

# ESTUDIO DE TENDENCIAS TECNOLÓGICAS



Primera edición digital, enero 2024

© Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación  
(CONCYTEC)

Av. Del Aire N.º 485, San Borja, Lima, Perú

Teléfono: (51-1) 399-0030

[www.concytec.gob.pe](http://www.concytec.gob.pe)

Hecho el depósito legal en la Biblioteca Nacional del Perú

N.º 2023-12262

ISBN: 978-9972-50-224-8

Estudio electrónico disponible en:  
[bit.ly/ESTUDIODETENDENCIASTECONOLÓGICAS](http://bit.ly/ESTUDIODETENDENCIASTECONOLÓGICAS)

Presidente del Concytec

Dr. Benjamín Abelardo Marticorena Castillo

Elaborado por

Felipe Donato Valentín Rojas

Especialista DIE

Suyin Meylin Ching Ibarra

Analista DIE

Dirigido por

Agnes Franco Temple

Director de Investigación y Estudios

Consejo Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación Tecnológica

# ÍNDICE

1.	ANÁLISIS DE TENDENCIAS A PARTIR DE NOTICIAS DE LOS BOLETINES VITEC 2022.....	9
1.1.	Análisis.....	10
1.2.	Aplicaciones de la inteligencia artificial.....	13
1.2.1.	Inteligencia artificial e imágenes.....	15
1.3.	Futuro de la movilidad.....	23
1.3.1.	Vehículos autónomos.....	25
1.3.2.	Vehículos eléctricos y baterías de iones de litio.....	31
a)	Análisis de batería.....	25
b)	Batería de iones de litio (LIB).....	37
c)	Más allá de las LIB.....	41
d)	Ciberseguridad.....	45
e)	Materiales.....	46
f)	Pilas de combustible de hidrógeno.....	48
g)	Seguridad.....	49
h)	General.....	50
2.	ANÁLISIS DE TENDENCIAS A PARTIR DE PATENTES DE LOS BOLETINES VITEC 2022.....	53
2.1.	Análisis.....	54
2.2.	Patentamiento en inteligencia artificial.....	56
2.3.	Patentamiento en <i>machine learning</i> .....	61
2.4.	Patentamiento en <i>blockchain</i> .....	66
3.	REFERENCIAS.....	75

# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Nube de palabras generada a partir de las noticias de los boletines VITEC 2022.....	10
Figura 2: Red de coocurrencia de términos en las noticias de los boletines VITEC 2022 (clústeres 1-9).....	11
Figura 3: Resultados de “inteligencia artificial”, documentos por institución.....	14
Figura 4: Resultados de “inteligencia artificial”, documentos por país.....	14
Figura 5: Nube de palabras generada a partir de las noticias de los boletines VITEC 2022 sobre inteligencia artificial.....	15
Figura 6: Análisis de resultados de búsqueda de “inteligencia artificial” .....	16
Figura 7: Uso de la inteligencia artificial para la recuperación de obras de arte.....	18
Figura 8: Interfaz de usuario de VideoSticker .....	19
Figura 9: Representación conceptual de una cámara.....	20
Figura 10: TrackMate v7 haciendo seguimiento del crecimiento de la bacteria <i>Neisseria meningitidis</i> .....	21
Figura 11: Citoesqueleto de actina y sus núcleos.....	21
Figura 12: Aplicativo móvil de Walmart impulsado por inteligencia artificial para compradores en línea .....	22
Figura 13: Nube de palabras generada a partir de las noticias de los boletines VITEC 2022 sobre movilidad o transporte.....	23
Figura 14: Cantidad de publicaciones de universidades o centros de investigación en 2022.....	24
Figura 15: Cantidad de publicaciones de noticias por país .....	25
Figura 16: Chip FPSA a escala microscópica.....	27
Figura 17: Tecnología LIDAR.....	28
Figura 18: Segmentación panóptica y segmentación panóptica amodal .....	29
Figura 19: Ilustración de un nuevo procesador de sensores capaz de integrarse en chips.....	30
Figura 20: Esquema del diseño a) celda de batería estructural (SBC) y b) compuesto microvascular (MVC).....	33
Figura 21: Patrón parabólico entre constantes magnéticas.....	34
Figura 22: Reciclaje de baterías de vehículos eléctricos (VE).....	35
Figura 23: Batería que contiene un sistema de administración para controlar el módulo .....	36
Figura 24: Pruebas de celdas de las baterías.....	39

Figura 25: Transformación del electrodo de una estructura desordenada de átomos a una estructura ordenada cristalina.....	40
Figura 26: Baterías estacionarias.....	41
Figura 27: Nuevo electrolito sólido a base de iones de sodio .....	43
Figura 28: Combinaciones y fases al mezclar y unir componentes diversos.....	44
Figura 29: Fragmento de tetrataenita .....	47
Figura 30: Fibras de carbono.....	47
Figura 31: Nuevo nanomotor fabricado con material de ADN.....	48
Figura 32: Nube de palabras generada a partir de las patentes de los boletines VITEC 2022 .....	54
Figura 33: Red de coocurrencia de términos generada a partir de las patentes de los boletines VITEC 2022 .....	55
Figura 34: Nube de palabras generada a partir de las patentes de los boletines VITEC 2022 sobre inteligencia artificial .....	57
Figura 35: Dispositivo de transmisión de señales de electroencefalograma (EEG) .....	59
Figura 36: Esquema de un robot oftálmico .....	60
Figura 37: Vista de un robot de rehabilitación portátil desde diferentes ángulos.....	60
Figura 38: Vista lateral izquierda de un robot de baño.....	61
Figura 39: Nube de palabras generada a partir de las patentes de los boletines VITEC 2022 sobre <i>machine learning</i> .....	62
Figura 40: Diagrama de un sistema de automatización robótica de procesos (RPA) .....	64
Figura 41: Handover de equipos de usuario en celdas inalámbricas .....	65
Figura 42: Nube de palabras generada a partir de las patentes de los boletines VITEC 2022 sobre <i>blockchain</i> .....	67
Figura 43: Oportunidades de <i>blockchain</i> para el sector industrial.....	68
Figura 44: Sistema de transacción confiable basado en <i>blockchain</i> .....	70
Figura 45: Diagrama conceptual del sistema y método para cifrar y controlar el acceso mediante <i>blockchain</i> .....	71
Figura 46: Marco del intercambio de datos de salud basados en <i>blockchain</i> .....	72
Figura 47: Sistema para el inicio de sesión único utilizando <i>blockchain</i> .....	73
Figura 48: Diagrama de bloques del sistema de autenticación para acceder a la red móvil .....	74

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Noticias que contienen los términos <i>inteligencia artificial</i> e <i>imagen por sector</i>	16-17
Tabla 2: Tecnologías relacionadas con automóviles, carros o vehículos autónomos	25-26
Tabla 3: Tecnología: análisis de batería	32
Tabla 4: Tecnología: batería de iones de litio (LIB)	37
Tabla 5: Tecnología: más allá de LIB	42
Tabla 6: Tecnología: ciberseguridad	45
Tabla 7: Tecnología: materiales	46
Tabla 8: Tecnología: pilas de combustible de hidrógeno	49
Tabla 9: Tecnología: seguridad	49
Tabla 10: Tecnología: general	50-51
Tabla 11: Resultados de las patentes de los boletines 2022 relacionados con inteligencia artificial	57-58
Tabla 12: Resultados de las patentes de los boletines 2022 relacionados con <i>machine learning</i>	62-63
Tabla 13: Resultados de las patentes de los boletines 2022 relacionados con <i>blockchain</i>	68-69

# INTRODUCCIÓN

El Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC), a través de la Dirección de Investigación y Estudios (DIE), ha publicado 51 boletines de vigilancia tecnológica durante 2022 con el fin de proporcionar semanalmente información acerca de los últimos avances científicos y tecnológicos a nivel global, y de productos y servicios innovadores que se lanzan al mercado internacional.

En cada uno de los boletines, se recopilan veinte noticias que abarcan investigaciones, inventos e innovaciones provenientes de destacadas instituciones académicas y centros de investigación a nivel mundial. Además, estas publicaciones contienen un resumen de diez patentes publicadas en las prestigiosas bases de datos de WIPO y Espacenet. Tanto las noticias como las patentes abordadas se vinculan a las tecnologías emergentes en diversos ámbitos, como educación, salud, ciencias naturales, entre otros.

Las noticias y patentes analizadas en cada uno de los 51 boletines de vigilancia tecnológica se centran principalmente en la amplia gama de usos y aplicaciones que involucran la inteligencia artificial y *machine learning*. Estas tecnologías son priorizadas en las publicaciones debido a que son las más influyentes en las diversas industrias, de acuerdo con McKinsey Digital (2022), lo que subraya la importancia de estar al tanto de las investigaciones y desarrollos en curso relacionados con estas áreas tecnológicas.

De este modo, este estudio analiza 1020 noticias y 510 patentes por su volumen de información. Con el fin de encontrar las temáticas y tendencias más importantes, se utilizan herramientas, como VOSviewer, que permitan visualizar la red de coocurrencia de términos; esta permite identificar temas clave y tendencias emergentes, y visualizar clústeres o comunidades temáticas. Asimismo, se usa la herramienta Orange Data Mining para la elaboración de Word Cloud con el propósito de resumir y visualizar las palabras clave y tendencias en un conjunto de datos de texto, lo que facilita el análisis y la comprensión de los contenidos en la vigilancia tecnológica.





1

**ANÁLISIS DE  
TENDENCIAS A  
PARTIR DE NOTICIAS  
DE LOS BOLETINES  
VITEC 2022**





- **El tercer clúster (en color azul)** coteja los términos *algoritmo, cerebro, datos, enfermedades, inteligencia artificial, machine learning, modelo, robot, seguridad y sistema*, los cuales se relacionan con el uso de la inteligencia artificial y el *machine learning* para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades cerebrales y la seguridad de los sistemas robóticos.
- **El cuarto clúster (en color amarillo)** contiene las palabras *alimento, célula, detección, humano, industria, producción, proteína y técnica*, las cuales se relacionan con la aplicación de técnicas de detección de proteínas en la producción de alimentos para mejorar la calidad y seguridad alimentaria.
- **El quinto clúster (en color morado)** agrupa los términos *capacidad, computación, demanda, imágenes, persona, precisión, sensor y solares*, los cuales se asocian al uso de tecnologías de computación de imágenes para mejorar la precisión y capacidad de detección de personas y objetos.
- **El sexto clúster (en color celeste)** está conformado por los términos *aplicaciones, chip, computadora, eléctrico, escala, generación e inteligente*, los cuales se vinculan con la generación de chips de computadora.
- **El séptimo clúster (en color naranja)** asocia los términos *agua, bacteria, calor, eficiente, energía y molécula*, los cuales se relacionan con la exploración de alternativas energéticas basadas en procesos biológicos y químicos que implica la utilización de bacterias y moléculas de agua.
- **El octavo clúster (en color marrón)** relaciona los términos *impresión, realidad y tecnología*, los cuales se vinculan con la aplicación de las tecnologías de realidad aumentada e impresión 3D.
- **El noveno clúster (en color rosado)** relaciona los términos *baterías, iones y litio*, los cuales se vinculan con los avances tecnológicos de las baterías de iones de litio.

En resumen, mediante el uso de la herramienta VOSviewer se pudieron obtener nueve clústeres, los cuales han permitido identificar algunos temas emergentes, como i) impacto del cambio climático en la salud y la importancia de los vehículos eléctricos como una solución para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero; ii) aplicación de materiales avanzados en la construcción de dispositivos y estructuras para el diagnóstico y tratamiento del cáncer y la COVID-19; iii) uso de la inteligencia artificial y el *machine learning* para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades cerebrales y la seguridad de los sistemas robóticos; iv) aplicación de técnicas de detección de proteínas en la producción de alimentos para mejorar la calidad y seguridad alimentaria; v) uso de tecnologías de computación de imágenes para mejorar la precisión y capacidad de detección de personas y objetos; vi) generación de chips de computadora; vii) exploración de alternativas energéticas basadas en procesos biológicos y químicos que implica la utilización de bacterias y moléculas de agua; viii) aplicación de las

tecnologías de realidad aumentada e impresión 3D; y ix) avances tecnológicos de las baterías de iones de litio.

Los temas emergentes identificados en la herramienta VOSviewer se encuentran alineados a las tendencias tecnológicas identificadas por algunas instituciones como McKinsey Digital y The Millenium Project. Por un lado, tenemos que en el "Reporte tendencias tecnológicas" de McKinsey Digital (2022) se identifican 14 tecnologías, entre ellas: conectividad avanzada, inteligencia artificial, Cloud y *edge computing*, tecnologías de realidad inmersiva, industrialización de *machine learning*, desarrollo de software de nueva generación, tecnologías cuánticas, arquitectura de confianza e identidad digital, Web 3, futuro de la bioingeniería, futuro de la energía limpia, futuro de la movilidad, futuro de las tecnologías espaciales y futuro del consumo sostenible (McKinsey Digital, 2022). Por otro lado, se tiene el reporte de The Millennium Project (2019), en el que se mencionan algunas tecnologías emergentes, como inteligencia artificial, biología sintética y genómica, impresión 3D/4D, IoT (internet de las cosas), inteligencia humana aumentada, telepresencia y comunicaciones holográficas, drones (y vehículos autónomos), nanotecnología, ciencia computacional, realidad virtual y realidad aumentada, *blockchain*, análisis en la nube, computación cuántica, entre otras (robótica) (The Millennium Project, 2019).

A partir de ello es que se decide analizar las aplicaciones de las siguientes tecnologías emergentes: i) aplicaciones de inteligencia artificial, y ii) futuro de la movilidad (vehículos autónomos y eléctricos, baterías de iones de litio).

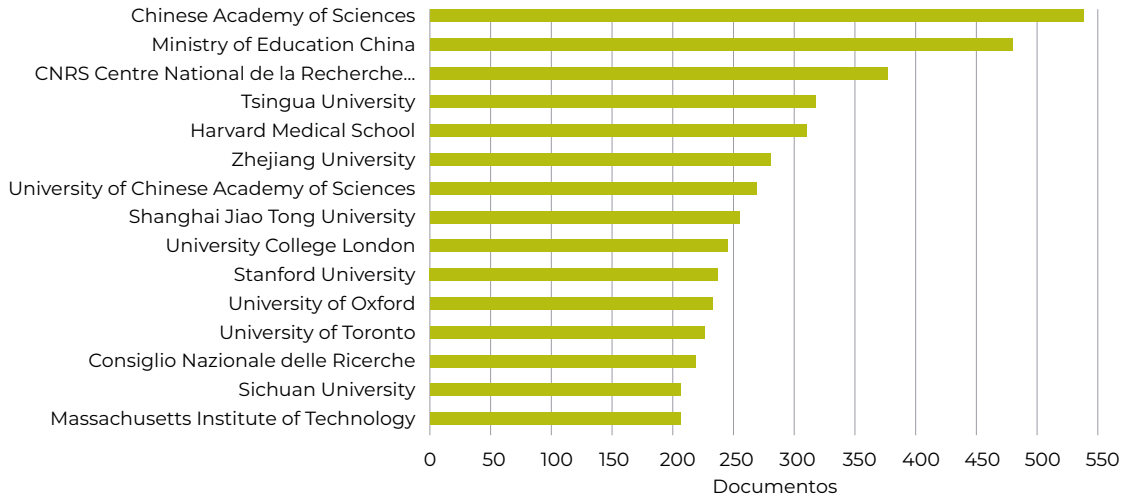
## 1.2. Aplicaciones de la inteligencia artificial

De las fuentes consultadas para la elaboración de los 51 boletines durante 2022 se tiene que el término *inteligencia artificial* aparece en 118 noticias. Entre las instituciones que más destacan se encuentran el Massachusetts Institute of Technology (MIT) con 12 noticias, Stanford University con 7, University College London con 4 y University of Cambridge también con 4. En las demás instituciones se tiene un total de 91 noticias.

Las noticias se relacionan con las universidades e instituciones que más han investigado (top 15) sobre inteligencia artificial durante 2022, según Scopus (ecuación de búsqueda: TITLE-ABS-KEY ("artificial intelligence")), como se observa en la Figura 3. Así tenemos instituciones como el MIT con 204 publicaciones, Stanford University con 235 y University College London con 243.

**Figura 3**

Resultados de “inteligencia artificial”, documentos por institución

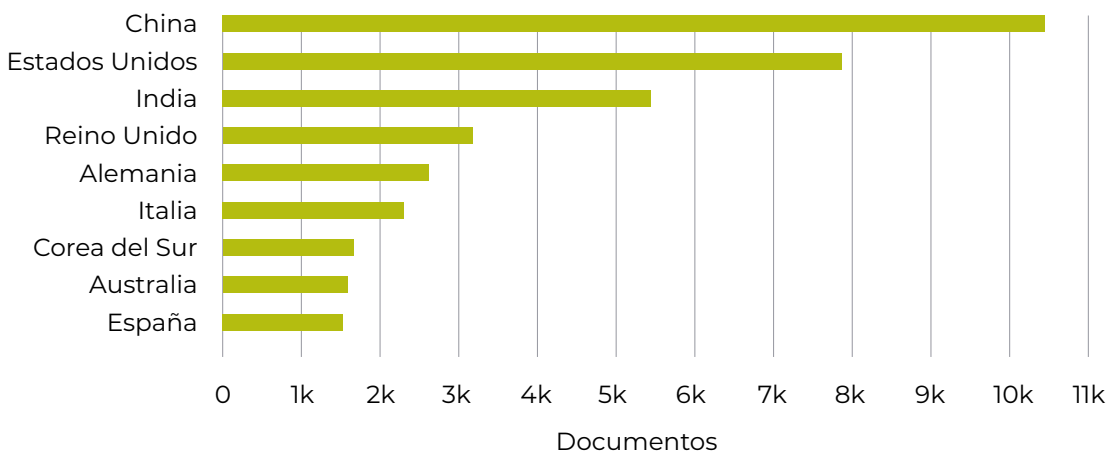


Nota. De Scopus, 2023 (<https://www.scopus.com/home.uri>).

A nivel país, tal como se visualiza en la Figura 4, se tiene que aquellos que más han investigado en inteligencia artificial son China con 10 444 publicaciones, Estados Unidos con 7860, India con 5470, Reino Unido con 3149, Alemania con 2585 e Italia con 2321. En este sentido, es conveniente explorar las noticias de las principales instituciones de estos países.

**Figura 4**

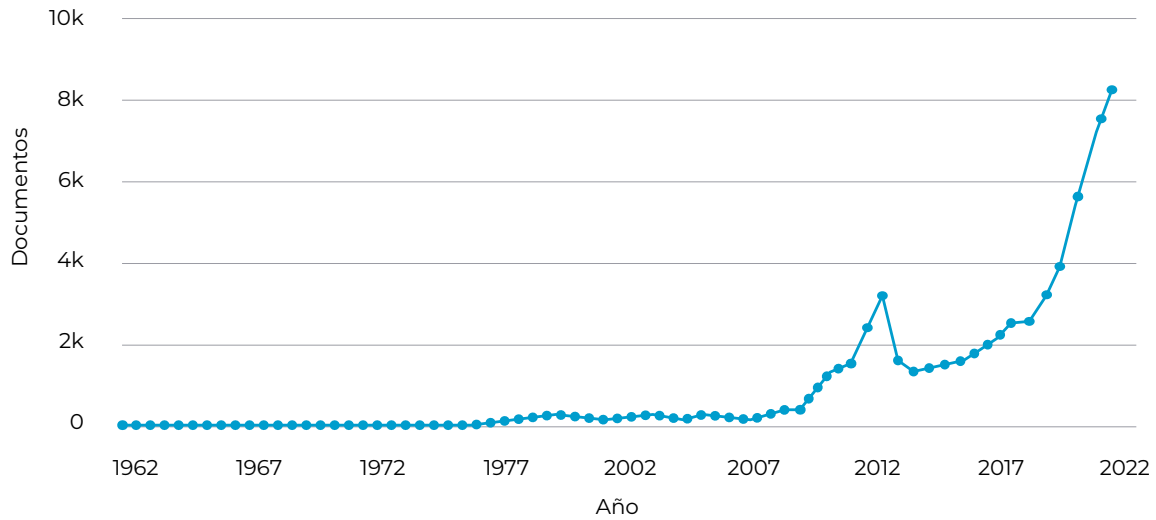
Resultados de “inteligencia artificial”, documentos por país



Nota. De Scopus, 2023 (<https://www.scopus.com/home.uri>).



**Figura 6**  
Análisis de resultados de búsqueda de “inteligencia artificial”



Nota. De Scopus, 2023 (<https://www.scopus.com/home.uri>).

