidemias y optimizar la productividad industrial.

La IA es tan importante como la electricidad lo fue en su época. Me resulta difícil imaginar un sector que la IA no vaya a transformar.

Andrew Ng, director de Landing AI y deeplearning.ai

## **Mediante el análisis de patentes pueden determinarse las tendencias de la tecnología**

Aprovechando la experiencia de la OMPI en el análisis de datos de patentes, en esta primera publicación de la serie de informes de la OMPI sobre tendencias de la tecnología se examinan las tendencias existentes en la nascente era de la IA: se analizan las publicaciones científicas y de patentes y otros datos para examinar las tendencias anteriores y actuales en el ámbito de la IA, a la vez que se ayuda a comprender mejor la manera en que es probable que se desarrolle la innovación en ese campo en los años venideros.

La presente publicación se halla entre las primeras en investigar sistemáticamente las tendencias existentes en la tecnología que recurre a la IA a fin de descubrir en qué ámbitos se observa el mayor grado de actividad innovadora en ese campo, qué empresas e instituciones lideran el desarrollo de la IA y en qué lugares se sitúan los mercados en crecimiento.

A fin de tener conocimiento de las novedades que se producen en ese ámbito, la OMPI ha elaborado un nuevo marco en el que las tecnologías relacionadas con la IA se agrupan con el fin de reflejar tres aspectos: las tecnologías utilizadas en la IA, como el aprendizaje automático; las aplicaciones funcionales, como el procesamiento del habla y la visión por computadora, y los campos de aplicación, entre otros, las telecomunicaciones y el transporte.

En el informe se ofrecen datos y análisis en relación con cada una de esas esferas en los que se determinan las tendencias, los actores principales, la distribución geográfica y la actividad del mercado, sin olvidarse de las adquisiciones y los litigios. Además, se aportan contribuciones de expertos en IA de varios puntos del planeta, en las que se abordan cuestiones tales como los usos existentes y los posibles usos y repercusión de las tecnologías que aplican la IA, cuestiones jurídicas y reglamentarias, y cuestiones problemáticas de carácter ético y de protección de datos.

## **Las invenciones relacionadas con la IA están en auge y han pasado de la teoría a la aplicación comercial**

Desde la aparición de la inteligencia artificial en la década de 1950, los innovadores y los investigadores han presentado casi 340.000 solicitudes de patentes de invenciones relacionadas con ella y han publicado más de 1,6 millones de publicaciones científicas al respecto.

Cabe destacar el rápido crecimiento de la actividad de patentamiento en el ámbito de la IA: más de la mitad de las patentes publicadas en ese campo lo han sido a partir de 2013.

Si bien las publicaciones científicas sobre IA datan de hace décadas, el auge de ese tipo de publicaciones comenzó alrededor de 2001, aproximadamente 12 años antes de que se produjera un fuerte aumento en las solicitudes de patente. Además, la proporción existente entre publicaciones científicas e invenciones ha disminuido de 8 a 1 en 2010 a 3 a 1 en 2016, lo cual indica un desplazamiento de la investigación teórica a la aplicación de las tecnologías que aplican la IA en productos y servicios comerciales.

### **Algunos ámbitos de la IA crecen más rápidamente que otros...**

El aprendizaje automático es la tecnología dominante divulgada en las patentes relacionadas con la IA y figura en más de un tercio de las invenciones catalogadas (134.777 documentos de patente). Las solicitudes presentadas en relación con el aprendizaje automático han experimentado un crecimiento medio anual del 28%, y en 2016 se presentaron 20.195 solicitudes en ese campo (en comparación con 9.567 en 2013).

Las tecnologías de aprendizaje automático que están generando cambios radicales en la IA son el aprendizaje profundo y las redes neuronales, que son las tecnologías de más rápido crecimiento en cuanto al número de solicitudes de patente presentadas:

el aprendizaje profundo experimentó un impresionante crecimiento medio anual (175%) de 2013 a 2016, hasta llegar a las 2.399 solicitudes presentadas en ese último año; por su parte, las redes neuronales crecieron a un ritmo del 46% durante el mismo período, y en 2016 se presentaron 6.506 solicitudes de patente en ese campo.

Entre las aplicaciones funcionales de la IA, la visión por computadora, que comprende el reconocimiento de imágenes, es la más popular. La visión por computadora figura mencionada en el 49% de todas las solicitudes de patente relacionadas con la IA (167.038 documentos de patente), con un crecimiento medio anual del 24% (en 2016 se presentaron 21.011 solicitudes de patente en ese campo).