**Tabla 1**  
Noticias que contienen los términos inteligencia artificial e imagen por sector

TITULAR	SECTOR	FUENTE
Los rayos X, la inteligencia artificial y la impresión 3D dan vida a una obra de arte perdida de Van Gogh	Arte	University College London (2022a)
<i>Deep Learning</i> : un marco para el análisis de imágenes en ciencias de la vida	Ciencias de la vida	Carron (2022) Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne
Nuevas soluciones de inteligencia artificial asumen el rastreo de objetos en imágenes		Abo Akademi University (2022)
Nueva aplicación VideoSticker utiliza inteligencia artificial para ayudar a estudiantes a tomar notas	Educación	Myers (2022) Stanford University
Chip que puede clasificar casi dos mil millones de imágenes por segundo		Pappas (2022) University of Pennsylvania
Cámara diseñada por inteligencia artificial que solo graba objetos de interés, sin registrar los demás	General	University of California, Los Angeles (2022a)

TITULAR	SECTOR	FUENTE
Decodificador impreso en 3D: la compresión de imágenes habilitada por la inteligencia artificial podría permitir pantallas de mayor resolución	General	Adam (2022b) University of California, Los Ángeles
Cámara que preserva la privacidad captura solo los objetos que desea		University of California, Los Ángeles (2022b)
Nuevo hardware ofrece un cómputo más rápido para la inteligencia artificial con menos energía		Adam (2022b) Massachusetts Institute of Technology (2022a)
Nuevo algoritmo de inteligencia artificial para el análisis de patología digital		Boston University (2022)
Algoritmo de cámara ocular e inteligencia artificial creado para abordar la retinopatía diabética	Salud	Veatch (2022) Texas A&M University Engineering
Imágenes cerebrales dinámicas con inteligencia artificial		Vaccar (2022) Carnegie Mellon University
Tecnología de inteligencia artificial eficiente para el análisis de datos de resonancia magnética		Helmholtz Artificial Intelligence Cooperation Unit (2022)
Inteligencia artificial entrenada para detectar lesiones cancerosas difíciles de identificar en el colon		University College London (2022b)
Detectando la esclavitud moderna (deforestación) desde el cielo (satelitales)	Medioambiente	Andrews (2022) Stanford University
Proteína 'deep fake' diseñada con inteligencia artificial apuntará a contaminantes del agua		The University of Kansas (2022)
Walmart lanza tecnología de prueba de ropa virtual impulsada por IA para compradores en línea	Retail	Pérez (2022) TechCrunch
Investigación de Surrey acerca de vehículos autónomos más seguros	Transporte	University of Surrey (2022)

Nota. Adaptado de *Boletín de Vigilancia Tecnológica*, 2022 (<http://octi.concytec.gob.pe/index.php/boletin>).

De la Tabla 1 se tiene que uno de los sectores a los que se vinculan *inteligencia artificial e imagen* es el arte y la cultura. Así podemos mencionar la noticia sobre cómo los rayos X y la inteligencia artificial pueden reconstruir una obra de Van Gogh, como se muestra en la Figura 7 (University College London, 2022a).

**Figura 7**

Uso de la inteligencia artificial para la recuperación de obras de arte

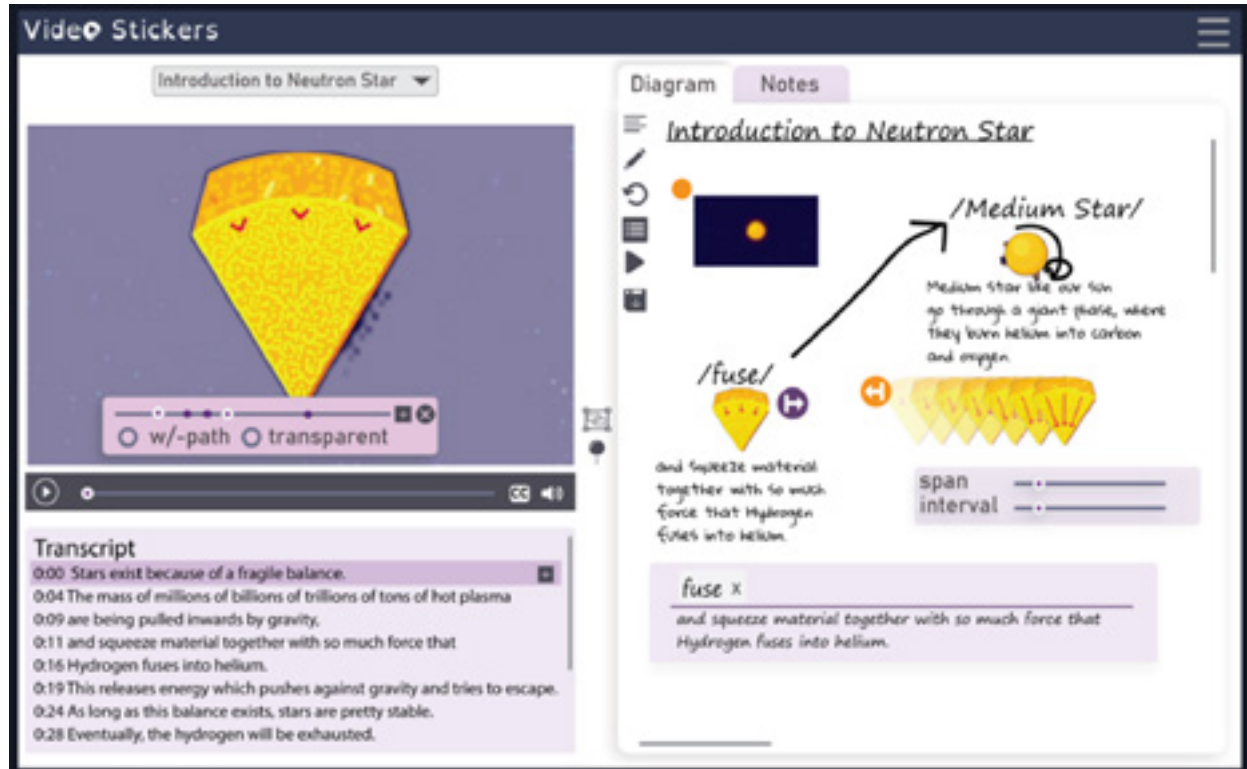


Nota. Proceso de cinco pasos desarrollado por un equipo de investigadores de la Universidad de Londres. De izquierda a derecha: 1) la pintura cubierta tal como aparece en la actualidad; 2) la imagen de rayos X de la naturaleza muerta con las figuras debajo; 3) detección de bordes de las dos figuras asistida por inteligencia artificial; 4) una interpretación generada por computadora de su probable estilo y color; y 5) la imagen final impresa en 3D. De *Los rayos X, la inteligencia artificial y la impresión 3D dan vida a una obra de arte perdida de Van Gogh*, por University College London, 2022 (<https://www.ucl.ac.uk/news/2022/sep/x-rays-ai-and-3d-printing-bring-lost-van-gogh-artwork-life>). Imagen de Anthony Bourached, George Cann & Jesper Eriksson, University College London.

En el ámbito de la educación, la Universidad de Stanford (2022a) ha desarrollado una aplicación llamada VideoSticker basada en inteligencia artificial que ayuda a los estudiantes a tomar notas tanto visuales como textuales. Esta aplicación logra esto de dos maneras: i) identificando y recortando automáticamente objetos del video para colocarlos en el área de notas, y ii) analizando transcripciones para extraer información clave que se alinea con las imágenes relevantes en el área de toma de notas. VideoSticker ofrece múltiples formatos de presentación, como mapas conceptuales, diagramas o líneas de tiempo visuales. En la Figura 8 se muestra la interfaz de usuario de VideoSticker, que incluye una ventana de video, una sección de transcripción con función de búsqueda en la parte inferior izquierda y otra sección para tomar notas en la parte derecha.

**Figura 8**

Interfaz de usuario de VideoSticker



Nota. De *New App VideoSticker Uses AI To Help Students Take Rich Notes from Video Lessons*, por Myers, A., 2022, Stanford University (<https://hai.stanford.edu/news/new-app-videosticker-uses-ai-help-students-take-rich-notes-video-lessons>). Imagen de Hari Subramonyam, Stanford University.

En el campo de la salud, se destacan cinco noticias relacionadas con la inteligencia artificial y el análisis de imágenes: i) Nuevo algoritmo basado en inteligencia artificial para el análisis de patología digital; ii) Algoritmo de cámara ocular e inteligencia artificial creado para abordar la retinopatía diabética; iii) Imágenes cerebrales dinámicas con inteligencia artificial; iv) Tecnología de inteligencia artificial eficiente para el análisis de datos de resonancia magnética; e v) Inteligencia artificial entrenada para detectar lesiones cancerosas difíciles de identificar en el colon.

Una de las noticias aborda cómo la inteligencia artificial y una cámara ocular ayudan a los médicos de atención primaria a diagnosticar la retinopatía diabética con una precisión y sensibilidad del 99 %, eliminando la necesidad de recurrir a un especialista. En la Figura 9 se muestra una representación conceptual de una cámara que se utiliza para observar la parte del ojo frente a la pupila. Esta cámara se asemeja a unos auriculares y es capaz de capturar imágenes de la retina automáticamente (Veatch, 2022).

**Figura 9**

Representación conceptual de una cámara

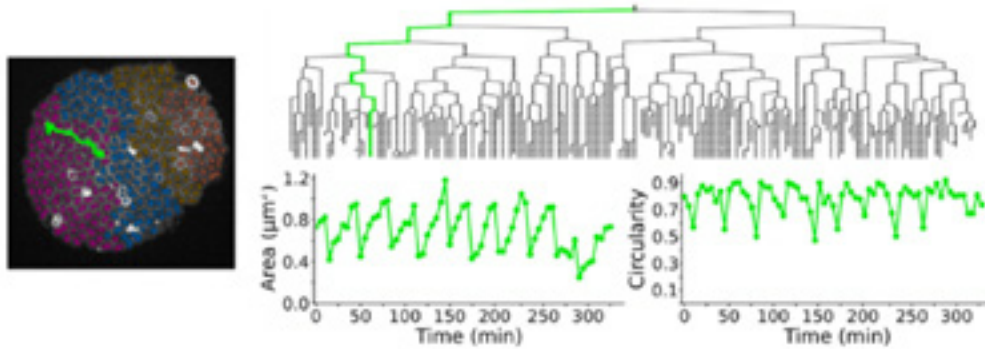


*Nota.* Representación conceptual de una cámara en desarrollo por el equipo de Ai-Ris, diseñada para observar la parte del ojo opuesta a la pupila. Esta cámara se utiliza como un auricular y toma imágenes de la retina. De *Ocular camera and artificial intelligence algorithm created to address diabetic retinopathy*, por Veatch Cofas, A., 2022, Texas A&M University Engineering (<https://engineering.tamu.edu/news/2022/06/ocular-camera-and-artificial-intelligence-algorithm-created-to-address-diabetic-retinopathy.html>). Imagen de Texas A&M Engineering.

En el ámbito de las ciencias de la vida, se presentan dos noticias: i) *Deep learning*: un marco para el análisis de imágenes en ciencias de la vida y ii) Nuevas soluciones de inteligencia artificial asumen el rastreo de los objetos en imágenes. En particular, se destaca una aplicación gratuita y de código abierto llamada TrackMate v7, que permite a los científicos rastrear de manera sencilla los objetos en imágenes, acelerando así los descubrimientos en el campo de las ciencias de la vida. En la Figura 10 se observa cómo TrackMate v7 hace seguimiento del crecimiento de la bacteria *Neisseria meningitidis*, mostrando en verde el rastro y la línea de descendencia de una bacteria individual. Asimismo, se registraron los cambios en su forma, como el área y la circularidad, lo que permitió identificar la división de las bacterias (Abo Akademi University, 2022).

**Figura 10**

*TrackMate v7 haciendo seguimiento del crecimiento de la bacteria Neisseria meningitidis*

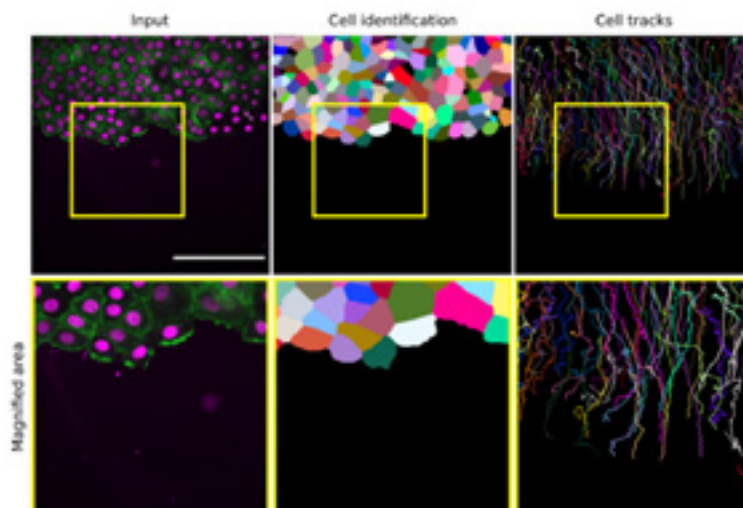


*Nota.* Software en el laboratorio Jacquemet para estudiar los factores que provocan la metástasis. De *New AI solutions take on trackingm*, por Abo Akademi University, 2022 (<https://www.abo.fi/en/news/new-ai-solutions-take-on-tracking/>).

Asimismo, la aplicación TrackMate7, que utiliza el algoritmo de inteligencia artificial Cellpose, tiene la capacidad de identificar las células cancerosas antes de hacer su seguimiento. En la Figura 11 se muestra el citoesqueleto de actina en verde y sus núcleos en rosado (Abo Akademi University, 2022).

**Figura 11**

*Citoesqueleto de actina y sus núcleos*



*Nota.* Siguiendo el desplazamiento de las células cancerosas metastásicas mediante TrackMate v7. De *New AI solutions take on trackingm*, por Abo Akademi University, 2022 (<https://www.abo.fi/en/news/new-ai-solutions-take-on-tracking/>).

En medioambiente se presentan dos noticias destacadas: i) Detectando la esclavitud moderna (deforestación) desde el cielo (satelitales) y ii) Proteína 'deep fake' diseñada con inteligencia artificial apuntará a contaminantes del agua. Esta innovación se logra mediante el uso de inteligencia artificial y *machine learning* para crear proteínas de barril de membranas "falsas", diseñadas con el propósito de detectar iones metálicos contaminantes en el agua.

En el sector *retail* cabe destacar la siguiente noticia: Walmart lanza tecnología de prueba de ropa virtual impulsada por inteligencia artificial para compradores en línea. Esta aplicación se basa en la combinación de procesamiento de imágenes en tiempo real, visión por computadora, aprendizaje profundo y otras tecnologías de inteligencia artificial para mostrar a los compradores cómo se verían con un artículo en particular. La simulación tiene en cuenta las dimensiones del cuerpo, el ajuste, el tamaño e incluso el tejido de la prenda (Pérez, 2022), como se ilustra en la Figura 12.

### Figura 12

Aplicativo móvil de Walmart impulsado por inteligencia artificial para compradores en línea



Nota. Imagen tomada del aplicativo móvil de Walmart. De Walmart, 2022 (<https://techcrunch.com/2022/03/02/walmart-launches-a-i-powered-virtual-clothing-try-on-technology-for-online-shoppers/>).

En el campo del transporte es importante mencionar la siguiente noticia: Los vehículos autónomos son cada vez más seguros gracias a que la inteligencia artificial (IA) permite traducir de forma instantánea y precisa imágenes bidimensionales en un mapa a vista de pájaro (vista aérea). Esto facilita que los vehículos puedan construir mapas precisos del mundo de manera instantánea, lo que a su vez les permite determinar dónde pueden circular de forma segura (University of Surrey, 2022).

### 1.3. Futuro de la movilidad

A partir de las fuentes utilizadas para la elaboración de los 51 boletines durante 2022, se observa que las palabras *movilidad* o *transporte* se asocian con términos como *automóviles*, *vehículos*, *energía*, *autónomos*, *eléctricos*, *baterías* y *almacenamiento*, como se muestra en la Figura 13.

**Figura 13**

Nube de palabras generada a partir de las noticias de los boletines VITEC 2022 sobre movilidad o transporte



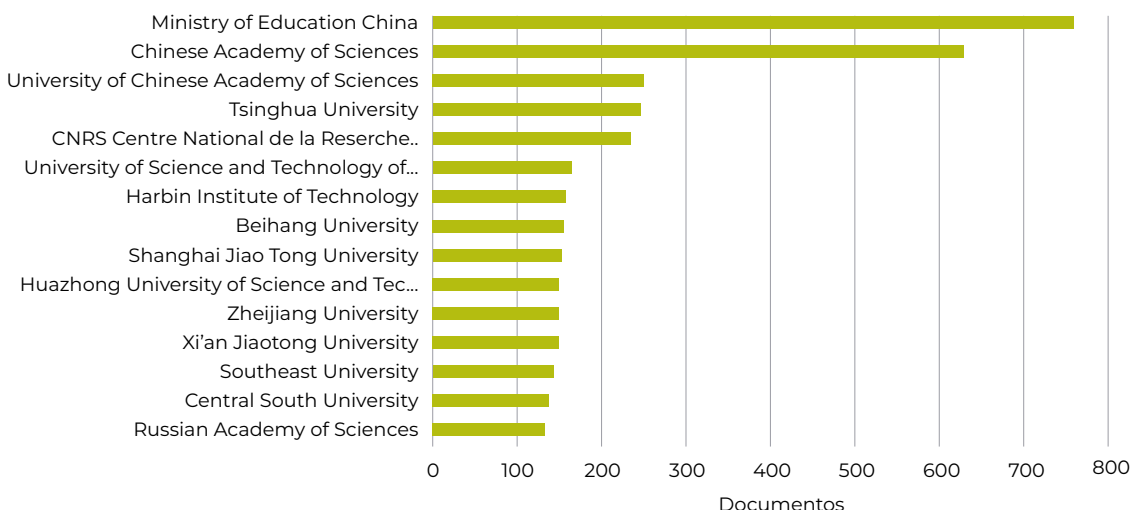
Nota. Imagen que muestra la frecuencia de uso de palabras clave en las noticias de los boletines de vigilancia tecnológica VITEC 2022, utilizando la aplicación Orange. De Orange Data Mining, 2022 (<https://orangedatamining.com/>). De *Boletín de Vigilancia Tecnológica*, por CONCYTEC, s. f. (<http://octi.concytec.gob.pe/index.php/boletin>).

En este contexto se han identificado un total de 96 noticias vinculadas a las temáticas de movilidad y transporte. Entre las instituciones destacadas se encuentran el MIT con 4 noticias, The National Renewable Energy Laboratory con 4, la Universidad de Cornell también con 4 y la universidad de Michigan con 3 noticias.

A partir del ranking de las instituciones que más investigaron (top 15) en las temáticas identificadas para esta sección durante 2022, según Scopus (ecuación de búsqueda: TITLE-ABS KEY (“transport” OR “mobility” AND (“vehicle” OR “car” OR “autonomous” OR “electric” OR “battery”))), se observa que la mayoría de universidades y centros de investigación líderes en esta área se encuentran en China, con más de 100 publicaciones durante ese año. El MIT ocupa el puesto 26, con un total de 104 publicaciones, como se muestra en la Figura 14.

**Figura 14**

*Cantidad de publicaciones de universidades o centros de investigación en 2022*

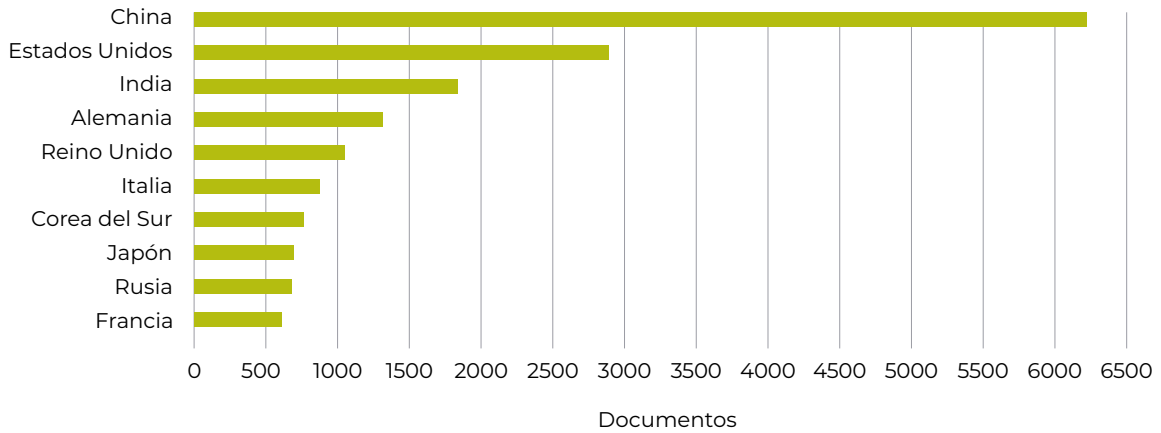


Nota. De Scopus, 2023 (<https://www.scopus.com/home.uri>).

Según los datos de Scopus, los países que lideraron en investigación y publicaciones en las temáticas de esta sección durante 2022 fueron China, con 6256 publicaciones, seguida de Estados Unidos con 2909, India con 1845, Alemania con 1332 y el Reino Unido con 1063, como se ilustra en la Figura 15. En este sentido, es conveniente explorar las noticias de las principales instituciones en estos países.

**Figura 15**

Cantidad de publicaciones de noticias por país



Nota. De Scopus, 2023 (<https://www.scopus.com/home.uri>).

De acuerdo a la Figura 13, a partir del análisis de la nube de palabras de las noticias relacionadas con el tema de movilidad o transporte, resulta relevante enfocarse en los siguientes aspectos: i) vehículos autónomos, ii) vehículos eléctricos y iii) baterías de iones de litio.

### 1.3.1. Vehículos autónomos

A partir de los boletines VITEC 2022, se pueden identificar tecnologías relacionadas con automóviles, carros o vehículos autónomos, como LiDAR, detección de objetos y sensores de silicio. Además, destacan áreas como *machine learning*, inteligencia artificial y redes neuronales, como se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2**

Tecnologías relacionadas con automóviles, carros o vehículos autónomos

TITULAR	TECNOLOGÍA	OBJETIVO	FUENTE
¿Por qué chocan los vehículos autónomos?	Inteligencia artificial (IA), <i>machine learning</i>	Mitigar ciberataques mediante el uso de ML	Lehigh University (2022)
Inteligencia artificial centrada en datos: los modelos de inteligencia artificial son tan buenos como su canal de datos	(ML) y redes neuronales	Analizar los datos recopilados de manera más eficiente mediante IA y ML	Miller (2022) Stanford University

TITULAR	TECNOLOGÍA	OBJETIVO	FUENTE
Investigadores de la Universidad de California en Irvine desarrollan un marco híbrido hombre-máquina para construir una inteligencia artificial más inteligente		Mejorar el rendimiento y la confiabilidad mediante la combinación de predicciones humanas y algorítmicas	University of California, Irvine (2022)
Investigadores de Oxford desarrollan nueva inteligencia artificial para permitir que vehículos autónomos se adapten a condiciones climáticas desafiantes	Inteligencia artificial (IA), <i>machine learning</i> (ML) y redes neuronales	Mejorar la navegación más segura y confiable en condiciones climáticas adversas	University of Oxford (2022)
Anticiparse al comportamiento de los demás en la carretera		Predecir futuras trayectorias	Adam (2022c) Massachusetts Institute of Technology
Investigación de Surrey acerca de vehículos autónomos más seguros		Crear mapas 3D de manera instantánea utilizando IA	University of Surrey (2022)
Tecnología ayuda a vehículos autónomos a aprender de sus propios recuerdos		Mejorar el reconocimiento del entorno mediante el aprendizaje de sus propios recuerdos	Fleischman (2022) Cornell University
Pequeños interruptores brindan sistemas combinados de detección LiDAR de estado sólido	LiDAR	Evitar obstáculos, conducir de manera segura y prevenir colisiones	Brown (2022) University of California, Berkeley
Cómo la tecnología de imágenes oculares podría ayudar a los robots y automóviles a ver mejor		Mejorar la precisión de la localización mediante LiDAR de onda continua modulada en frecuencia (FMCW)	Kingery (2022) Duke University
Desbloqueo de percepción similar a la humana en vehículos autónomos	Object detection	Predecir de forma completa los objetos, incluso cuando están parcialmente ocluidos	University of Freiburg (2022)
Sensor de imagen de silicio que calcula	Sensor de silicio	Acelerar el procesamiento visual para evitar accidentes	Burrows (2022) Harvard John A. Paulson School of Engineering and Applied Sciences

Nota. Adaptado de *Boletín de Vigilancia Tecnológica*, 2022 (<http://octi.concytec.gob.pe/index.php/boletin>).

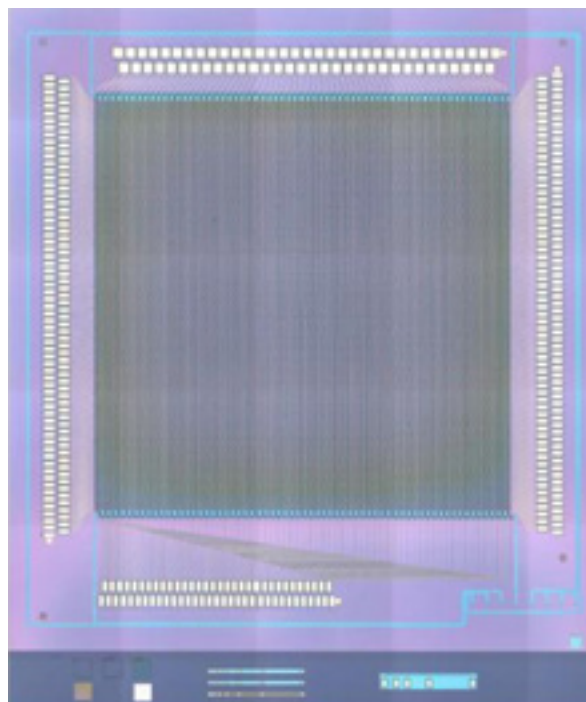
La inteligencia artificial (IA) y el *machine learning* (ML) permiten que los vehículos autónomos (VA) puedan i) mitigar ciberataques a los sistemas de los VA, ii) analizar los datos recopilados de manera más eficiente, iii) incrementar el rendimiento y la confianza al combinar predicciones humanas y algorítmicas, iv) mejorar la navegación, asegurando mayor seguridad y confianza incluso en condiciones climáticas adversas, v) predecir futuras trayectorias, y vi) crear mapas 3D de manera instantánea a través de IA.

También se puede observar en la Tabla 2 que la tecnología LiDAR (*light detection and ranging*) tiene entre sus múltiples objetivos i) evitar obstáculos y prevenir colisiones, y ii) mejorar la precisión de la localización mediante LiDAR FMCW (onda continua modulada en frecuencia). Con relación al primer objetivo de la tecnología LiDAR, esta permite evitar obstáculos y prevenir

colisiones mediante el uso de cámaras y sistemas de radar basados en chips. Un desafío importante de los dispositivos mecánicos LiDAR actuales es su dificultad en el manejo y su alto costo (miles de dólares). Ante ello, la Universidad de California de Berkeley ha presentado un nuevo tipo de chip LiDAR de alta resolución. Este innovador desarrollo incorpora una matriz de conmutación de plano focal (FPSA, por sus siglas en inglés) que utiliza semiconductores con una matriz de transmisores ópticos o antenas, así como interruptores a escala milimétrica que pueden encenderse y apagarse rápidamente. Esto permite canalizar toda la potencia láser disponible a través de una antena a la vez. Gracias a este nuevo dispositivo, es posible recibir la luz de manera similar a los sensores que se encuentran en las cámaras digitales, lo que ha derivado en una nueva generación de sensores 3D avanzados y de bajo costo utilizados en vehículos autónomos y otros tipos de equipos y dispositivos tecnológicos (Brown, 2022).

### Figura 16

*Chip FPSA a escala microscópica*

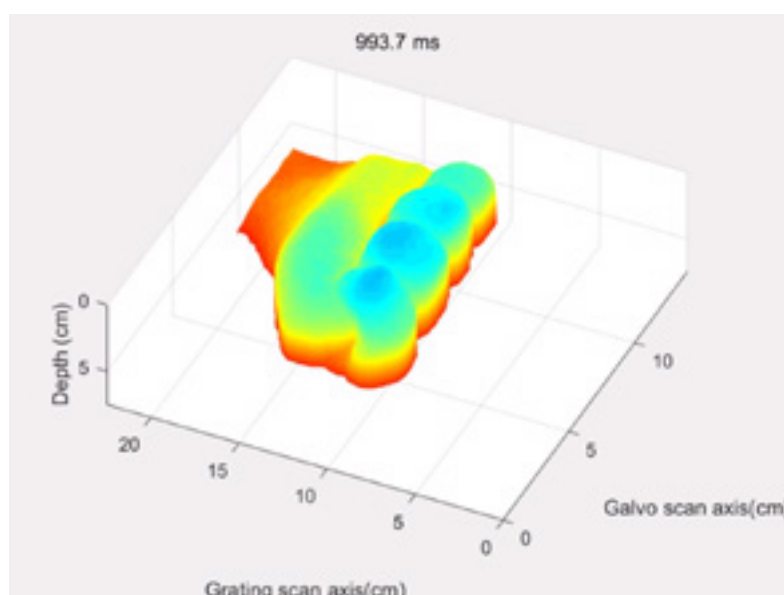


*Nota.* Imagen microscópica que muestra el chip FPSA fabricado, incluyendo antenas de rejilla con interruptores de selección de columna. De *Tiny switches give solid-state LiDAR record resolution*, por Brown, A. S., 2022, University of California, Berkeley (<https://engineering.berkeley.edu/news/2022/03/tiny-switches-give-solid-state-lidar-record-resolution/>). Imagen de Kyungmok Kwon, UC Berkeley.

Asimismo, la tecnología LiDAR presenta nuevos enfoques, como los propuestos por la Universidad de Duke en 2022, que plantean los siguientes desafíos: i) detección de señales de luz reflejada muy débiles, que pueden fácilmente sobrecargar el detector; ii) limitación en la resolución de profundidad, lo que podría llevar mucho tiempo para escanear densamente áreas extensas, como una carretera. Este innovador enfoque se basa en un LiDAR de onda continua modulada en frecuencia (FMCW, por sus siglas en inglés), que sigue el mismo principio de funcionamiento que las tomografías de coherencia óptica (OCT, por sus siglas en inglés). Como resultado de este desarrollo, se ha logrado una mejora significativa en el tiempo de procesamiento de datos y una mayor precisión de profundidad submilimétrica, permitiendo que el sistema sea lo suficientemente sensible como para capturar características milimétricas, como las de un rostro humano, y características esenciales para vehículos autónomos y sistemas de fabricación (Kingery, 2022).

### Figura 17

Tecnología LiDAR



Nota. Nuevo enfoque de LiDAR es lo suficientemente sensible como para capturar características a escala milimétrica, como las de un rostro humano. De *How Eye Imaging Technology Could Help Robots and Cars See Better*, por Kingery, K., 2022, Duke University (<https://pratt.duke.edu/about/news/oct-for-robots>).

McKinsey Digital (2022) ha clasificado las tecnologías de los vehículos autónomos en seis categorías. La primera es la de radar y cámara, que utiliza sensores con algoritmos capaces de detectar y clasificar objetos automáticamente, así como de determinar su distancia. La segunda es LiDAR, un sistema de detección de alcance que mide el tiempo de viaje de la luz.

La tercera es la dirección/freno/cambio por cable, que emplea sistemas eléctricos o electromecánicos para funciones del vehículo que normalmente se realizan mediante conexiones mecánicas. La cuarta es la solución de mapeo y localización simultánea para mapear entornos desconocidos, conocida como mapas HD. La quinta categoría es la detección de objetos, que utiliza tecnologías de percepción para planificar el comportamiento, las rutas y los movimientos. La sexta y última es la de estrategias de conducción, que integra componentes de hardware y software en un vehículo autónomo (McKinsey Digital, 2022).

Respecto a la primera categoría de vehículos autónomos y la detección de objetos, la Universidad de Freiburg (2022) ha presentado en su nueva investigación un avance significativo en la percepción en entornos urbanos complejos. Este avance permite la predicción de la forma completa de los objetos, incluso cuando están parcialmente ocluidos. Este logro se basa en la segmentación panóptica amodal, que permite una comprensión holística del entorno, superando a la tradicional que únicamente puede predecir qué píxeles de una imagen pertenecen a ciertas regiones “visibles” de un objeto, como una persona o un automóvil. Esta nueva segmentación puede abstraer cualquier oclusión parcial de los objetos en lugar de percibirlos como fragmentos, lo que conduce a una comprensión general de verlos como entidades completas. Esto, a su vez, contribuye al avance en la capacidad de reconocimiento visual con el objetivo de mejorar la seguridad de los vehículos autónomos. En la Figura 18 se ilustran las diferencias de segmentación.

### Figura 18

*Segmentación panóptica y segmentación panóptica amodal*



*Nota.* A diferencia de la segmentación panóptica convencional (centro), la segmentación panóptica amodal (derecha) predice instancias completas de objetos, incluidas sus regiones ocluidas, como automóviles y personas, a partir de la imagen de entrada (izquierda). De *Unlocking human-like perception in self-driving vehicles*, por University of Freiburg, 2022 (<https://kommunikation.uni-freiburg.de/pm-en/press-releases-2022/unlocking-human-like-perception-in-self-driving-vehicles>). Ilustraciones de Berkeley DeepDrive & Abhinav Valada.

En cuanto al sensor de silicio, investigadores de la Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas (SEAS, por sus siglas en inglés) de la Universidad de Harvard, específicamente en la John A. Paulson School, han logrado un avance significativo al desarrollar el primer procesador en el sensor que podría integrarse en chips de imágenes de silicio comerciales, conocido como semiconductor complementario de óxido de metal (CMOS, por sus siglas en inglés). Estos sensores son esenciales en una amplia gama de dispositivos comerciales que necesitan capturar información visual, como los teléfonos inteligentes. El nuevo desarrollo se basa en una matriz de fotodiodos de silicio que, a diferencia de los chips de detección de imágenes disponibles comercialmente, están dopados electrostáticamente, lo que permite ajustar la sensibilidad de los fotodiodos individuales o píxeles a la luz entrante mediante el control de voltajes. La matriz, que se muestra en la Figura 19, simplifica el procesamiento de imágenes para vehículos autónomos y otras aplicaciones. Este procesador integrado en el sensor tiene la capacidad de integrarse en chips de sensores de imágenes de silicio comerciales (Burrows, 2022).

### Figura 19

*Ilustración de un nuevo procesador en sensores capaz de integrarse en chips*



*Nota.* Primer procesador integrado en un sensor que podría ser incorporado en chips de sensores de imágenes de silicio comerciales. La matriz, ilustrada aquí, simplifica el procesamiento de imágenes para vehículos autónomos y otras aplicaciones. De *Silicon image sensor that computes*, por Burrows, 2022, Harvard John A. Paulson School of Engineering and Applied Sciences (<https://seas.harvard.edu/news/2022/08/silicon-image-sensor-computes>). Imagen de Donhee Ham Research Group, Harvard SEAS.

### 1.3.2. Vehículos eléctricos y baterías de iones de litio

A partir de las noticias relacionadas con vehículos eléctricos (VE) y baterías de iones de litio (LIB), se han identificado siete principales categorías o tecnologías: análisis de baterías, batería de iones de litio (LIB), ciberseguridad, más allá de LIB, materiales, seguridad y pilas de combustible de hidrógeno.

La clasificación de las tecnologías toma como referencia aquellas más destacadas en relación con los vehículos eléctricos, identificadas en el "Reporte de tendencias tecnológicas" de McKinsey Digital (2022). En ese documento se mencionan seis categorías: i) gemelo digital: modelo virtual en tiempo real de un sistema o proceso que refleja los atributos clave de la infraestructura de energía existente; ii) batería de iones de litio (LIB): tecnología de batería avanzada que utiliza iones de litio como componente clave de su electroquímica; iii) más allá de LIB: baterías de iones de sodio (iones de Na) y iones de potasio (iones de K), que podrían resolver los problemas de recursos que enfrentan las LIB; iv) análisis de batería: inteligencia para prolongar la vida útil de la batería, mejorar la fabricación, desbloquear mercados al final de su vida útil y prevenir riesgos de seguridad; v) pilas de combustible de hidrógeno: sistema de propulsión en el que la energía almacenada en forma de hidrógeno se convierte en electricidad mediante la pila de combustible; vi) propulsión híbrida: sistema de propulsión que incluye varias fuentes de propulsión utilizadas juntas o alternativamente (por ejemplo, combustible-electricidad) (McKinsey Digital, 2022).

#### a) Análisis de la batería

En esta categoría se han identificado varias investigaciones con múltiples propósitos, como i) optimizar la capacidad de la batería, el peso y las demandas de gestión de calor para cualquier diseño de vehículo eléctrico; ii) reducir los tiempos de carga y prolongar la vida útil de la batería; iii) establecer un nuevo modelo computacional y una estrategia para descubrir imanes que tienen una pequeña histéresis, reduciendo la pérdida de energía; iv) optimizar el proceso de reciclaje de baterías de vehículos eléctricos; v) mejorar el tiempo de carga agregando una lámina de níquel que autorregula la temperatura y la reactividad de la batería; y vi) reducir el tiempo de prueba y el costo de las baterías, como se aprecia en la Tabla 3.

**Tabla 3**

*Tecnología: análisis de batería*

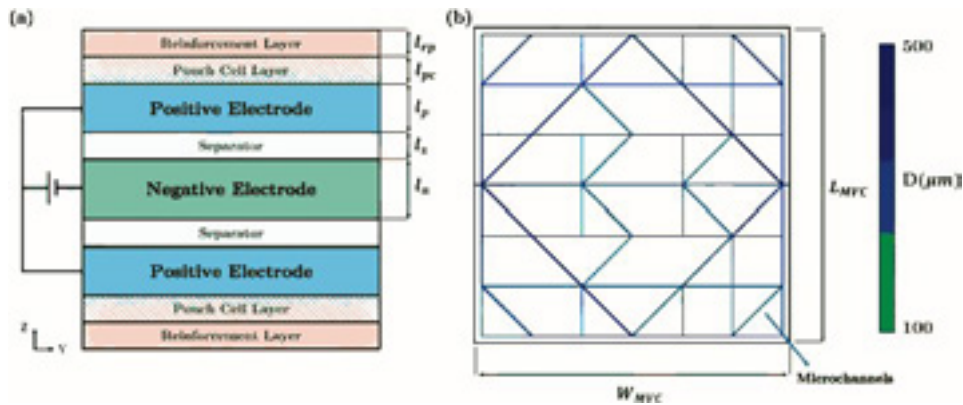
TITULAR	OBJETIVO	FUENTE
Ayudando a los vehículos eléctricos a mantenerse frescos durante el proceso de equilibrio de peso de la batería	Optimizar la capacidad de la batería, el peso y las demandas de gestión de calor para cualquier diseño de vehículo eléctrico	Drexel University (2022)
Algoritmo de <i>machine learning</i> predice cómo aprovechar al máximo las baterías de los vehículos eléctricos	Reducir los tiempos de carga y prolongar la vida útil de la batería	University of Cambridge (2022a)
Diseño de materiales magnéticos usando herramientas matemáticas	Establecer un nuevo modelo computacional y una estrategia para descubrir imanes que presentan una pequeña histéresis, para reducir la pérdida de energía	Shah (2022) University of Southern California
Perfeccionando el proceso de reciclaje de baterías de vehículos eléctricos	Optimizar el proceso de reciclaje de baterías de vehículos eléctricos	Chalmers University of Technology (2022)
Tecnología de baterías allana el camino para la adopción masiva de automóviles eléctricos asequibles	Mejorar el tiempo de carga agregando una lámina de níquel que autorregula la temperatura y reactividad de la batería	Berard (2022) Pennsylvania State University
Nuevo enfoque reduce el tiempo de prueba de la batería en EV en un 75 %	Reducir el tiempo de prueba y costo de las baterías	Lynch (2022) University of Michigan

*Nota.* Adaptado de *Boletín de Vigilancia Tecnológica*, 2022 (<http://octi.concytec.gob.pe/index.php/boletin>).

En cuanto a la optimización de la capacidad de la batería, el peso y las demandas de gestión de calor para cualquier diseño de vehículo eléctrico, la Universidad de Drexel (2022) presenta un sistema que incorpora una red de enfriamiento similar al sistema vascular para disipar el calor. Los compuestos de enfriamiento están diseñados para formar parte del empaque estructural de la batería y permiten calcular el mejor patrón, tamaño y número de canales microvasculares para disipar rápidamente el calor de las baterías. Actualmente, este diseño compuesto microvascular (MVC, por sus siglas en inglés) está siendo probado por las compañías Tesla, Volvo y Volkswagen. En la Figura 20 se muestra un esquema del diseño de un MVC. El funcionamiento de los compuestos es similar al del radiador de un vehículo de combustión interna, en el que el refrigerante absorbe el calor y lo aleja del compuesto de la batería a medida que se desplaza por la red de microcanales (Faulstick, 2022).