Las aplicaciones funcionales de la IA que experimentaron los índices de crecimiento más elevados en la presentación de solicitudes de patente durante el período comprendido entre 2013 y 2016 fueron la IA aplicada a la robótica y los métodos de control; en ambos casos el crecimiento medio anual fue del 55%.

Los índices de crecimiento observados en los datos de patentes relacionadas con la IA son notablemente más elevados que el índice de crecimiento medio anual correspondiente a las patentes de todos los sectores de la tecnología, que se situó en el 10% entre 2013 y 2016.

### **...y muchas patentes relacionadas con la IA contienen invenciones que pueden aplicarse en distintos sectores...**

En las patentes relacionadas con la IA no solo se divulgan las tecnologías y aplicaciones de la IA, sino que también se hace referencia a un campo de aplicación o sector de la industria. Del análisis se desprende que muchos sectores e industrias están considerando la posibilidad de explotar comercialmente la IA. En el presente análisis se han determinado veinte campos de aplicación, al menos uno de los cuales se ha mencionado en el

62% de los datos de patentes sobre IA que han sido catalogados. Se trata de los siguientes, por orden de magnitud: las telecomunicaciones (mencionadas en el 15% de los documentos de patente catalogados), el transporte (15%), las ciencias médicas y de la vida (12%) y los dispositivos personales, la informática y la interacción entre el ser humano y las computadoras (11%). Otros sectores que aparecen en los resultados son la banca, el entretenimiento, la seguridad, la industria y la manufactura, la agricultura y las redes (incluidas las redes sociales, las ciudades inteligentes y la Internet de las cosas).

Muchas de las tecnologías relacionadas con la IA pueden utilizarse en distintos campos, como pone de manifiesto el gran número de patentes relacionadas con la IA que hacen referencia a varios sectores. El transporte figura de manera prominente, no solo en los resultados generales, sino también entre los campos que experimentan los índices de crecimiento más elevados en las solicitudes de patente relacionadas con la IA, al contar con un crecimiento medio anual del 33% entre 2013 y 2016 (8.764 solicitudes presentadas en 2016). En la categoría del transporte crecen con rapidez las patentes relativas al sector aeroespacial y a la aviónica (67% de crecimiento medio anual y 1.813 solicitudes presentadas en 2016) y los vehículos autónomos (42% de crecimiento anual y 5.569 solicitudes presentadas en 2016). El auge de las tecnologías relacionadas con el transporte se hace más patente si examinamos la evolución que ha tenido lugar durante el período 2006-2016: si en 2006 generaban solamente el 20% de las solicitudes presentadas, en 2016 ya representan un tercio de ellas (más de 8.700 solicitudes).

Si bien no experimentan el mismo índice de crecimiento que las del transporte, las solicitudes de patente relacionadas con la IA en el sector de las telecomunicaciones han experimentado un crecimiento medio anual del 23% entre 2013 y 2016, y en ese último año se presentaron 6.684 solicitudes en ese campo. Dentro del sector, el crecimiento más elevado se produjo en el ámbito de las redes informáticas/Internet (17%) y la radiodifusión por radio y televisión (17%). Las ciencias médicas y de la vida experimentaron

## El aprendizaje automático es la tecnología dominante divulgada en las patentes relacionadas con la IA y figura en más de un tercio de las invenciones catalogadas.

un aumento del 12% en el mismo período, y en 2016 se presentaron 4.112 solicitudes, teniendo en cuenta las correspondientes a la informática médica (18% de aumento) y la salud pública (17% de aumento). Los dispositivos personales, la informática y la interacción entre el ser humano y las computadoras experimentaron un crecimiento medio anual del 11% entre 2013 y 2016, y en ese último año se presentaron 3.977 solicitudes, mientras que en esta categoría se observó un notable crecimiento en el apartado de la computación afectiva (37%), que reconoce las emociones humanas.

Otros sectores y subcategorías de sectores en los que se observó un notable crecimiento en las solicitudes de patente presentadas son: las ciudades inteligentes (47% de crecimiento medio anual); la agricultura (32%); la computación en el ámbito gubernamental (30%) y la banca y las finanzas (28%).