**Figura 20**

Esquema del diseño a) celda de batería estructural (SBC) y b) compuesto microvascular (MVC)



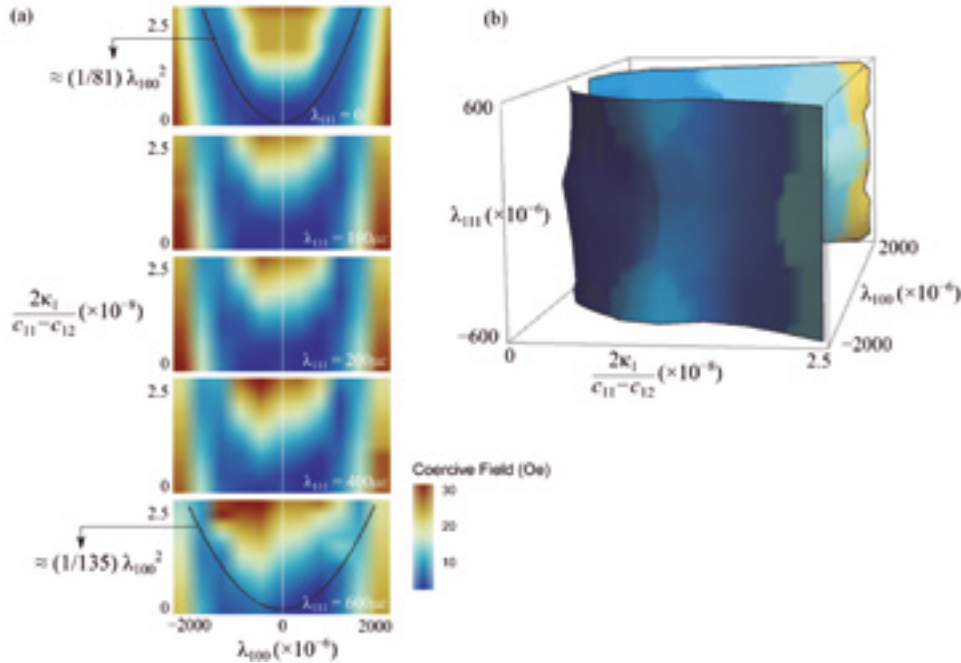
Nota. El sistema de diseño, presentado por el equipo de Najafi en su última investigación, tiene la capacidad de calcular el mejor patrón, tamaño y número de canales microvasculares para disipar rápidamente el calor de las baterías, además de optimizar el diseño para lograr una eficiencia máxima en el flujo del refrigerante que se mueve a través de los canales. De *Helping Electric Vehicles Keep Their Cool During the Battery Weight Balancing Act*, por Faulstick, 2022, Drexel University (<https://drexel.edu/news/archive/2022/May/microvascular-cooling-electric-vehicles>).

Reducir los tiempos de carga y prolongar la vida útil de la batería fue uno de los objetivos de una investigación de la University of Cambridge (2022a). Para ello se utilizó un algoritmo de *machine learning* capaz de predecir cómo respondería la batería en el siguiente ciclo de carga y descarga, considerando parámetros como qué tan rápido se cargaría la batería y qué tan rápido iría el automóvil la próxima vez que estuviera en la carretera. En el estudio se probaron 88 baterías comerciales, y no fue necesaria ninguna información previa sobre ellas para que el algoritmo pueda predecir con precisión. Si bien el experimento se centró en las celdas de óxido de cobalto y litio (LCO, por sus siglas en inglés), este método podría aplicarse a diferentes tipos de baterías utilizadas en vehículos eléctricos (University of Cambridge, 2022a).

Adicionalmente, con el objetivo de reducir la pérdida de energía, investigadores de la Universidad del Sur de California - Viterbi han establecido un nuevo modelo matemático basado en las ideas del análisis de estabilidad no lineal, capaz de predecir de manera integral el comportamiento ferromagnético. Este modelo, además de proporcionar información sobre los orígenes de la histéresis magnética, también permite descubrir nuevos materiales magnéticos que podrían utilizarse en el sector energético con el propósito de reducir la pérdida de energía. Esta característica será de gran importancia en la adopción de dispositivos de almacenamiento de energía, como los que se utilizarán en los vehículos eléctricos. En la Figura 21 se muestra un patrón parabólico entre constantes magnéticas en los materiales que tienen una pequeña coercitividad (Shah, 2022).

**Figura 21**

Patrón parabólico entre constantes magnéticas



Nota. Modelo matemático basado en las ideas del análisis de estabilidad no lineal desarrollado para predecir de manera integral el comportamiento ferromagnético bajo un campo aplicado. Este modelo no solo proporciona información sobre los orígenes de la histéresis magnética, sino que también abre la puerta al descubrimiento de nuevos materiales magnéticos que pueden tener un gran impacto en la investigación energética. De *Designing Magnetic Materials Using Mathematical Tools*, por Shah, A., 2022, University of Southern California (<https://viterbischool.usc.edu/news/2022/02/designing-magnetic-materials-using-mathematical-tools/>). Imagen de Ananya Balakrishna.

Con el crecimiento de la industria de vehículos eléctricos en los próximos años, será de suma importancia optimizar el proceso de reciclaje de baterías de vehículos eléctricos. Este desafío ha sido abordado por investigadores de la Universidad Tecnológica de Chalmers (2022) en Suecia. Ellos describen un proceso de reciclaje optimizado basado en un tratamiento térmico y proceso hidrometalúrgico óptimo para el reciclaje de baterías de iones de litio. Uno de los principales hallazgos del estudio es que el proceso hidrometalúrgico se puede llevar a cabo a temperatura ambiente. En la Figura 22 se observan varias imágenes relacionadas con la investigación de reciclaje de baterías de vehículos eléctricos (VE), incluyendo dos baterías de VE comerciales, el laboratorio donde se lleva a cabo el proceso de lixiviación con soluciones acuosas finales que contienen metales recuperados y residuos sólidos con grafito, la planta piloto en Chalmers utilizada para la investigación de reciclaje de baterías, así como soluciones acuosas que contienen metales como cobalto, litio, manganeso y níquel extraídos durante el proceso de lixiviación, y moléculas orgánicas que contienen cobalto extraído (Chalmers University of Technology, 2022).

**Figura 22**

Reciclaje de baterías de vehículos eléctricos (VE)



*Nota.* Imágenes de baterías eléctricas de vehículos (EV) comerciales convencionales y la configuración del laboratorio para el proceso de lixiviación con las soluciones acuosas finales que contienen metales recuperados y residuos sólidos con grafito. De *Perfecting the EV battery recycling process*, por Chalmers University of Technology, 2022 (<https://www.chalmers.se/en/current/news/k-perfecting-the-ev-battery-recycling-process/>).

Dos de los principales problemas asociados a las baterías de los vehículos eléctricos son su prolongado tiempo de recarga y su tamaño excesivo para ser eficientes. Partiendo de estos inconvenientes, los investigadores de la Universidad Estatal de Pensilvania, en colaboración con la empresa EC Power, proponen el desarrollo de una nueva técnica que permite cargar la batería de un vehículo eléctrico en tan solo diez minutos. Este rápido tiempo de carga se consigue mediante la regulación de la temperatura desde el interior de la batería, cuya estructura incorpora una lámina de níquel ultrafina junto a otros componentes como el ánodo, el electrolito y el cátodo. En la Figura 23 se observa la batería utilizada en el estudio, que incluye una caja negra en la parte superior que contiene un sistema de administración de batería para controlar el módulo (Berard, 2022).

**Figura 23**

Batería que contiene un sistema de administración de batería para controlar el módulo



Nota. Esta batería de carga rápida de diez minutos fue desarrollada para autos eléctricos y cuenta con la caja negra en la parte superior que contiene un sistema de administración de la batería para controlar el módulo. De *Battery tech breakthrough paves way for mass adoption of affordable electric car*, por Berard, A., 2022, Pennsylvania State University (<https://www.psu.edu/news/research/story/battery-tech-breakthrough-paves-way-mass-adoption-affordable-electric-car/>). Imagen de EC Power. Todos los derechos reservados.

Otro desafío al que se enfrenta la industria de vehículos eléctricos es el reducido tiempo de prueba de las baterías. En ese sentido, la Universidad de Michigan presenta un nuevo enfoque que podría acelerar el diseño de nuevas baterías de vehículos eléctricos hasta cuatro veces más rápido que los métodos tradicionales. En lugar del enfoque convencional basado en prueba y error, este nuevo método utiliza algoritmos de *machine learning* para un sistema que sabe cuándo detenerse y cómo mejorar a medida que avanza; es decir, permite detener sistemáticamente las pruebas tempranas de baterías poco prometedoras, en lugar de completar todo el proceso de pruebas hasta el final. Asimismo, el nuevo enfoque permite que el sistema aprenda de los datos acumulados para generar nuevas configuraciones prometedoras (Lynch, 2022).

## b) Batería de iones de litio (LIB)

Otra categoría de suma importancia es la de batería de iones de litio (LIB). Al respecto, en los boletines VITEC 2022 se han encontrado diversas noticias que abordan diferentes propósitos, como i) mejorar las densidades de energía, carga rápida y largo ciclo de vida mediante baterías de litio de estado sólido; ii) generar mayor potencia y carga más rápida mediante la creación de electrodos más gruesos para las LIB; iii) recuperar metales como el litio y el cobalto que se utilizan en las LIB; iv) convertir las fibras de papel en electrodos utilizables en las baterías recargables; v) diseñar un nuevo electrolito que trabaje en un amplio rango de temperatura; vi) diseñar un nuevo cátodo basado en pentóxido de niobio que permita acelerar el tiempo de carga; e vii) identificar y aprovechar las ventajas de la carga de electrodos y el aumento de las temperaturas para maximizar el rendimiento de las celdas de batería con ánodo de  $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$  (LTO) y un cátodo de  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$  (LMO), como se detalla en la Tabla 4.

**Tabla 4**

*Tecnología: batería de iones de litio (LIB)*

TITULAR	OBJETIVO	FUENTE
Avanzando en la compresión de las baterías de litio de estado sólido	Mejorar las densidades de energía, carga rápida y largo ciclo de vida mediante baterías de litio de estado sólido	Technology Networks (2022a)
Campo magnético ayuda a los electrodos de batería gruesos a enfrentar los desafíos de los vehículos eléctricos	Generar mayor potencia y carga más rápida mediante la creación de electrodos más gruesos para las LIB	The University of Texas at Austin (2022)
Investigadores pretende hacer que baterías de iones de litio sean más ecológicas	Recuperar metales como el litio y el cobalto que se utilizan en las LIB	Betkowski (2022b) University of Alberta
Convertir papel usado en partes de baterías para teléfonos inteligentes y vehículos eléctricos	Convertir las fibras de papel en electrodos utilizables en las baterías recargables	Nanyang Technological University (2022)
Baterías de energía empaquetada funcionan en frío y calor extremos	Diseñar un nuevo electrolito que trabaje en un amplio rango de temperatura	Labios (2022) University of California, San Diego
Nuevo diseño de cátodo resuelve la principal barrera para mejores baterías de iones de litio	Diseñar un nuevo cátodo basado en pentóxido de niobio que permita acelerar el tiempo de carga	Argonne National Laboratory (2022)
La investigación de baterías aborda nuevos desafíos para los sistemas de almacenamiento estacionarios detrás del medidor	Identificar y aprovechar las ventajas de la carga de electrodos y el aumento de las temperaturas para maximizar el rendimiento de las celdas de batería con ánodo de $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ (LTO) y un cátodo de $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ (LMO)	Martineau (2022) The National Renewable Energy Laboratory

*Nota.* Adaptado de *Boletín de Vigilancia Tecnológica*, 2022 (<http://octi.concytec.gob.pe/index.php/boletin>).

Actualmente, la tecnología tradicional de baterías de iones de litio (LIB) enfrenta dificultades para cumplir con las nuevas exigencias de los vehículos eléctricos, como altas densidades de energía, carga rápida y larga vida útil. Ante estas limitaciones, la Universidad de Tokyo Tech, el Instituto Nacional de Ciencia y Tecnología Industrial Avanzada (AIST, por sus siglas en inglés) y la Universidad de Yamagata están trabajando en el desarrollo de baterías de estado sólido que emplean electrolito sólido en lugar del electrolito líquido. No obstante, la interfaz entre el electrodo positivo y el electrolito sólido presenta una gran resistencia eléctrica, la cual incrementa cuando la superficie del electrodo se expone al aire, degradando la capacidad y el rendimiento de la batería. La meta es lograr una resistencia de interfaz cercana a  $10 \Omega \text{ cm}^2$  cuando no se expone al aire. El estudio alcanzó una resistencia de  $10.3 \Omega \text{ cm}^2$  mediante un tratamiento térmico a  $150 \text{ }^\circ\text{C}$  durante una hora. Asimismo, se demostró que la reducción podría atribuirse a la eliminación espontánea de protones del interior de la estructura de  $\text{LiCoO}_2$  (Technology Networks, 2022a).

Con el propósito de aumentar la potencia y reducir el tiempo de carga, los científicos de la Universidad de Texas han desarrollado un nuevo tipo de electrodo para baterías de iones de litio. Esto fue posible fabricando electrodos de mayor grosor y utilizando imanes que generan una alineación única que previene los inconvenientes típicos relacionados con el tamaño de estos componentes fundamentales. Este nuevo electrodo tiene el potencial de duplicar el alcance de los vehículos eléctricos en una sola carga en comparación con los electrodos comerciales utilizados actualmente. Esta mejora en el rendimiento electroquímico se debe a la alta resistencia mecánica, la alta conductividad eléctrica y la facilidad en el transporte de iones de litio (The University of Texas at Austin, 2022).

Las LIB se están convirtiendo cada vez más en una parte integral de nuestra vida, dado que alimentan casi todos nuestros dispositivos. En esta línea, resulta importante estudiar cómo recuperar metales raros de las baterías usadas, con el objetivo de beneficiar el ambiente y a los fabricantes que buscan reducir costos. Frente a este desafío, la Universidad de Alberta (2022) ha presentado un método de recuperación de metales como el litio y el cobalto. Esta investigación se basa en los principios de una economía circular, que implica un sistema de circuito cerrado en el que los productos y sus componentes se utilizan al máximo, para después reciclarse, reutilizarse, regenerarse o reacondicionarse para minimizar los desechos y la contaminación. Para lograr todo lo mencionado previamente, el estudio ha utilizado mezclas de ácidos orgánicos, lo que ha permitido recuperar más del 80 % del litio de las baterías gastadas (Betkowski, 2022a).

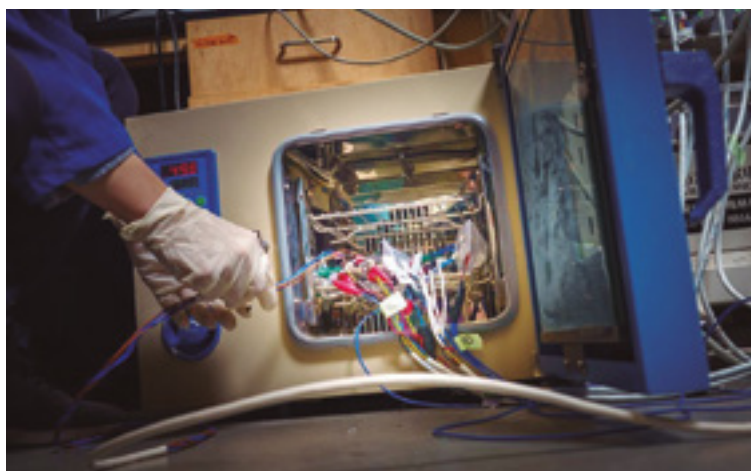
En la búsqueda de obtener componentes esenciales para las LIB, investigadores de la Universidad Tecnológica de Nanyang (2022) han desarrollado un nuevo proceso que convierte las fibras

de papel en electrodos, los cuales podrían transformarse en baterías recargables para su uso en vehículos eléctricos. El proceso, llamado carbonización, implicó exponer el papel a altas temperaturas, convirtiéndolo en carbono puro, vapor de agua y aceites como parte del estudio. Este proceso emite cantidades insignificantes de dióxido de carbono, lo que lo convierte en una alternativa ecológica (Nanyang Technological University, 2022).

Las baterías de iones de litio deben ser lo suficientemente versátiles como para funcionar en diversas temperaturas, ya sea en climas fríos o en calor extremo. Este reto ha sido abordado por investigadores de la Universidad de San Diego (2022), quienes han desarrollado un nuevo tipo de baterías que harían posible que los vehículos eléctricos puedan viajar a lugares más lejanos con una sola carga en climas fríos. Además, estas baterías reducirían la necesidad de utilizar sistemas de enfriamiento para evitar sobrecalentamientos en climas cálidos. Este atributo de funcionamiento en altas temperaturas permite que el rendimiento de las baterías no se degrade, factor muy importante en comparación con las baterías tradicionales que podrían presentar problemas debido al calentamiento, ya sea solo por el paso de la corriente durante el funcionamiento. Asimismo, el problema de rendimiento podría empeorar si consideramos la ubicación de las baterías, que suelen estar debajo del piso, cerca de las carreteras que también se calientan en temperaturas altas. En la Figura 24 se muestran las pruebas de las celdas de las baterías en un horno calentado a 50 °C. Es importante destacar que el nuevo electrolito no solo es versátil y robusto en un amplio rango de temperaturas, sino que también es compatible con un ánodo y un cátodo de alta energía (University of California San Diego, 2022).

#### Figura 24

*Pruebas de celdas de las baterías*

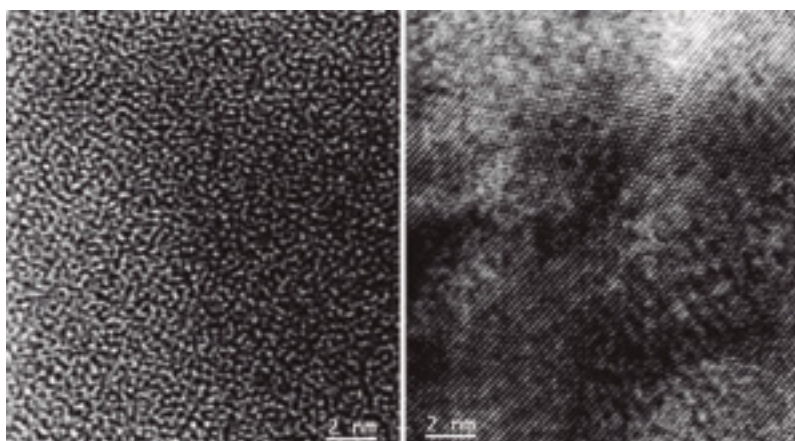


*Nota.* Rendimiento a alta temperatura de las celdas de la batería, que se están probando en un horno calentado a 50 °C. De *These Energy-Packed Batteries Work Well in Extreme Cold and Heat*, por Labios, L., 2022, University of California San Diego (<https://today.ucsd.edu/story/these-energy-packed-batteries-work-well-in-extreme-cold-and-heat>).

A pesar de los avances en los últimos años en las LIB en términos de eficiencia, aún enfrentan desafíos significativos, como conseguir una carga más rápida capaz de acelerar la adopción de vehículos eléctricos. Esta limitación ha motivado a los investigadores de la Universidad de California en San Diego y la Universidad Estatal de Boise a trabajar en un enfoque poco convencional, creando un nuevo compuesto de alto rendimiento para electrodos de batería conocido como pentóxido de niobio. Este compuesto tiene una nueva estructura cristalina que puede acelerar la carga al mismo tiempo que proporciona una buena capacidad de almacenamiento. En la Figura 25 se aprecia cómo el material del electrodo pasa de una disposición desordenada de átomos a una estructura cristalina ordenada (Matz, 2022).

### Figura 25

*Transformación del electrodo de una estructura desordenada de átomos a una estructura ordenada cristalina*



*Nota.* Imágenes producidas por microscopía electrónica de transmisión que verifican la transformación del material del electrodo desde una disposición desordenada de átomos (izquierda) a una estructura cristalina ordenada (derecha). De *Scientists use novel method to make promising battery material*, por Matz, M., 2022, Argonne National Laboratory (<https://www.anl.gov/article/scientists-use-novel-method-to-make-promising-battery-material>).

En los próximos años se anticipa una mayor demanda en la red eléctrica, y si no se toman medidas, podrían surgir problemas de disponibilidad para la carga de vehículos eléctricos. En ese sentido, los investigadores del Laboratorio Nacional de Energía Renovable (NREL, por sus siglas en inglés) están liderando el desarrollo de nuevos diseños de LIB para sistemas estacionarios de almacenamiento de energía, con el objetivo de garantizar que las fuentes de energía renovable estén disponibles cuando y donde se necesiten. Los sistemas estacionarios presentan patrones de carga y descarga diferentes a los de un vehículo eléctrico típico, lo que requiere ciertos materiales de LIB, como un ánodo de  $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$  (LTO) y un cátodo de  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$  (LMO), que puedan ofrecer seguridad y una larga vida útil de los sistemas.