### **...mientras que algunas técnicas, aplicaciones y sectores que recurren a la IA están estrechamente vinculados entre sí.**

Casi el 70% de las invenciones relacionadas con la IA mencionan una técnica, aplicación o campo en combinación con otro. Las combinaciones más frecuentes en las solicitudes presentadas son: el aprendizaje profundo y la visión por computadora; la visión por computadora y el transporte, las telecomunicaciones y la seguridad; la ingeniería ontológica y el procesamiento del lenguaje natural; y el aprendizaje automático y las ciencias médicas y de la vida. Esas combinaciones apuntan a los sectores que hay que seguir para observar rápidas novedades en la IA a corto plazo.

## **Las empresas, sobre todo las del Japón, los Estados Unidos de América (EE. UU.) y China, dominan la actividad de patentamiento**

Las empresas constituyen 26 de los 30 principales solicitantes de patentes, mientras que solo cuatro son universidades o instituciones públicas de investigación. Este patrón se aplica a la mayoría de las tecnologías, aplicaciones y sectores que recurren a la IA. Por otra parte, 12 de las 20 empresas principales que presentan solicitudes de patentes relacionadas con la IA están radicadas en el Japón, tres proceden de los EE. UU. y dos de China. Las empresas japonesas de productos electrónicos de consumo están ampliamente representadas.

## **IBM y Microsoft son los líderes de la actividad de patentamiento en el ámbito de la IA y en diversas esferas conexas**

IBM tiene la mayor cartera de solicitudes de patentes relacionadas con la IA, con 8.290 invenciones, seguida de Microsoft con 5.930. Las carteras de esas dos empresas abarcan una amplia gama de tecnologías, aplicaciones y sectores que recurren a la IA, lo que indica que no limitan su actividad a un sector o campo concreto. Para completar la lista de los cinco solicitantes principales figuran Toshiba (5.223), Samsung (5.102) y NEC (4.406). La Corporación Estatal de la Red Eléctrica de China ha pasado a situarse entre las 20 empresas principales en ese campo, al aumentar las solicitudes de patente presentadas de 2013 a 2016 en un 70% de media al año, especialmente en las tecnologías de aprendizaje automático de métodos basados en la biología, que se basan en observaciones de la naturaleza, y las máquinas de vectores de soporte, una forma de aprendizaje supervisado.

En algunas tecnologías y campos, el número más elevado de solicitudes de patente procede de empresas que poseen un alto grado de especialización y conocimientos técnicos en dicho

campo. Entre los ejemplos figura Baidu, que se halla en primera línea del aprendizaje profundo, Toyota y Bosch, dos figuras prominentes del transporte, y Siemens, Philips y Samsung, en las ciencias médicas y de la vida. Algunas empresas notoriamente conocidas que no figuran entre los principales solicitantes de patentes relacionadas con la IA ocupan no obstante un lugar destacado en algunas esferas; entre estas, figuran Facebook y Tencent en las redes informáticas y redes sociales. Los conocimientos especializados del sector y el acceso a datos especializados quizá expliquen las razones por las que algunas empresas lideran la clasificación en determinados sectores.

### **Las universidades (con el predominio de las chinas) contribuyen en gran medida a la investigación sobre IA en determinados campos**

A pesar del predominio de las empresas, las universidades y las instituciones públicas de investigación desempeñan una función de liderazgo en las invenciones en algunos sectores de la IA, como la IA distribuida, algunas tecnologías de aprendizaje automático y la neurociencia/neurorrobótica.

Las instituciones académicas chinas representan 17 de los 20 actores más importantes en cuanto a la actividad de patentamiento, así como 10 de las 20 instituciones principales en lo que atañe a las publicaciones científicas relacionadas con la IA. Las instituciones chinas destacan especialmente en la tecnología incipiente del aprendizaje profundo. La primera institución pública de investigación por número de solicitudes presentadas es la Academia China de Ciencias, con más de 2.500 familias de patentes y más de 20.000 publicaciones científicas sobre IA. Además, la Academia China de Ciencias posee la cartera de patentes más amplia en el campo del aprendizaje profundo (235 familias de patentes). Las instituciones chinas están consolidando su liderazgo y han presentado un 20% más de solicitudes por término medio durante el período comprendido entre 2013 y

2016, igualando o superando los índices de crecimiento de los organismos de la mayoría de los demás países.

Cabe destacar que el Instituto de Investigación de Electrónica y Telecomunicaciones (ETRI) de la República de Corea ocupa el segundo lugar entre las universidades e instituciones públicas de investigación, teniendo en cuenta el número de solicitudes presentadas, y figura entre los 30 principales solicitantes de patentes en general.