No obstante, existen ciertos desafíos con las baterías LTO/LMO en los sistemas estacionarios, para lo que la investigación buscó identificar un punto óptimo para aprovechar las ventajas de la carga de electrodos y el aumento de las temperaturas para maximizar su rendimiento. En la Figura 26 se muestran baterías estacionarias que podrían brindar la oportunidad a los edificios de reducir su dependencia de la red eléctrica mediante el almacenamiento de energía que se puede aprovechar durante los momentos de máxima demanda (Martineau, 2022).

### Figura 26

#### Baterías estacionarias



*Nota.* Las baterías estacionarias permiten a los edificios reducir su dependencia de la red eléctrica al almacenar energía que puede utilizarse durante los momentos de máxima demanda. De *Battery Research Tackles New Challenges for Behind-the-Meter Stationary Storage Systems*, por Schroeder, D., 2022, National Renewable Energy Laboratory (<https://www.nrel.gov/news/program/2022/battery-research-tackles-new-challenges-for-behind-the-meter-stationary-storage-systems.html>).

### c) Más allá de LIB

Se han explorado nuevas opciones más allá de las baterías de iones de litio (LIB) debido a la escasez de litio en los últimos años. Diversas tecnologías se han investigado con los siguientes propósitos: i) cargar vehículos eléctricos con energía fotovoltaica; ii) desarrollar baterías de iones a partir de polvo de fluoruro de fosfato de sodio y vanadio para mejorar la capacidad de almacenamiento de energía; iii) crear un nuevo electrolito sólido a base de iones de sodio que permita la carga y descarga ultrarrápidas de la batería; iv) diseñar baterías acuosas con electrolitos a base de agua a precios más bajos; v) desarrollar baterías de iones de calcio de bajo costo y alto rendimiento; y vi) diseñar un nuevo electrolito de vítreo de sodio seguro, de bajo costo, de gran densidad energética y larga duración, como se aprecia en la Tabla 5.

**Tabla 5**

Tecnología: más allá de LIB

TITULAR	OBJETIVO	FUENTE
Carga de vehículos eléctricos con fotovoltaica en casa	Cargar vehículos eléctricos con energía fotovoltaica	Vogel (2022) TechXplore
Nuevo material impulsa a las baterías de iones de sodio a eliminar el costoso litio	Desarrollar baterías de iones a partir de polvo de fluoruro de fosfato de sodio y vanadio para mejorar la capacidad de almacenamiento de energía	Skolkovo Institute of Science and Technology (2022)
Discovery ofrece un camino hacia baterías recargables de sodio de estado sólido	Crear nuevo electrolito sólido a base de iones de sodio que permita cargas y descargas ultrarrápidas de la batería	National University of Singapore (2022)
Cargando el futuro con baterías acuosas modernas	Diseñar baterías acuosas a partir de electrolitos a base de agua a precios más bajos	Khan (2022) University of Houston
Las baterías de iones de calcio podrían ser el próximo gran avance para los autos eléctricos	Desarrollar baterías de iones de calcio de bajo costo y alto rendimiento	Labios (2022) Technology Networks (2022b)
Investigadores desarrollan electrolitos vítreos de sodio capaces de admitir almacenamiento de energía a escala de red de larga duración	Diseñar un nuevo electrolito de vítreo de sodio seguro, de bajo costo, de gran densidad energética y larga duración	Dhingra (2022) University of Houston

Nota. Adaptado de *Boletín de Vigilancia Tecnológica*, 2022 (<http://octi.concytec.gob.pe/index.php/boletin>).

En este contexto, una de las opciones es la propuesta de la Escuela Politécnica Federal (ETH, por sus siglas en inglés) de Zúrich. Según sus hallazgos de la investigación, es factible cargar los vehículos eléctricos utilizando su propia energía solar sin limitaciones significativas y sin necesidad de almacenamiento intermedio. Esta carga se hace posible gracias a una estrategia de *machine learning* que tiene como objetivo predecir el desempeño de los paneles solares y las acciones del usuario con la máxima precisión (Vogel, 2022).

El sodio, un metal alcalino mucho más abundante que el litio, se presenta como una alternativa viable para las baterías de vehículos eléctricos, como lo demuestra un estudio del Instituto de Ciencia y Tecnología de Skolkovo en 2022. En este estudio se han desarrollado baterías de iones utilizando polvo de fluoruro de fosfato de sodio y vanadio para mejorar la capacidad de almacenamiento de energía. El material utilizado en los cátodos de estas baterías garantiza una densidad de energía de la batería entre un 10 % y 15 % mejor que la de su competidor actual, además de ofrecer una vida útil más larga y mayor estabilidad (Skolkovo Institute of Science and Technology, 2022).

Otro estudio que involucra el uso del sodio es el de la Universidad Nacional de Singapur (2022), en el cual se ha desarrollado un nuevo electrolito sólido basado en iones de sodio que permite cargas y descargas ultrarrápidas de la batería. Los investigadores explican que el reto ha sido hallar opciones de estado sólido más seguras que puedan competir en rapidez de carga, durabilidad y capacidad de carga máxima. En este sentido, los científicos han presentado una nueva composición de estado sólido basada en electrolitos sólidos denominados NASICON (o superconductores iónicos de sodio). Para ello, como primer paso, desarrollaron un modelo teórico a escala atómica de la composición cerámica (electrolito sólido) de NASICON, utilizando supercomputadoras de alta potencia y algoritmos innovadores. Luego, la composición fue sintetizada, caracterizada y probada. En la Figura 27 se muestra cómo los investigadores están cargando el NASICON en la sonda de baja temperatura (National University of Singapore, 2022).

### Figura 27

*Nuevo electrolito sólido a base de iones de sodio*



*Nota.* Investigadores del Canepa Research Laboratory en NUS cargando el NASICON en la sonda de baja temperatura. De *Discovery offers path to safer sodium rechargeable batteries*, por National University of Singapore, 2022 (<https://cde.nus.edu.sg/news-detail/discovery-offers-path-to-safer-sodium-rechargeable-batteries/>).

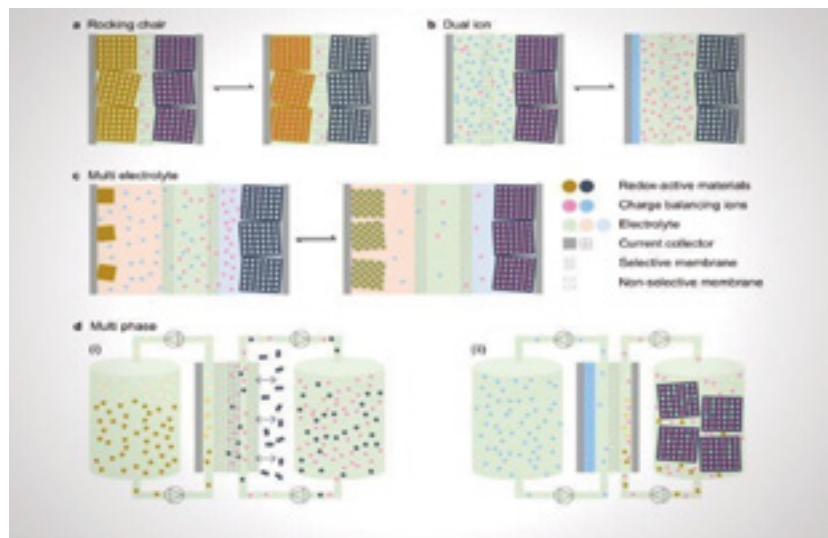
Con relación a las baterías que utilizan sodio, tenemos la investigación de la Universidad de Houston (2022). En este estudio se ha desarrollado un nuevo electrolito de vítreo de sodio, el cual es seguro, de bajo costo, tiene una gran densidad energética y una larga duración. Esta alternativa de baterías de sodio en estado sólido y azufre se presenta como una opción para el almacenamiento de energía a nivel de red. El desafío planteado por el nuevo electrolito

de vidrio de oxisulfuro se basó en la necesidad de desarrollar electrolitos de estado sólido para baterías de sodio con ciertas características deseables, como bajo costo, facilidad de fabricación y excelente estabilidad mecánica y química. No obstante, este nuevo electrolito ha logrado superar estos retos gracias a su microestructura, que ha permitido la creación de una estructura de vidrio completamente homogénea (Dhingra, 2022).

Otra forma de diseñar baterías es mediante electrolitos a base de agua, como propuso la Universidad de Houston en 2022. Su propuesta es altamente innovadora, ya que los equivalentes en baterías acuosas tradicionales no cumplen con los requisitos en términos de densidad de energía y potencia necesaria para aplicaciones a gran escala en el sector transporte. El objetivo de esta propuesta es ampliar la ventana de estabilidad electroquímica, de modo que permita que las baterías funcionen en un rango de voltaje más amplio, similar al de las baterías de iones de litio, pero de manera más segura al estar basadas en agua. Para alcanzar este objetivo, es necesario mezclar y unir los componentes de diversas maneras para crear numerosas combinaciones de reacciones y fases, como se muestra en la Figura 28 (Khan, 2022).

### Figura 28

*Combinaciones y fases al mezclar y unir componentes diversos*



*Nota.* El desarrollo de baterías acuosas que implica la mezcla y combinación de componentes para crear numerosas combinaciones de reacciones y fases. De *Charging the Future with Modern Aqueous Batteries*, por Khan, R., 2022, University of Houston (<https://uh.edu/news-events/stories/2022-news-articles/december-2022/12122022-aqueous-batteries.php>)

Otro material que se presenta como una alternativa a las LIB son las baterías de calcio. Este mineral alcalino es 10 000 veces más abundante que el litio, ya que sus reservas representan solo el 0.002 % de la corteza terrestre. En 2022, la Universidad Chung Ang ha desarrollado baterías de iones de calcio de bajo costo y alto rendimiento. Uno de los desafíos más importantes que enfrentan es la identificación de los materiales de cátodo (el terminal negativo) más apropiados para el almacenamiento y la liberación reversible y eficiente de calcio. Para abordar este reto, los investigadores adoptaron un enfoque sistemático, que incluyó la ejecución de simulaciones mecánicas cuánticas de alto rendimiento basadas en la teoría funcional de densidad (DFT, por sus siglas en inglés). Como resultado de esta investigación, los científicos identificaron el cobalto (Co) como un metal de transición muy adecuado para actuar como cátodo en una estructura a base de calcio con la fórmula  $\text{CaCo}_2\text{O}_4$  (Technology Networks, 2022b).

#### d) Ciberseguridad

Una investigación de la Universidad de Concordia revela cómo los ataques dirigidos a inversores inteligentes pueden adoptar múltiples formas de amenazas, incluso llegando al punto de interrumpir las comunicaciones, como se detalla en la Tabla 6. En este estudio se describe cómo uno de los recursos de energía distribuida (DER, por sus siglas en inglés) permite almacenar y devolver energía a las redes eléctricas, transformando la manera en que se utiliza la energía en el mundo. Los DER, que incluyen paneles solares domésticos y cargadores de vehículos eléctricos, dependen de dispositivos en el campo conocidos como inversores inteligentes para interactuar con las redes eléctricas. Estos dispositivos son susceptibles a ataques de diversas formas por parte de actores maliciosos, ya que dependen en gran medida de la información digital y la tecnología de las comunicaciones (Lejtenyi, 2022).

**Tabla 6**

*Tecnología: ciberseguridad*

TITULAR	OBJETIVO	FUENTE
Vulnerabilidad de los inversores inteligentes a los ataques cibernéticos debe identificarse y contrarrestarse	Describir cómo los ataques a los inversores inteligentes pueden adoptar múltiples formas de amenazas e interrumpir las comunicaciones	Lejtenyi (2022) Concordia University

*Nota.* Adaptado de *Boletín de Vigilancia Tecnológica*, 2022 (<http://octi.concytec.gob.pe/index.php/boletin>).

## e) Materiales

En los boletines VITEC 2022 se identificaron tres noticias relacionadas con materiales, que tienen como objetivos: i) fabricar la tetrataenita artificialmente para la elaboración de imanes de alto rendimiento utilizados en los vehículos eléctricos; ii) fabricar automóviles eléctricos más ligeros y económicos a partir de los residuos de petróleo; y iii) producir un nanomotor eléctrico con material de ADN, como se presenta en la Tabla 7.

**Tabla 7**

*Tecnología: materiales*

TITULAR	OBJETIVO	FUENTE
Nuevo enfoque para la fabricación de 'imanes cósmicos' podría reducir la dependencia de las tierras raras en las tecnologías bajas en carbono	Fabricar la tetrataenita artificialmente para la elaboración de imanes de alto rendimiento utilizados en los vehículos eléctricos	University of Cambridge (2022b)
¿Podríamos fabricar automóviles con residuos de petróleo?	Fabricar automóviles eléctricos más ligeros y económicos a partir de los residuos de petróleo	Chandler (2022) Massachusetts Institute of Technology
Primer nanomotor eléctrico fabricado con material de ADN	Producir un nanomotor eléctrico con material de ADN	Technical University of Munich (2022)

*Nota.* Adaptado de *Boletín de Vigilancia Tecnológica*, 2022 (<http://octi.concytec.gob.pe/index.php/boletin>).

Entre los nuevos materiales que podrían utilizarse en la industria de vehículos eléctricos se encuentra la tetrataenita, como se describe en la investigación de la Universidad de Cambridge (2022), la cual se ilustra en la Figura 29. En este estudio se ha descubierto un nuevo método potencial para fabricar imanes de alto rendimiento que podrían utilizarse en automóviles eléctricos sin depender de elementos de tierras raras. Los investigadores han hallado una forma innovadora de crear un posible reemplazo para los imanes de tierras raras, la tetrataenita, un “imán cósmico” que normalmente se forma en meteoritos durante millones de años. Estos imanes de alto rendimiento son tecnológicamente esenciales para la construcción de una economía con bajas emisiones de carbono y son los mejores imanes permanentes disponibles en la actualidad, ya que contienen elementos de tierras raras. Así, al mezclar hierro, níquel y fósforo en las cantidades adecuadas, los investigadores lograron acelerar la formación de tetrataenita en aproximadamente 11 a 15 órdenes de magnitud, de modo que se pudiera producir en unos pocos segundos mediante un proceso de fundición simple (University of Cambridge, 2022b).

**Figura 29**

*Fragmento de tetrataenita*



*Nota.* Fragmento de tetrataenita encontrado en Nuevo Mercurio, Zacatecas, México. De *New approach to 'cosmic magnet' manufacturing could reduce reliance on rare earths in low-carbon technologies*, por Lavinsky, R., 2022, University of Cambridge (<https://www.cam.ac.uk/research/news/new-approach-to-cosmic-magnet-manufacturing-could-reduce-reliance-on-rare-earths-in-low-carbon>).

Otro material que puede utilizarse en la industria de vehículos eléctricos es el residuo de petróleo, como se menciona en la investigación del Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT). Una nueva metodología para la producción de fibra de carbono, que se muestra en la Figura 30, tiene el potencial de transformar los subproductos de las refinerías en materiales estructurales ultraligeros de alto valor para su aplicación en automóviles, aviones y naves espaciales. Los investigadores del MIT, junto con otras instituciones, han desarrollado un proceso para fabricar estas fibras livianas a partir de una materia prima ultrabarata (Chandler, 2022).

**Figura 30**

*Fibras de carbono*



*Nota.* Círculo compuesto por fibras de carbono con un diámetro de aproximadamente diez micrómetros. De *Could we make cars out of petroleum residue?*, por Chandler, D. L., 2022, Massachusetts Institute of Technology (<https://news.mit.edu/2022/carbon-fiber-lightweight-materials-0318>).

Asimismo, se ha logrado desarrollar el primer nanomotor eléctrico fabricado con material de ADN. Un equipo de investigación dirigido por la Universidad Técnica de Múnich (TUM, por sus siglas en inglés) ha logrado producir por primera vez un motor eléctrico molecular utilizando el método de plegado de ADN conocido como origami. Esta diminutiva máquina, hecha de material genético, es capaz de autoensamblarse y convertir la energía eléctrica en cinética. Estos nanomotores pueden encenderse y apagarse, y los investigadores tienen la capacidad de controlar tanto la velocidad como la dirección de rotación (Technical University of Munich, 2022).

### Figura 31

*Nuevo nanomotor fabricado con material de ADN*



*Nota.* Nuevo nanomotor fabricado con material de ADN compuesto por tres componentes: una base, una plataforma y un brazo de rotor. De *First electric nanomotor made from DNA material*, por Technical University of Munich, 2022 (<https://www.tum.de/en/about-tum/news/press-releases/details/37521>). Imagen de Anna-Katharina Pumm, TUM.

### f) Pilas de combustible de hidrógeno

Con relación al combustible de hidrógeno, la Universidad de Alberta ha desarrollado una investigación en el campo de los vehículos eléctricos impulsados por hidrógeno, ofreciendo una alternativa ecológica en el sector del transporte (Tabla 8). En el estudio se destaca que los vehículos de hidrógeno siguen siendo una tecnología emergente con un gran potencial para reducir las emisiones aplicando métodos como el reformado autotérmico (ATR, por sus siglas en inglés), en combinación con la captura y el almacenamiento de carbono en la producción de hidrógeno. Este proceso emite menos gases de efecto invernadero (GEI) en contraste con otros métodos actuales. Gracias a su alta eficiencia en la captura de carbono, esta tecnología

resulta en emisiones de GEI más bajas a diferencia de los vehículos eléctricos alimentados por la red eléctrica convencional durante su ciclo de vida (Betkowski, 2022a).

**Tabla 8**

*Tecnología: pilas de combustible de hidrógeno*

TITULAR	OBJETIVO	FUENTE
Vehículos eléctricos y de hidrógeno ofrecerán una oferta ecológica para el sector transporte en las carreteras de Alberta	Analizar el potencial de los vehículos de hidrógeno (H) en la ciudad de Alberta, considerando el uso de métodos como el reformado autotérmico (ATR), y la captura y el almacenamiento de carbono para producir H	Betkowski (2022a) University of Alberta

*Nota.* Adaptado de *Boletín de Vigilancia Tecnológica*, 2022 (<http://octi.concytec.gob.pe/index.php/boletin>).

### g) Seguridad

Este aspecto también es importante debido a que permite reducir los riesgos de electrocución en vehículos eléctricos mediante una nueva tecnología. Por ello, un equipo de investigadores de la Universidad de York desarrolló una tecnología innovadora para demostrar su eficacia en la reducción del riesgo de electrocución tanto para los conductores como para los pasajeros de vehículos eléctricos, como resultado de los daños sufridos por los automóviles en accidentes de tráfico significativos, como se describe en la Tabla 9 (University of York, 2022).

**Tabla 9**

*Tecnología: seguridad*

TITULAR	OBJETIVO	FUENTE
Disminución de riesgo de electrocución por vehículos eléctricos con nueva tecnología	Mejorar la seguridad reduciendo el voltaje a 60 V en menos de 5 segundos en caso de daño a los circuitos	University of York (2022)

*Nota.* Adaptado de *Boletín de Vigilancia Tecnológica*, 2022 (<http://octi.concytec.gob.pe/index.php/boletin>).

## h) General

Además, se han llevado a cabo diez investigaciones que abarcan diversos aspectos clave de la industria de vehículos eléctricos, cada una con sus propios objetivos: i) determinar los factores cognitivos que todavía disuaden a muchas personas de cambiarse a los vehículos eléctricos (VE); ii) desarrollar un modelo probabilístico para predecir y gestionar el crecimiento de la carga de vehículos eléctricos; iii) analizar el rol de los gobiernos para estimular el uso de VE; iv) evaluar el impacto ambiental de los VE; v) analizar el recorrido máximo de un VE sin necesidad de recargar en el camino; vi) estudiar la reducción de emisiones de carbono al cambiar de un vehículo de combustión a un VE; vii) planificar el sistema de distribución de electricidad considerando el crecimiento en las ventas de VE; viii) investigar la carga inalámbrica de VE; ix) diseñar una estrategia competitiva con bajos precios para cargas inalámbricas en carreteras; y x) desarrollar un nuevo electrolito de vítreo de sodio seguro, de bajo costo, de alta densidad energética y larga duración, como se detalla en la Tabla 10.

**Tabla 10**

*Tecnología: general*

TITULAR	OBJETIVO	FUENTE
Cómo un sesgo cognitivo está bloqueando el auge de los vehículos eléctricos	Determinar los factores cognitivos que todavía disuaden a muchas personas de cambiarse a los vehículos eléctricos	Université of Genève (2022)
Cómo predecir y gestionar el crecimiento de la carga de vehículos eléctricos para mantener las redes eléctricas fiables y asequibles	Desarrollar un modelo probabilístico para predecir y gestionar el crecimiento de la carga de VE	Moses (2022) Stanford University
¿Son las ciudades la clave de la revolución del vehículo eléctrico?	Analizar el rol de los gobiernos para estimular el uso de VE	Newcastle University (2022)
Verificación de la realidad: más vehículos eléctricos podrían significar menos emisiones	Evaluar el impacto ambiental de los VE	Stone (2022) Rocky Mountain Institute
Vehículos eléctricos superan la prueba de carretera a distancia	Analizar el recorrido máximo de un VE sin necesidad de recargar en el camino	Fagan (2022) Australian National University
Emisiones de carbono y su relación con la cadena de suministro de comestibles	Estudiar la reducción de emisiones de carbono al cambiar de un vehículo de combustión a un VE	University of Michigan (2022)
Planificación estratégica podría maximizar los beneficios de la integración de vehículos eléctricos en los sistemas de distribución de electricidad	Planificar el sistema de distribución de electricidad considerando el crecimiento en las ventas de VE	Panossian (2022) The National Renewable Energy Laboratory
Estudio conceptualiza carreteras de carga inalámbrica	Investigar la carga inalámbrica de VE	Gillespie (2022) Cornell University

TITULAR	OBJETIVO	FUENTE
Mantener la electricidad asequible en autopistas de carga inalámbricas	Diseñar una estrategia competitiva con bajos precios para cargas inalámbricas en carreteras	Friedlander (2022) Cornell University
Descubrimiento abre la vía a pilas recargables de sodio más seguras	Desarrollar un nuevo electrolito de vítreo de sodio seguro, de bajo costo, de alta densidad energética y larga duración	National University of Singapore (2022)

Nota. Adaptado de *Boletín de Vigilancia Tecnológica*, 2022 (<http://octi.concytec.gob.pe/index.php/boletin>).

Por otro lado, la Universidad de Stanford está llevando a cabo una investigación sobre cómo predecir y gestionar el crecimiento de la carga de vehículos eléctricos para mantener las redes eléctricas fiables y asequibles. Para ello ha desarrollado un modelo probabilístico escalable diseñado para satisfacer la demanda, el cual puede aplicarse a una variedad flexible de poblaciones y considerar una amplia gama de factores. El objetivo principal de este modelo es brindar a los planificadores de redes y a los responsables de la formulación de políticas la información necesaria para responder a preguntas clave como dónde, cuándo, cómo, cuánto y con qué frecuencia cargarán los conductores de vehículos eléctricos (Moses, 2022).

También se dispone de investigaciones de la Universidad de Newcastle que analizaron los factores fundamentales que podrían convertir a las ciudades en impulsoras de la revolución de los vehículos eléctricos. Para ello es necesaria la implementación de políticas e incentivos locales que fomenten una adopción más amplia de los VE. Por otro lado, en un estudio de la Universidad Nacional de Australia se describe cómo los vehículos eléctricos pueden cubrir las distancias requeridas para acceder a los servicios esenciales en regiones remotas y rurales de Australia (Newcastle University, 2022b; Fagan, 2022).

Asimismo, la investigación de la Universidad de Michigan describe cómo los vehículos eléctricos se han convertido en una opción más favorable para las entregas de productos a domicilio debido a la pandemia de COVID-19 (University of Michigan, 2022).

Finalmente, es importante mencionar las investigaciones de la Universidad de Cornell. Uno de estos estudios tiene como objetivo diseñar una estrategia competitiva para la carga inalámbrica de bajo costo en carreteras. En otro estudio se enfocan en la conceptualización de carreteras eficientes en términos de energía, destacando que el control eficiente del sistema de almacenamiento de energía no solo reduce los costos de energía de todo el sistema de carga inalámbrica en carreteras, sino que también alivia la presión sobre la red eléctrica existente (Gillespie, 2022b; Friedlander, 2022).





**2**

**ANÁLISIS DE  
TENDENCIAS A  
PARTIR DE PATENTES  
VITEC 2022**

## 2.1. Análisis

El análisis de patentamiento de tendencias tecnológicas se ha desarrollado a partir de las patentes identificadas en los 51 boletines VITEC 2022. Para ello se han utilizado diversas herramientas, como VOSviewer y Orange.

Los resultados de la exploración de las patentes identificadas en Espacenet y WIPO en los 51 boletines VITEC 2022 se presentan en la Figura 32. Para este propósito se utilizó la herramienta Orange. Las palabras con mayor frecuencia de aparición incluyen *datos*, *sistema (sistemas)*, *método (métodos)*, *dispositivo*, *inteligencia artificial*, *usuario*, *modelo (modelos)*, *pluralidad*, *imagen (imágenes)*, *red*, *control*, *machine learning*, *procesamiento*, *dispositivos*, *proporcionar*, *detección*, *entrenamiento*, *comunicación*, *paciente* y *blockchain*.

Los términos con mayor número de apariciones, como *sistemas*, *métodos*, *dispositivos* y *modelos*, están estrechamente relacionados con las categorías de invenciones que la WIPO estableció en 2022. Estas categorías incluyen i) reivindicaciones asociadas a lo intangible (métodos y procesos) y ii) reivindicaciones relacionadas con lo tangible (dispositivos y aparatos). Además, estas palabras están alineadas con las pautas mencionadas por INDECOPI en 2017 sobre lo que se puede patentar, como *máquina*, *herramienta*, *dispositivo*, *sistema*, *procedimiento*, *proceso* o *método*, etc.

### Figura 32

Nube de palabras generada a partir de las patentes de los boletines VITEC 2022



Nota. Imagen que muestra la frecuencia del uso de palabras clave en las patentes de los boletines VITEC 2022, aplicando la herramienta Orange. De Orange Data Mining, 2022 (<https://orangedatamining.com/>). De *Boletín de Vigilancia Tecnológica*, por CONCYTEC, s. f. (<http://octi.concytec.gob.pe/index.php/boletin>).



De los clústeres mencionados en el párrafo anterior se destacan las aplicaciones de tres tecnologías emergentes: *machine learning*, *blockchain* e *inteligencia artificial*. En ese sentido, se aplicará una exploración más detallada de las patentes relacionadas con estas tecnologías. La inteligencia artificial ha experimentado un mayor crecimiento en los últimos años, con un incremento promedio de patentes del 718 % entre 2016 y 2020, según las registradas en 2022 en WIPO. Se han inscrito un total de 21 500 patentes en inteligencia artificial con la ecuación de búsqueda FP:("artificial intelligence") AND DP: [2022 TO 2022]; 21 618 en *machine learning* con FP:("machine learning") AND DP: [2022 TO 2022]; y 5499 en *blockchain* con FP:("blockchain") AND DP: [2022 TO 2022]. Estos resultados son ligeramente superiores a los obtenidos en Espacenet, en el que se encontraron 20 495 patentes en inteligencia artificial con la ecuación de búsqueda: ab = "artificial intelligence" AND pd = "2022"; 16 020 en *machine learning* con ab = "machine learning" AND pd = "2022"; y 3431 en *blockchain* con ab = "blockchain" AND pd = "2022" (WIPO, 2023; Espacenet, 2023).

## 2.2. Patentamiento en inteligencia artificial

Como se mencionó en la sección anterior, la inteligencia artificial es una de las tecnologías de mayor crecimiento en patentamiento en los últimos años. Según WIPO, durante 2022, este liderazgo ha sido ocupado por China con 12 812 patentes, seguida de Estados Unidos con 2362 y la India con 2282. Entre las principales empresas se encuentran Baidu (Beijing Baidu Netcom Science and Tech Co Ltd y Beijing Baidu Network Communication Science and Tech Limited Company) con 1606 patentes, Huawei con 636, Tencent (Tencent Tech [Shenzhen] Co Ltd y Tencent Science and Tech (Shenzhen) limited company) con 572, Ping and Tech (Shenzhen) Co Ltd con 521, Bank of China Co Ltd con 260 y Samsung Electronics Co Ltd con 227.

Las compañías que han solicitado más patentes en 2022 se ubican en China y Corea del Sur. Además, es importante mencionar que tres de ellas tienen su sede (*headquarter*) en Shenzhen (Huawei, Tencent y Ping and Tech), con un total de 1729 patentes. Asimismo, según la Clasificación Internacional de Patentes (código CIP), se destaca que los dos códigos más prominentes son G06N "Sistema de computadoras basados en modelos de cálculo específicos" con 7359 patentes y G06F "Procesamiento eléctrico de datos digitales" con 6723.

Después de haber mencionado los resultados a nivel de patentamiento durante 2022 según WIPO, se analizaron las patentes relacionadas con inteligencia artificial en los boletines VITEC 2022 y se obtuvo un total de 180 patentes. Entre las palabras que destacan, como se puede observar en la figura, se encuentran *datos*, *sistemas*, *método*, *usuario*, *pluralidad*, *paciente*, *machine learning (ML)*, *dispositivo* e *imágenes*. Asimismo, en línea con el sexto clúster (en color celeste) de la Figura 34, se puede concluir que una de las temáticas de patentamiento con mayor incidencia es la denominada "Inteligencia artificial en el monitoreo del paciente".



TITULAR	ZONA	TIPO DE PATENTE	OBJETIVO
Sistema de detección y diagnóstico de enfermedades oculares con inteligencia artificial basado en un robot oftálmico	Ojos	Sistema	Detectar y diagnosticar enfermedades oculares mediante un robot oftálmico e IA
Método para el diagnóstico precoz del cáncer de páncreas utilizando la técnica de análisis Raman de inteligencia artificial	Páncreas	Método	Diagnosticar el cáncer de páncreas de manera temprana usando IA y análisis de Raman
Sistema y método para un robot de rehabilitación de tobillo portátil	Tobillo	Sistema y método	Controlar de manera remota los procesos de fisioterapia y rehabilitación de tobillos en pacientes con parálisis parcial o total a través de un robot e IA
Dispositivo de robot de baño		Dispositivo	Desinfectar y esterilizar a pacientes de manera automática mediante un robot e IA
Sistema y método para determinar las mejores prácticas para terceros que acceden a una red de salud		Sistema y método	Determinar las mejores prácticas para pacientes que acceden a una red de atención médica utilizando IA
Modelado de inteligencia artificial para análisis de distribución de dosis de radioterapia	General	Método	Optimizar el tratamiento de radioterapia a través de IA
Evaluación del paciente basado en inteligencia artificial		Sistema	Evaluar a un paciente utilizando IA
Sistema de monitoreo de caídas de pacientes		Sistema	Monitorear las caídas de los pacientes mediante sensores e IA
Detección de marcha anormal basada en la estimación de la postura humana 2D		Sistema y método	Detectar malas posturas del paciente al caminar con ayuda de IA

Nota. Adaptado de *Boletín de Vigilancia Tecnológica*, 2022 (<http://octi.concytec.gob.pe/index.php/boletin>).

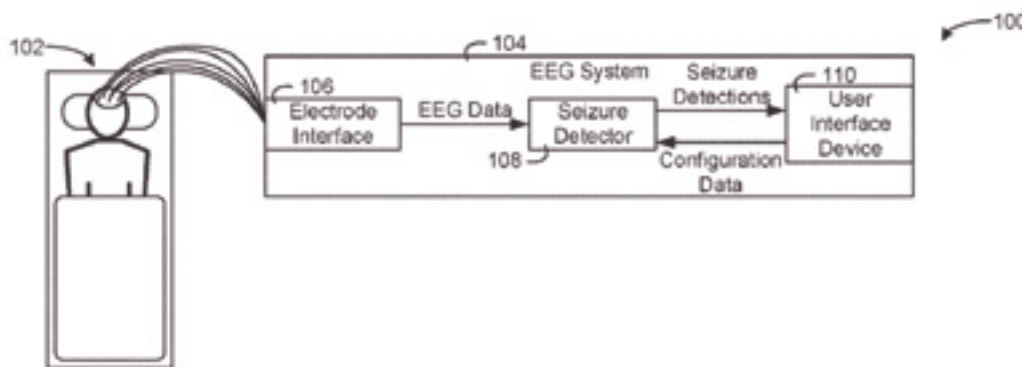
En la Tabla 11 se detalla cómo la inteligencia artificial puede ser utilizada en diferentes partes del cuerpo de los pacientes, como la boca, el cerebro, la columna vertebral, la nariz, los ojos, el páncreas y el tobillo. Sus principales objetivos son i) generar automáticamente un informe dental del paciente mediante IA y un dispositivo de escaneo portátil; ii) detectar convulsiones a partir de la actividad eléctrica del cerebro del paciente mediante IA; iii) determinar la probabilidad de una respuesta favorable del paciente a un procedimiento de neuromodulación espinal mediante IA; iv) implementar automáticamente una imagen 3D que incluya piel, hueso y cartílago de la región nasal del paciente usando IA; v) detectar y diagnosticar enfermedades oculares mediante un robot oftálmico e IA; vi) diagnosticar el cáncer de páncreas de manera temprana usando IA y análisis de Raman; y vii) controlar de manera remota los procesos de fisioterapia y rehabilitación de tobillos en pacientes con parálisis parcial o total a través de un robot e IA.

Asimismo, la IA tiene un gran potencial para ayudar a los pacientes mediante una variedad de dispositivos, sistemas y métodos en todo el cuerpo humano. De esta manera, se podrían llevar a cabo las siguientes acciones: i) desinfectar y esterilizar a pacientes de manera automática mediante un robot e IA; ii) determinar las mejores prácticas para pacientes que acceden a una red de atención médica con la asistencia de IA; iii) optimizar el tratamiento de radioterapia a través de IA; iv) evaluar a un paciente utilizando IA; v) monitorear las caídas de los pacientes mediante sensores de IA; y vi) detectar malas posturas del paciente al caminar con ayuda de IA.

En las patentes analizadas se puede observar que en varias de ellas la IA trabaja en conjunto con algún hardware, como robots o sensores. A continuación, se presenta un ejemplo de patente que busca detectar convulsiones a partir de un análisis estadístico realizado con IA. En este caso el paciente utiliza un dispositivo que consta de circuitos que transmiten señales de electroencefalograma (EEG) generadas a partir de la actividad eléctrica del cerebro. Puede apreciarse un esquema de funcionamiento en la Figura 35 (Hecox, 2022).

**Figura 35**

*Dispositivo de transmisión de señales de electroencefalograma (EEG)*

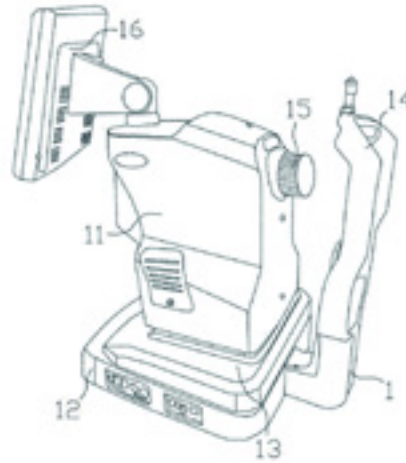


*Nota.* Diagrama de bloques de un sistema remoto basado en la nube que incluye el detector de ataques. De1. WO2022055858 - *Systems and methods for seizure detection with a statistical analysis and an artificial intelligence analysis*, por Hecox, 2022, WIPO IP Portal ([https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=WO2022055858&\\_cid=P21-LOVXJD-87007-3](https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=WO2022055858&_cid=P21-LOVXJD-87007-3)).

Otra patente que usa IA y hardware (un robot) es aquella que permite detectar y diagnosticar enfermedades oculares. Para ello utiliza, además de la IA, un robot oftálmico. Esta patente comprende un módulo de análisis de posicionamiento del ojo humano, recopilación de información de imágenes, monitoreo de calidad de imagen mediante IA, análisis y diagnóstico de enfermedades oculares, gestión de almacenamiento de datos y control de ejecución (Chen et al., 2022).

**Figura 36**

Esquema de un robot oftálmico

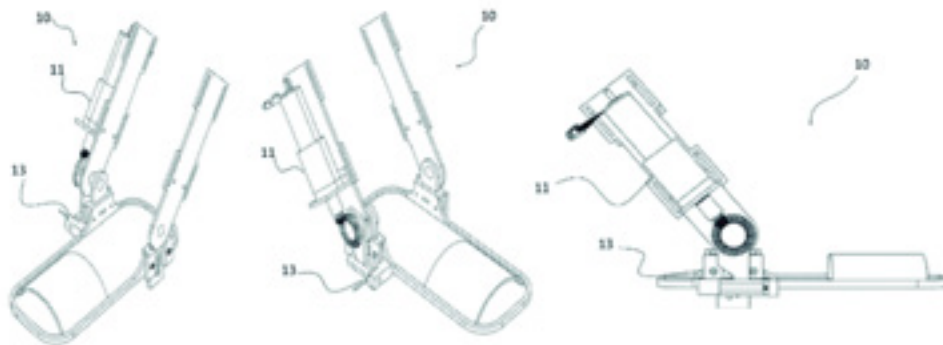


Nota. Diagrama esquemático de la estructura completa de un robot oftálmico de mesa. De 1. US20220079429 - Artificial intelligence eye disease screening and diagnostic system based on ophthalmic robot, por Chen et al., 2022, WIPO IP Portal ([https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=US354527008&\\_cid=P21-L14LU1-85500-1](https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=US354527008&_cid=P21-L14LU1-85500-1)).

Otra patente que utiliza la robótica es aquella que permite controlar de manera remota los procesos de fisioterapia y rehabilitación mediante un robot e IA. La patente se centra en el uso de un robot de rehabilitación portátil en pacientes con parálisis parcial o total, especialmente en aquellos con parálisis cerebral, que puede ser controlado de manera remota. Este robot, ajustable al tamaño de las extremidades del paciente, es capaz de realizar movimientos de flexión plantar y dorsiflexión del tobillo, así como estiramientos pasivos, ejercicios isométricos e isotónicos (Akdogan et al., 2022).

**Figura 37**

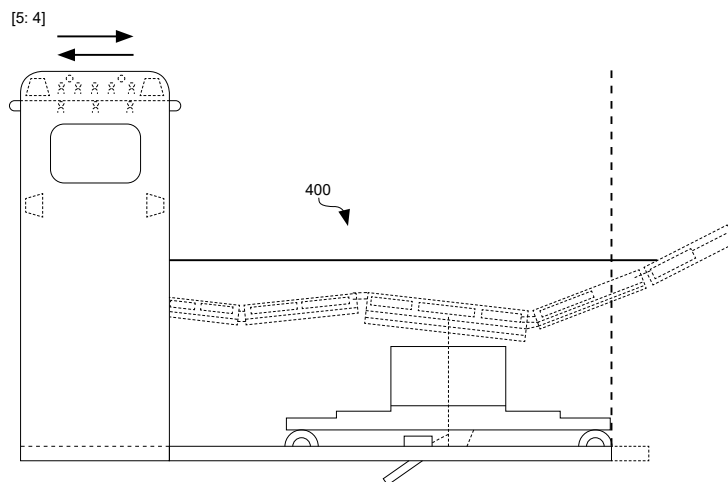
Vista de un robot de rehabilitación portátil desde diferentes ángulos



Nota. Representación gráfica de un robot de rehabilitación portátil desde distintas perspectivas. De 1. WO2022125017 - A system for a wearable ankle rehabilitation robot and a method thereof, por Akdogan et al., 2022, WIPO IP Portal ([https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=WO2022125017&\\_cid=P10-L4H5BU-58350-1](https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=WO2022125017&_cid=P10-L4H5BU-58350-1)).

**Figura 38**

Vista lateral izquierda de un robot de baño



Nota. Ilustración de un robot de baño. De I. WO2022005162 - *Bathing robot device*, por Ko et al., 2022, WIPO IP Portal ([https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2022005162&\\_cid=P22-KYACQG-46960-3](https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2022005162&_cid=P22-KYACQG-46960-3)).

## 2.3. Patentamiento en *machine learning*

*Machine learning* es otra tecnología que presenta una cantidad de patentes muy similar a la inteligencia artificial en 2022. Según WIPO (2022), los países líderes en este campo son Estados Unidos con 7461 patentes, seguido de China con 4653 e India con 2142. Entre las principales compañías, se destacan IBM con 500 patentes, Google con 360, Microsoft con 306, Capital One Services con 200, Samsung con 188, Qualcomm con 169, Ericsson con 149, Intel con 142, Bosch con 140 y Amazon con 136 patentes. De las diez compañías que más patentan en *machine learning*, 7 son de Estados Unidos.

Asimismo, de acuerdo con la Clasificación Internacional de Patentes (código CIP), destacan dos categorías: el código G06N "Sistema de computadoras basados en modelos de cálculo específicos" con 12 761 patentes y el código G06F "Procesamiento eléctrico de datos digitales", que acumula 6137 patentes.