Entre los 500 solicitantes de patentes más importantes figuran 167 universidades e instituciones públicas de investigación, 110 de las cuales son chinas, 20 de los EE. UU., 19 de la República de Corea y 4 del Japón. Cuatro instituciones públicas de investigación europeas aparecen en la lista de los 500 solicitantes principales; el lugar más elevado entre las instituciones europeas lo ocupa el instituto alemán Fraunhofer, que figura en 159.<sup>a</sup> posición, mientras que la Comisión de Energía Atómica y Energías Alternativas (Francia) figura en 185.<sup>a</sup> posición.

### **Los EE. UU. y China son los principales destinatarios de las solicitudes de patente relacionadas con la IA...**

Los EE. UU. y China son las dos oficinas más populares en las que se presentan solicitudes de patente relacionadas con la IA, en concordancia con las tendencias de patentamiento existentes en otros campos, seguidas de la del Japón. Esas tres oficinas representan el 78% del total de solicitudes presentadas. Se ha producido un aumento en el uso del Sistema del PCT, que la OMPI administra y por el cual la presentación de una única solicitud ante la OMPI surte el mismo efecto que si el solicitante hubiera presentado solicitudes de patente en varias jurisdicciones. La vía del PCT es el cuarto medio utilizado entre los destinatarios principales de las solicitudes presentadas en relación con la IA.

### **...pero las solicitudes son cada vez más de carácter internacional**

Muchas solicitudes de patente se extienden por más de una jurisdicción. Un tercio de las solicitudes relacionadas con la IA se vuelve a presentar en otras jurisdicciones después de la primera presentación y el 8% de ellas se presenta en cinco o más jurisdicciones.

En lo que atañe a las tres primeras oficinas de presentación, el 40% de las solicitudes de patente presentadas por primera vez en el Japón y el 32% de las solicitudes presentadas por primera vez en los EE. UU. se vuelven a presentar posteriormente en otros lugares. Solo el 4% de las solicitudes de patente presentadas por primera vez en China se vuelven a presentar posteriormente en otras jurisdicciones.

Las empresas y universidades chinas suelen presentar solicitudes únicamente en China, en comparación con los solicitantes de otros países, sobre todo los de los EE. UU.

### **Las adquisiciones complementan la investigación interna y las estrategias de PI**

En total, 434 empresas del sector de la IA han sido adquiridas desde 1998, y el 53% de las adquisiciones ha tenido lugar a partir de 2016. El número de adquisiciones señaladas en el sector de la

Las instituciones chinas ocupan 17 de los 20 primeros puestos del ámbito universitario en lo que atañe a la actividad de patentamiento relacionada con la IA, así como 10 de los 20 primeros puestos en lo que atañe a las publicaciones científicas relacionadas con la IA.

IA ha aumentado anualmente desde 2012, y en 2017 se alcanzó la cifra de 103. Alphabet (que comprende Google, DeepMind, Waymo y X Development) figura en décima posición por número de invenciones, con un total de 3.814 solicitudes presentadas, pero ocupa el primer lugar en adquisiciones de empresas de IA. Apple y Microsoft también han desplegado una gran actividad en el terreno de las adquisiciones.

Algunas empresas, como IBM e Intel, se dedican a adquirir empresas maduras. Sin embargo, la mayoría de las empresas adquiridas son empresas emergentes que poseen carteras de patentes reducidas o inexistentes. Esto da a entender que esas empresas se adquieren para hacerse con otros activos, como personal cualificado, datos, conocimientos especializados y otros activos de PI.

### **La cooperación en IA es limitada, al igual que los conflictos**

En muchos casos, los organismos que cooperan en la investigación figuran como ccesionarios en las solicitudes de patentes. Sin embargo, ninguno de los 20 solicitantes principales comparte con otros solicitantes la titularidad de más del 1% de su cartera de patentes relacionadas con la IA.

En general, el volumen de litigios reseñados en el informe es relativamente bajo (menos del 1% de las patentes son objeto de litigio), lo que puede deberse al hecho de que los productos todavía no han entrado en el mercado y quizá resulte difícil de probar las infracciones. Se han detectado 1.264 familias de patentes relacionadas con la IA que son objeto de litigio, el 74% de los casos en los EE. UU., y 4.231 sujetas a procedimientos de oposición en todo el mundo. Los tres demandantes principales en los litigios sobre patentes relacionadas con la IA son Nuance Communications, American Vehicular Sciences y Automotive Technologies International.