Después de haber mencionado los resultados a nivel de patentamiento durante 2022 según WIPO, se procedió a analizar las patentes relacionadas con *machine learning* en los boletines VITEC 2022. Se identificaron un total de 59 patentes, y entre las palabras que sobresalen, como se muestra en la Figura 39, se encuentran *datos*, *sistema (sistemas)*, *modelo (modelos)*, *método*, *usuario*, *inteligencia artificial*, *dispositivo*, *pluralidad*, *entrenamiento*, *red*, *predicción* y *detección*. Asimismo, en concordancia con el primer clúster (en color rojo) de la Figura 33, uno de los tópicos de patentamiento más frecuentes es la "Detección de eventos y objetos mediante *machine learning*".



TITULAR	SECTOR	TECNOLOGÍAS RELACIONADAS	OBJETIVO
Corrección de errores de red mediante algoritmos		ML/Big data	Detectar y corregir de manera proactiva los errores de traspaso de señal en una red de comunicación inalámbrica mediante IA, ML y big data
Comentarios del público para grandes eventos en <i>streaming</i>	TIC	ML/IA	Proporcionar una manera de detectar emociones en tiempo real durante eventos de transmisión en vivo y mejorar la interacción entre los espectadores y los proveedores de contenido
Método y sistema basado en terminal móvil para la detección en interiores y exteriores		ML/GPS/WiFi	Presentar un método y sistema basado en un terminal móvil para distinguir si el dispositivo se encuentra en interiores o exteriores utilizando datos de posicionamiento GPS y/o WiFi y ML

Nota. Adaptado de *Boletín de Vigilancia Tecnológica*, 2022 (<http://octi.concytec.gob.pe/index.php/boletin>).

En la Tabla 12 se destaca la interacción de la tecnología *machine learning* (ML) con diversas tecnologías complementarias, como inteligencia artificial (IA), big data, redes neuronales, IoT, tecnologías inalámbricas (WiFi) y GPS. Asimismo, se ilustra su aplicación en variados sectores económicos, que incluyen automatización industrial, robótica, salud, seguridad y vigilancia. Entre sus principales objetivos están i) desarrollar un dispositivo de detección de posición de objetos en situaciones complejas mediante ML; ii) detectar y corregir la desviación del modelo de IA y ML para la automatización de procesos robóticos; iii) diseñar un sistema basado en ML capaz de detectar enfermedades como COVID-19, hongo negro y hongo blanco mediante el procesamiento de imágenes de tomografía computarizada; y iv) desarrollar un método para detectar eventos de engaño basado en la información ocular de un sujeto utilizando técnicas de procesamiento de señales, ML y redes neuronales convolucionales.

En el sector de las TIC, específicamente en redes de comunicaciones móviles y contenidos en *streaming*, se vislumbra su aplicación con los siguientes objetivos: i) detectar y corregir de manera proactiva los errores de traspaso de señal en redes de comunicación inalámbrica mediante IA, ML y big data; ii) facilitar la detección de emociones en tiempo real durante eventos de transmisión en vivo para mejorar la interacción entre los espectadores y los proveedores de contenido; iii) presentar un método y sistema basado en un terminal móvil que permita distinguir si el dispositivo se encuentra en interiores o exteriores, utilizando datos de posicionamiento GPS y/o WiFi y ML.

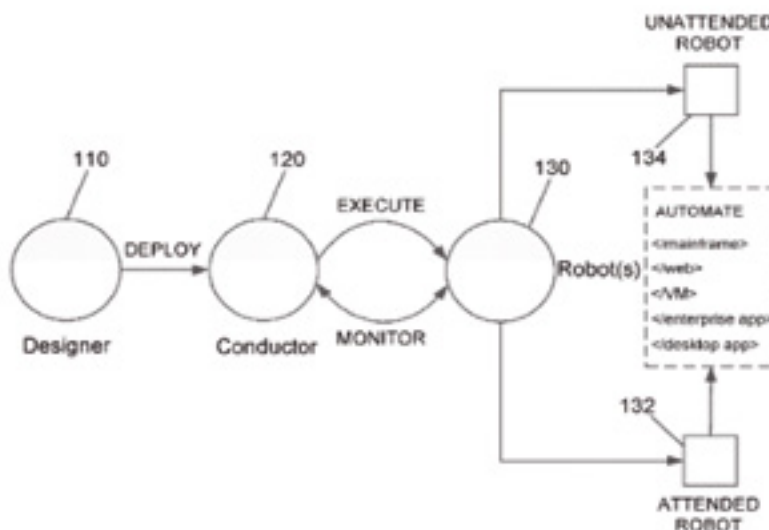
Es importante destacar la patente “Dispositivo y método de detección de posición de un objeto” mencionada en la Tabla 12. Esta tecnología parece tener un gran potencial en el sector de automatización industrial al permitir la detección precisa de objetos en entornos complejos. Su capacidad para detectar objetos con alta precisión, incluso en escenarios donde múltiples objetos están muy cercanos y causan interferencia entre las ondas reflejadas, es especialmente

valiosa. Los componentes clave de este dispositivo son la unidad de procesamiento, unidad de detección, unidad de visualización, unidad de almacenamiento, unidad de conversión, unidad de diferencia horaria, unidad de comparación y modelo de *machine learning* (Kubo et al., 2022).

En el ámbito de la robótica se cuenta con la patente “Modelo de inteligencia artificial/ *machine learning* para la detección y corrección de derivas para la automatización de procesos robóticos”. El diagrama de este sistema de automatización robótica de procesos (RPA) se presenta en la Figura 40 (Singh et al., 2022).

**Figura 40**

Diagrama de un sistema de automatización robótica de procesos (RPA)



Nota. Diagrama arquitectónico que ilustra un sistema de automatización de procesos robóticos (RPA). De 1. WO2022019934 - *Artificial intelligence / machine learning model drift detection and correction for robotic process automation*, por Singh et al., 2022, WIPO IP Portal. ([https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2022019934&\\_cid=P22-KZ77QL-12323-7](https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2022019934&_cid=P22-KZ77QL-12323-7))

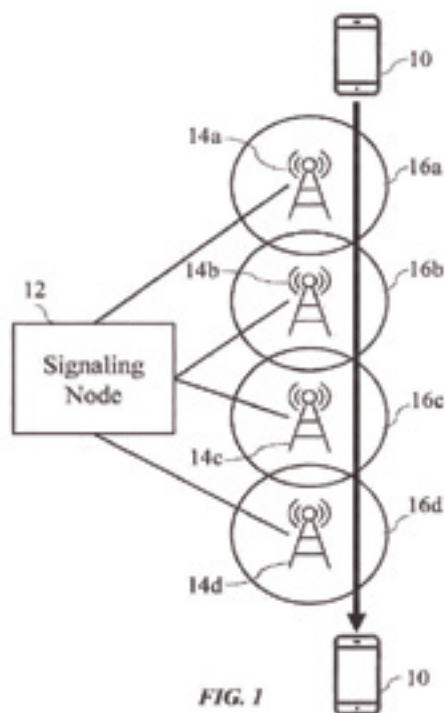
En el campo de la salud se ha registrado la patente “Sistema basado en inteligencia artificial, IoT y aprendizaje profundo para la detección de enfermedades como el COVID-19, hongo negro y hongo blanco”. El objetivo principal de este sistema es detectar dichas enfermedades mediante el procesamiento de imágenes obtenidas de tomografías computarizadas. El sistema propuesto comprende varios componentes clave, que incluyen un módulo de recepción de imágenes, una unidad de procesamiento de imágenes destinada a realizar un procesamiento de refuerzo de límites y reducción de ruido en imágenes de películas de tomografía computarizada (TC), una unidad informática, una unidad de comunicación utilizada para comunicar la información procesada a un dispositivo informático externo, y una unidad de visualización utilizada para mostrar los resultados de detección (Tharewal et al., 2022).

En el sector de seguridad se ha patentado “Sistema ocular para detección de engaños”, que permite la evaluación del riesgo operativo y la optimización del aprendizaje. Este método se basa en la información captada de los ojos de un sujeto, la cual es proporcionada por una cámara de video. Esta información se procesa mediante redes neuronales convolucionales y algoritmos de *machine learning* (Bowden et al., 2022).

En el entorno de las TIC se destaca la patente “Corrección de errores de red mediante algoritmos”, que permite detectar y corregir de manera proactiva los errores de traspaso de señal (handover) en una red de comunicación inalámbrica mediante inteligencia artificial, *machine learning* y big data. En la Figura 41 se presenta una diagramación del handover (Pradhan & Venkataraghavan, 2022).

**Figura 41**

*Handover de equipos de usuario en celdas inalámbricas*



*Nota.* Ilustración de un traspaso de equipo de usuario en celdas inalámbricas. De 1. WO2022191889 - *Correction of network errors using algorithms*, por Pradhan, V. & Venkataraghavan, K., 2022, WIPO IP Portal ([https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2022191889&\\_cid=P22-LH159P-07343-1](https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2022191889&_cid=P22-LH159P-07343-1)).

## 2.4. Patentamiento en *blockchain*

*Blockchain* es una tecnología emergente que registró un total de 5499 patentes en 2022. Según datos de WIPO (2022), los principales países líderes en la presentación de estas patentes fueron Estados Unidos con 1582, seguido por China con 1155 e India con 871. Entre las principales compañías que se destacaron en el registro de patentes relacionadas con *blockchain* se encuentran Nchain [Suiza] (Nchain Licensing AG, Nchain Holdings Limited y Nchain Holdings Ltd), que registró un total de 376 patentes, Alipay (Alipay Information [Hangzhou] Tech Co Ltd y Alipay Hangzhou Inf Tech Co Ltd) con 311, Ant Blockchain Tech [Hangzhou] con 267, Ping An Tech [Shenzhen] Co Ltd con 195, IBM [USA] con 135, One Connect Smart Tech Co Ltd [Shenzhen] con 83 y State Farm Mutual Automobile Insurance Company [USA] con 51 patentes. Es importante destacar que, además de compañías de China y Estados Unidos, Nchain, cuyo *headquarter* se encuentra en Suiza, lidera en términos de número de patentes. El Chief Science Officer (CSO) de esta compañía, Craig Wright, es conocido como el inventor de Bitcoin y fundador de nChain en 2015, y en 2022 tenía 204 patentes a su nombre.

Asimismo, según la Clasificación Internacional de Patentes (código CIP), los principales códigos que destacan son H04L “Transmisión de información digital” con 2913 patentes, G06Q “Métodos o sistemas de procesamiento de datos especialmente adaptados para fines administrativos, comerciales, financieros, de gestión, de supervisión o de pronóstico” con 2505 y G06F “Procesamiento eléctrico de datos digitales” con 2396.

Después de presentar los resultados de las patentes relacionadas con *blockchain* registradas en 2022 según WIPO, se procedió a analizar las patentes incluidas en los boletines VITEC 2022, en el que se identificaron un total de 28 patentes. Entre las palabras clave que destacan, según se presenta en la Figura 42, se encuentran datos, dispositivo, método (métodos), sistema (sistemas), usuario, solicitud, almacenamiento y gestión. Asimismo, en consonancia con el cuarto clúster (en color amarillo) de la Figura 33, se observa que uno de los tópicos de patentamiento más recurrentes es la “aplicación de *blockchain* en la gestión de seguridad”.

**Figura 42**

Nube de palabras generada a partir de las patentes de los boletines VITEC 2022 sobre blockchain

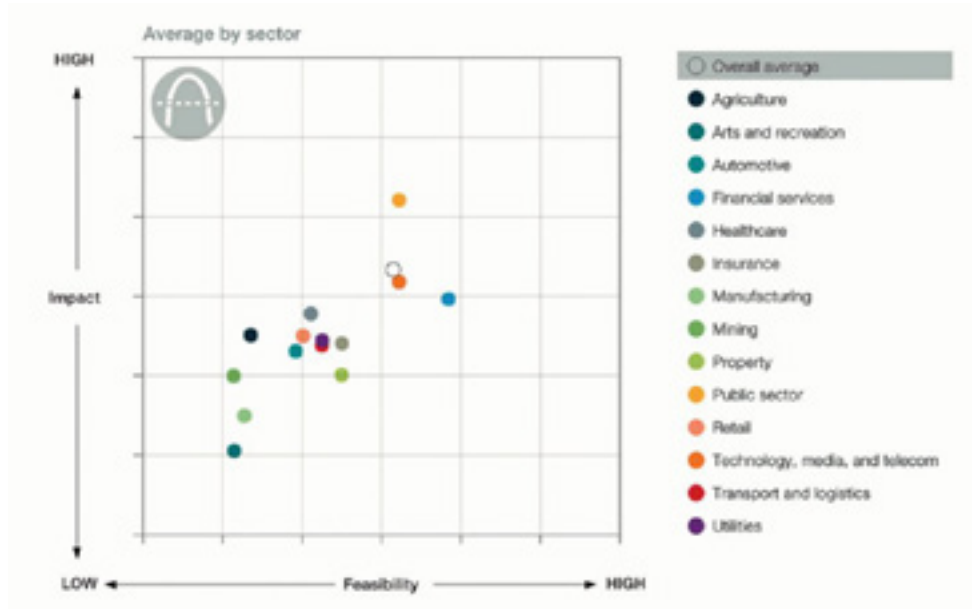


Nota. Imagen que muestra la frecuencia del uso de palabras clave en las patentes de los boletines VITEC 2022, aplicando la herramienta Orange. De Orange Data Mining, 2022 (<https://orangedatamining.com/>). De *Boletín de Vigilancia Tecnológica*, por CONCYTEC, s. f. (<http://octi.concytec.gob.pe/index.php/boletin>).

De acuerdo con el Centro de Recursos de Seguridad Informática de una agencia de los Estados Unidos y el Laboratorio de Tecnologías de la Información del Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST, por sus siglas en inglés), algunos de los temas relacionados con ciberseguridad o seguridad informática incluyen la criptografía (métodos de encriptación, cifrados, algoritmos y firmas digitales), ingeniería de privacidad, protección de tecnologías emergentes, plataformas confiables, gestión de identidad, acceso (autenticación), entre otros (NIST, 2023).

En este sentido, para la selección de las patentes relacionadas con la gestión de la seguridad mediante el uso de *blockchain*, se han considerado las siguientes palabras clave: *autenticación*, *fiabilidad*, *certificado*, *credenciales*, *encriptación* y *cifrado*. Basándonos en estas relaciones, las patentes identificadas en la Tabla 13 tienen aplicaciones en los sectores de servicios financieros, comercio electrónico, salud y TIC. Estas áreas coinciden con los sectores económicos que, según McKinsey Digital (2018), podrían experimentar un impacto significativo mediante el uso de *blockchain*, como se ilustra en la Figura 43.

**Figura 43**  
Oportunidades de blockchain en el sector industrial



Nota. Una base de datos distribuida y descentralizada significa que no presenta algunos de los problemas relacionados con una base de datos centralizada que puede sufrir un punto único de falla. De *Blockchain explained: What it is and isn't, and why it matters*, por Mckinsey Digital, 2018 (<https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/blockchain-explained-what-it-is-and-isnt-and-why-it-matters>). Imagen de Mckinsey & Company.

**Tabla 13**  
Resultados de las patentes de los boletines VITEC 2022 relacionadas con blockchain

TITULAR	SECTOR	OBJETIVO
Método para verificar la identidad de una cuenta computarizada, dispositivo de computación y medio de almacenamiento		Mejorar la eficiencia y seguridad en la verificación de identidad de las cuentas para prevenir fraudes y falsificaciones mediante <i>blockchain</i>
Gestión de servicios de transacciones confiables basados en <i>blockchain</i>		Proporcionar un sistema para gestionar servicios de transacciones fiables basados en <i>blockchain</i>
Método, dispositivo de facturación basado en <i>blockchain</i> y medio de almacenamiento legible por computadora	Servicios financieros/comercio electrónico	Verificar la autenticidad de las solicitudes de facturación y registrar la información de facturación mediante <i>blockchain</i> para asegurar la transparencia e inmutabilidad de los datos
Sistemas y métodos para cifrar y controlar el acceso a datos cifrados basados en libros mayores inmutables		Permitir el inicio de transacciones a través de un libro mayor inmutable, registrar eventos y actualizar el perfil de usuario de forma segura mediante <i>blockchain</i>

TITULAR	SECTOR	OBJETIVO
Sistema y método para dispositivos terapéuticos digitales basados en blockchain		Proporcionar un sistema y método para la participación del paciente en la atención médica mediante el uso de dispositivos terapéuticos digitales que incluye seguridad y protección, intercambio de consentimiento y contrato inteligente basados en blockchain
Solución de inicio de sesión único mediante blockchain	Servicios financieros/comercio electrónico	Proporcionar un sistema de inicio de sesión basado en blockchain que utiliza contratos inteligentes para almacenar y verificar de manera segura y eficiente las credenciales de inicio de sesión
Método de gestión de datos del usuario y dispositivos relacionados para mejorar la seguridad de los datos de usuario		Proporcionar un método seguro y eficiente para que los dispositivos soliciten y accedan a los datos de usuario almacenados en la plataforma de blockchain
Sistema de autenticación, método de registro y autenticación, aparato, medio de almacenamiento y dispositivo electrónico		Mejorar la seguridad y la autenticación de un dispositivo móvil al acceder a una red de comunicaciones móviles mediante el uso de blockchain

Nota. Adaptado de *Boletín de Vigilancia Tecnológica*, 2022 (<http://octi.concytec.gob.pe/index.php/boletin>).

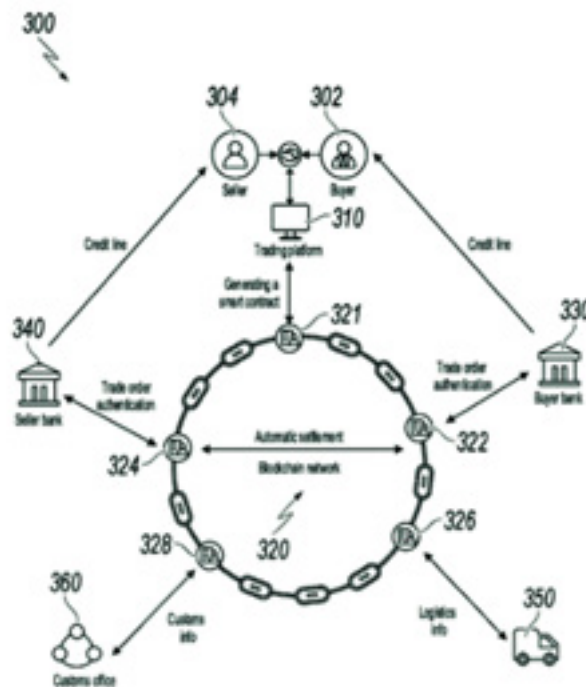
Uno de los sectores donde el *blockchain* ofrece múltiples beneficios en temas de seguridad es el de los servicios financieros y el comercio electrónico. En estos rubros se han identificado cuatro patentes con los siguientes objetivos: i) mejorar la eficiencia y seguridad en la verificación de la identidad de las cuentas, previniendo fraudes y falsificaciones mediante *blockchain*; ii) proporcionar un sistema para gestionar servicios de transacciones fiables basados en *blockchain*; iii) verificar la autenticidad de las solicitudes de facturación y registrar la información de facturación mediante *blockchain* para garantizar la transparencia e inmutabilidad de los datos; y iv) permitir el inicio de transacciones a través de un libro mayor inmutable, registrar eventos y actualizar de forma segura el perfil de usuario mediante *blockchain*.

Una de las patentes identificadas en el sector de servicios financieros y comercio electrónico se asocia a un método que permite verificar la identidad de manera eficiente y segura. Este procedimiento utiliza una tabla de comparación, una red *blockchain* y el monitoreo de transacciones con el fin de garantizar que estas transacciones hayan sido enviadas desde una dirección de cuenta que coincida con el nombre de usuario y se autentique correctamente. Esto proporciona un mecanismo confiable para verificar la identidad, especialmente en el contexto de cuentas computarizadas, dispositivos informáticos y medios de almacenamiento (Tai, 2022).

Asimismo, la patente denominada “Gestión de servicios de transacciones confiables basados en *blockchain*” describe un método y un sistema para generar un certificado de acuerdo confiable a partir del registro de los datos de pedidos entre un comprador y un vendedor en *blockchain*. Este certificado se envía a una institución financiera vendedora para que apruebe la solicitud de financiamiento del vendedor. Este servicio de acuerdo confiable está respaldado por la institución financiera, que garantiza automáticamente el pago basado en el crédito del comprador al cumplir las especificaciones del contrato inteligente implementado en la *blockchain*. En la Figura 44 se ilustra un diagrama del sistema de transacciones confiables en *blockchain*, que permite la implementación de servicios de comercios confiables (Ma et al., 2022).