## **Las tendencias de la tecnología pueden servir de guía para la formulación de políticas relativas al futuro de la IA**

El análisis expuesto en el presente informe ofrece nuevas perspectivas sobre las tendencias existentes en la innovación en el ámbito de la IA. En el informe se pone de manifiesto la medida en que la inteligencia artificial desempeña una función cada vez más importante en una serie de actividades tecnológicas y de otro tipo. Ya se ha señalado la posible repercusión de la IA en la sociedad, y se seguirán aportando muchas más ideas en ese sentido. A ese respecto, la IA debe considerarse conjuntamente con las previsiones sobre su incidencia en la fuerza laboral, la economía y la sociedad en su conjunto.

Las instancias encargadas de formular políticas tendrán que actuar con prontitud para mantenerse al día de las novedades relacionadas con la IA y determinar la forma en que va a evolucionar ese campo. Diversas partes interesadas tendrán que reflexionar sobre la manera adecuada de combinar las normas generales para obtener el máximo beneficio posible de la IA, prestando especial atención a las estrategias, políticas, leyes y normas relacionadas con la IA que tengan en cuenta las consideraciones legales y éticas, el acceso a los datos digitales y su titularidad, su incidencia en los sistemas de PI, la disponibilidad de personal cualificado adecuado y las estrategias de inversión y financiación conexas.

En el presente informe se lleva a cabo un análisis documentado de la manera en que las tecnologías impulsadas por la IA están introduciéndose rápidamente en los mercados mundiales y se reúnen opiniones de especialistas líderes en IA. Se trata de una contribución que tiene por fin proporcionar a las instancias encargadas de formular políticas en el sector público y el privado unos conocimientos más adecuados que sirvan de base para el debate sobre el futuro de la IA y los marcos normativos y reglamentarios aplicables en un ámbito que evoluciona con tanta rapidez.

El Informe de la OMPI sobre tendencias de la tecnología (2019): La inteligencia artificial identifica patrones relacionados con la innovación en el ámbito de la IA y es fuente de información sobre aquellas áreas en las que podrían realizarse avances en el futuro.

A partir de los datos sobre las solicitudes de patente presentadas en relación con la IA, las publicaciones científicas, los litigios entablados y la actividad de adquisición, el informe muestra las técnicas de IA de más rápido crecimiento, como el aprendizaje profundo, y aplicaciones funcionales de la IA tales como la robótica. Asimismo, en él se exponen las tendencias sobre aquellos ámbitos en los que se está llevando a la práctica la innovación en materia de IA y se indican cuáles son los principales artífices de la IA en la industria y el mundo académico, así como la distribución geográfica de la protección de las patentes relacionadas con la IA y de las publicaciones científicas en la materia.

La IA plantea muchas cuestiones de políticas, por ejemplo, sobre la regulación y el control de los datos, los incentivos para nuevas investigaciones y la función de la protección de la PI. El análisis ofrece nuevas perspectivas basadas en datos empíricos sobre estas y otras cuestiones en materia de gobernanza.

El informe es el primero de una nueva serie de informes de la OMPI sobre el avance de las tecnologías mediante el análisis de datos sobre actividades de innovación. Sus conclusiones van acompañadas de comentarios y perspectivas de la industria de más de 20 destacados especialistas en IA del mundo, por lo que resultan de especial interés para los líderes empresariales, los investigadores y los responsables de la formulación de políticas.

Organización Mundial  
de la Propiedad Intelectual  
34, chemin des Colombettes  
P.O. Box 18  
CH-1211 Ginebra 20  
Suiza

Tel: +41 22 338 91 11  
Fax: +41 22 733 54 28

Para los datos de contacto de las oficinas  
de la OMPI en el exterior, visite:  
[www.wipo.int/about-wipo/es/offices/](http://www.wipo.int/about-wipo/es/offices/)



© OMPI, 2019

Atribución 3.0 Organizaciones  
intergubernamentales (CC BY 3.0 IGO).

La licencia de CC no se aplica al  
contenido de la presente publicación  
que no sea de la OMPI.

Montaje de la portada creado con  
imágenes de © Margarita Lyr y © Daria  
Dombrovskaya / Getty Images

Impreso en Suiza