**Figura 44**

Sistema de transacción confiable basado en blockchain



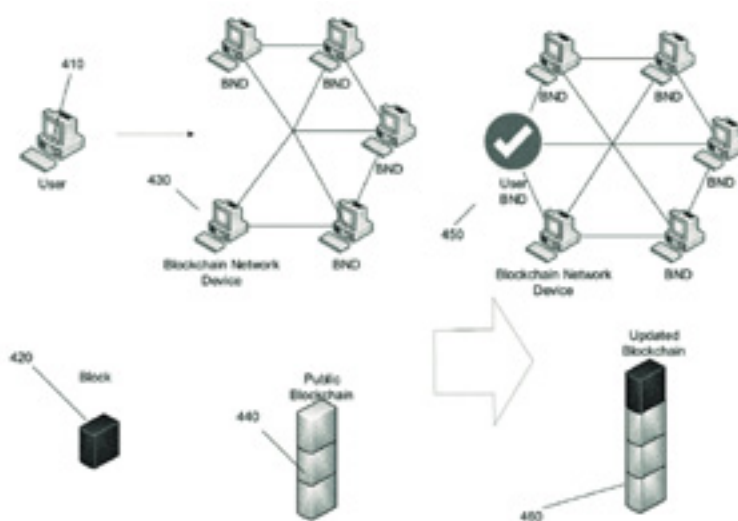
Nota. Diagrama que ilustra un ejemplo de una arquitectura. De 1. WO2022073208 - *Managing blockchain-based trustable transaction services*, por Ma et al., 2022, WIPO IP Portal ([https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2022073208&\\_cid=P21-L27TU2-21666-2](https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2022073208&_cid=P21-L27TU2-21666-2)).

También se dispone de la patente “Método, dispositivo de facturación basado en *blockchain* y medio de almacenamiento legible por computadora”, la cual introduce un método innovador que permite la implementación de nodos de *blockchain* y el acceso a un sistema de transacciones relacionadas con suministro y comercialización. Posteriormente, se verifica la solicitud de facturación, lo que facilita el envío de una factura al sistema tributario utilizando esta tecnología (Xiao et al., 2022).

Otra patente disponible, denominada “Sistemas y métodos para cifrar y controlar el acceso a datos cifrados basados en libros mayores inmutables”, ayuda a efectuar transacciones seguras. Este método permite el registro de eventos, la actualización y el cifrado del perfil de usuario, la recepción de solicitudes de acceso al perfil de usuario encriptado y la determinación de los permisos de acceso. En la Figura 45 se presenta una diagramación de este sistema (Jakobsson et al., 2022).

**Figura 45**

*Diagrama conceptual del sistema y método para cifrar y controlar el acceso mediante blockchain*

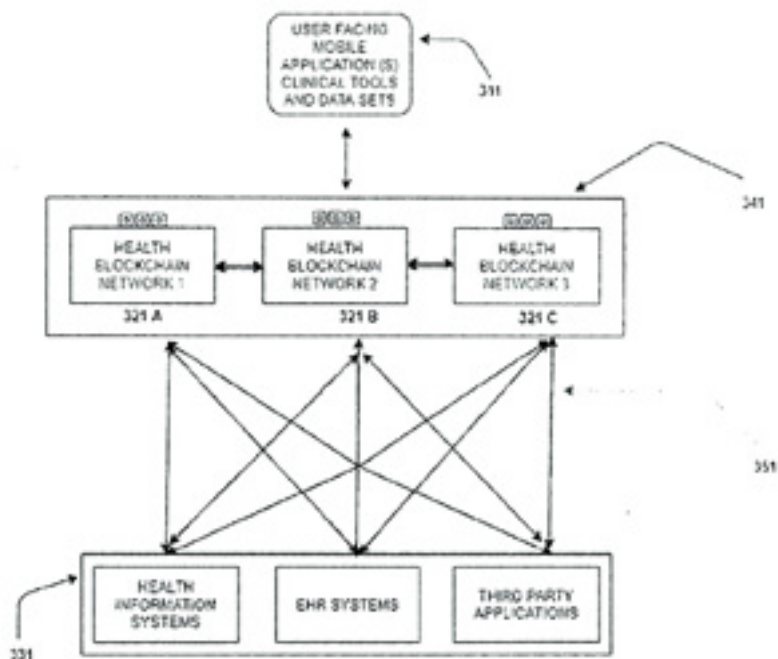


*Nota.* Ilustración del sistema y enfoque conceptual utilizado para cifrar y gestionar el acceso a través de la tecnología blockchain De 11. US20220398340 - Systems and methods for encrypting and controlling access to encrypted data based upon immutable ledgers, por Jakobsson et al., 2022, WIPO IP Portal ([https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=US380904976&\\_cid=P20-LBY46E-31247-1](https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=US380904976&_cid=P20-LBY46E-31247-1)).

En el sector salud se cuenta con la patente denominada “Sistema y método para dispositivos terapéuticos digitales basados en blockchain”, que permite brindar seguridad, protección, intercambio de consentimiento y contratos inteligentes basados en blockchain para mejorar la participación del paciente durante la atención médica mediante el uso de dispositivos terapéuticos digitales. El objetivo es crear un sistema orientado al paciente que ayude a obtener en tiempo real la información sobre ingredientes alimentarios y componentes de medicamentos. En la Figura 46 se presenta un esquema del intercambio de datos de salud basados en blockchain, en el que se detalla la aplicación móvil orientada al usuario, las herramientas clínicas y los conjuntos de datos (Shah & Singh, 2022).

**Figura 46**

Marco del intercambio de datos de salud basados en blockchain



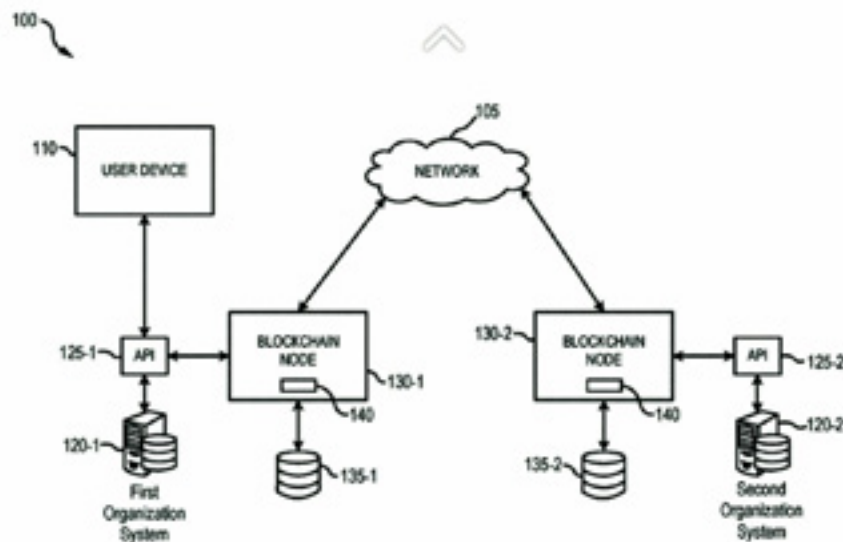
Nota. Aplicación móvil, herramientas clínicas y conjuntos de datos que enfrenta el usuario. De EP4016537A1 System and method for blockchain based digital therapeutic devices to predict food-drug constituent interaction, por Shah & Singh, 2022, WIPO IP Portal (<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/074103795/publication/EP4016537A1?q=artificial%20intelligent>).

Finalmente, se dispone de tres patentes en el área de las tecnologías de la información y comunicación (TIC), cada una con un objetivo específico: i) proporcionar un sistema de inicio de sesión basado en *blockchain* que utiliza contratos inteligentes para almacenar y verificar de manera segura y eficiente las credenciales de inicio de sesión; ii) proporcionar un método seguro y eficiente para que los dispositivos soliciten y accedan a los datos de usuario almacenados en la plataforma *blockchain*; y iii) mejorar la seguridad y autenticación de un terminal móvil al acceder a una red de comunicaciones móviles mediante el uso de *blockchain*.

Una de estas patentes es “Solución de inicio de sesión único mediante blockchain”, que proporciona un sistema de inicio de sesión basado en esta tecnología. Este método utiliza contratos inteligentes para almacenar y verificar de manera segura y eficiente las credenciales de inicio de sesión. El sistema consta de un nodo de *blockchain* y una interfaz de programación de aplicaciones (API, por sus siglas en inglés), como se ilustra en la Figura 47 (Balaraman et al., 2022).

**Figura 47**

Sistema para el inicio de sesión único utilizando blockchain



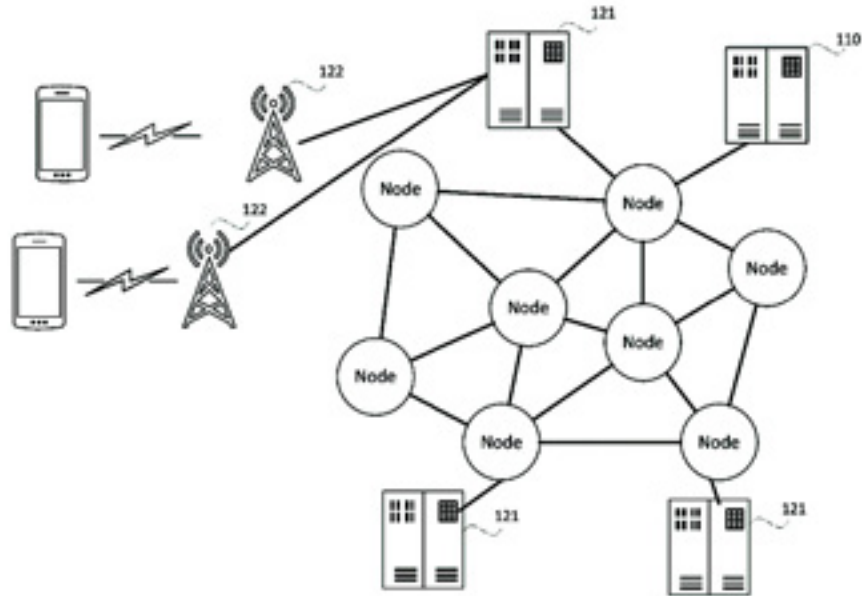
Nota. Sistema ejemplar para el inicio de sesión único usando *blockchain*. De 1. US20220374509 - *Single sign-on solution using blockchain*, por Balaraman et al., 2022, WIPO IP Portal ([https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=US379740244&\\_cid=P21-LB2L9W-04996-1](https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=US379740244&_cid=P21-LB2L9W-04996-1))

Otra patente relacionada con las TIC, denominada “Método de gestión de datos del usuario y dispositivo relacionado para mejorar la seguridad de los datos de usuario”, proporciona una forma segura y eficiente para que los dispositivos soliciten y accedan a los datos de los usuarios almacenados en la plataforma. El permiso de acceso está relacionado con la información de firma del dispositivo, el tipo de acceso y una clave pública del operador (Yan et al., 2022).

La otra patente, titulada “Sistema de autenticación, método de registro y autenticación, aparato, medio de almacenamiento y dispositivo electrónico”, tiene como objetivo mejorar la seguridad y la autenticación de un dispositivo móvil al acceder a una red de comunicaciones móviles utilizando *blockchain*. Este sistema comprende un servidor de gestión de usuarios y una unidad de autenticación. Cada nodo almacena un *blockchain* (pluralidad de bloques). La unidad de autenticación se utiliza para i) obtener una clave pública SIM de *blockchain*, ii) realizar la autenticación de firma; y iii) permitir la conexión del dispositivo móvil a una red de comunicaciones después de una autenticación exitosa (Li, 2022).

**Figura 48**

Diagrama de bloques del sistema de autenticación para acceder a la red móvil



Nota. Reestructuración gráfica del proceso de autenticación para ingresar a la red móvil en forma de un diagrama de bloques. De *1. WO2022073420 - Authentication system, registration and authentication method, apparatus, storage medium, and electronic device*, por Li et al., 2022, WIPO IP Portal ([https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2022073420&\\_cid=P21-L27TU2-21666-2](https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2022073420&_cid=P21-L27TU2-21666-2)).



# REFERENCIAS

## Web

- Abo Akademi University. (2022, 2 de junio). *New AI solutions take on tracking*. <https://www.abo.fi/en/news/new-ai-solutions-take-on-tracking/>
- Adam, Z. (2022a, 21 de abril). *Anticipating others' behavior on the road*. Massachusetts Institute of Technology. <https://news.mit.edu/2022/machine-learning-anticipating-behavior-cars-0421>
- Adam, Z. (2022b, 28 de julio). *New hardware offers faster computation for artificial intelligence, with much less energy*. Massachusetts Institute of Technology. <https://news.mit.edu/2022/analog-deep-learning-ai-computing-0728>
- Adam, Z. (2022c, 23 de noviembre). *A simpler path to better computer vision*. Massachusetts Institute of Technology. <https://news.mit.edu/2022/image-programs-data-training-1123>
- Andrews, E. L. (2022, 6 de abril). *Detecting modern-day slavery from the sky*. Stanford University. <https://hai.stanford.edu/news/detecting-modern-day-slavery-sky>
- Berard, A. (2022, 12 de octubre). *Battery tech breakthrough paves way for mass adoption of affordable electric car*. Pennsylvania State University. <https://www.psu.edu/news/research/story/battery-tech-breakthrough-paves-way-mass-adoption-affordable-electric-car/>
- Betkowski, B. (2022a, 26 de abril). *Electric and hydrogen vehicles will offer a green bargain for Alberta's transportation sector*. University of Alberta. <https://www.ualberta.ca/folio/2022/04/electric-and-hydrogen-vehicles-will-offer-a-green-bargain-for-albertas-transportation-sector.html>
- Betkowski, B. (2022b, 31 de octubre). *Researcher aims to make lithium ion batteries more eco-friendly*. University of Alberta. <https://www.ualberta.ca/folio/2022/10/researcher-aims-to-make-lithium-ion-batteries-more-eco-friendly.html>
- Boston University. (2022, 23 de mayo). *BU Researchers Develop a Novel AI Algorithm for Digital Pathology Analysis*. Chobanian & Avedisian School of Medicine. <https://www.bumc.bu.edu/camed/2022/05/23/bu-researchers-develop-a-novel-ai-algorithm-for-digital-pathology-analysis/>
- Brown, A. S. (2022, 9 de marzo). *Tiny switches give solid-state LiDAR record resolution*. University of California, Berkeley. <https://engineering.berkeley.edu/news/2022/03/tiny-switches-give-solid-state-lidar-record-resolution/>
- Burrows, L. (2022, 25 de agosto). *Silicon image sensor that computes*. Harvard John A. Paulson School of Engineering and Applied Sciences. <https://seas.harvard.edu/news/2022/08/silicon-image-sensor-computes>

- Carron, C. (2022, 11 de marzo). *Deep learning: a framework for image analysis in life Sciences*. École Polytechnique Fédérale de Lausanne. <https://actu.epfl.ch/news/deep-learning-a-framework-for-image-analysis-in-li/>
- Chalmers University of Technology. (2022, 22 de febrero). *Perfecting the EV battery recycling process*. <https://www.chalmers.se/en/current/news/k-perfecting-the-ev-battery-recycling-process/>
- Chandler, D. L. (2022, 18 de marzo). *Could we make cars out of petroleum residue?* Massachusetts Institute of Technology. <https://news.mit.edu/2022/carbon-fiber-lightweight-materials-0318>
- Dhingra, K. (2022, 31 de mayo). *Researchers develop sodium glassy electrolytes capable of supporting long-duration grid-scale energy storage*. University of Houston. <https://uh.edu/news-events/stories/05312022-sodium-battery.php>
- Espacenet. (2023). *European Patent Office (EPO)*. <https://worldwide.espacenet.com/patent/my-espacenet>
- Fagan, J. (2022, 8 de julio). *Electric vehicles pass the remote road test*. Australian National University. <https://www.anu.edu.au/news/all-news/electric-vehicles-pass-the-remote-road-test>
- Faulstick, B. (2022, 16 de mayo). *Helping Electric Vehicles Keep Their Cool During the Battery Weight Balancing Act*. Drexel University. <https://drexel.edu/news/archive/2022/May/microvascular-cooling-electric-vehicles>
- Fleischman, T. (2022, 21 de junio). *Technology helps self-driving cars learn from own memories*. Cornell University. <https://news.cornell.edu/stories/2022/06/technology-helps-self-driving-cars-learn-own-memories>
- Friedlander, B. (2022, 20 de octubre). *Keeping electricity affordable on wireless charging highways*. Cornell University. <https://news.cornell.edu/stories/2022/10/keeping-electricity-affordable-wireless-charging-highways>
- Gillespie, P. (2022, 21 de julio). *Study conceptualizes energy efficient, wireless charging roads*. Cornell University. <https://news.cornell.edu/stories/2022/07/study-conceptualizes-energy-efficient-wireless-charging-roads>
- Helmholtz Artificial Intelligence Cooperation Unit. (2022, 30 de agosto). *Efficient ai technology for MRI data analysis*. <https://www.helmholtz.ai/themenmenue/news-events/news/news/article/30168/index.html>

- Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual. (2017). *Guía de patentes para investigadores*. Dirección de Inventiones y Nuevas Tecnologías. <https://www.indecopi.gob.pe/documents/1902049/3747615/GUIA+DE+PATENTES+PARA+INVESTIGADORES.pdf/c8adfc51-87bd-d916-743e-c400ff6e4539>
- Khan, R. (2022, 12 de diciembre). *Charging the Future with Modern Aqueous Batteries*. University of Houston. <https://uh.edu/news-events/stories/2022-news-articles/december-2022/12122022-aqueous-batteries.php>
- Kingery, K. (2022, 29 de marzo). *How Eye Imaging Technology Could Help Robots and Cars See Better*. Duke University. <https://pratt.duke.edu/about/news/oct-for-robots>
- Labios, L. (2022, 4 de julio). *These energy-packed batteries work well in extreme cold and heat*. University of California, San Diego. <https://today.ucsd.edu/story/these-energy-packed-batteries-work-well-in-extreme-cold-and-heat>
- Lehigh University. (2022, 25 de octubre). *Why do self-driving cars crash?* <https://engineering.lehigh.edu/news/article/why-do-self-driving-cars-crash>
- Lejtenyi, P. (2022, 29 de noviembre). *Smart inverters' vulnerability to cyberattacks needs to be identified and countered, according to Concordia researchers*. Concordia University. <https://www.concordia.ca/news/stories/2022/11/29/smart-inverters-vulnerability-to-cyberattacks-needs-to-be-identified-and-counterred-according-to-concordia-researchers.html?c=/news/archive>
- Lewis, W. (2022b, 8 de diciembre). *3D-printed decoder, AI-enabled image compression could enable higher-res displays*. University of California, Los Ángeles. <https://newsroom.ucla.edu/releases/decoder-ai-image-compression-higher-resolution-displays>
- Lynch, J. (2022, 27 de junio). *New approach reduces EV battery testing time by 75%*. University of Michigan. <https://news.umich.edu/new-approach-reduces-ev-battery-testing-time-by-75/>
- Martineau, R. (2022, 24 de marzo). *Battery Research Tackles New Challenges for Behind-the-Meter Stationary Storage Systems*. The National Renewable Energy Laboratory. <https://www.nrel.gov/news/program/2022/battery-research-tackles-new-challenges-for-behind-the-meter-stationary-storage-systems.html>
- Matz, M. (2022, 8 setiembre). *Scientists use novel method to make promising battery material*. Argonne National Laboratory. <https://www.anl.gov/article/scientists-use-novel-method-to-make-promising-battery-material>
- Mckinsey Digital. (2018, 28 de setiembre). *Blockchain explained: What it is and isn't, and why it matters*. <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/blockchain-explained-what-it-is-and-isnt-and-why-it-matters>

- McKinsey Digital. (2022, 24 de agosto). *McKinsey Technology Trends Outlook 2022* <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-top-trends-in-tech-2022>
- Miller, K. (2022, 25 de enero). *Data-centric ai: ai models are only as good as their data pipeline*. Stanford University. <https://hai.stanford.edu/news/data-centric-ai-ai-models-are-only-good-their-data-pipeline>
- Moses, C. I. (2022, 23 de marzo). *How to predict and manage EV charging growth to keep electricity grids reliable and affordable*. Stanford University. <https://energy.stanford.edu/news/how-predict-and-manage-ev-charging-growth-keep-electricity-grids-reliable-and-affordable>
- Myers, A. (2022, 25 de agosto). *New app videosticker uses ai to help students take rich notes from video lessons*. Stanford University. <https://hai.stanford.edu/news/new-app-videosticker-uses-ai-help-students-take-rich-notes-video-lessons>
- Nanyang Technological University. (2022, 23 de noviembre). *Converting waste paper into battery parts for smartphones and electric vehicles*. <https://www.ntu.edu.sg/news/detail/converting-waste-paper-into-battery-parts-for-smartphones-and-electric-vehicles>
- National Institute of Standards and Technology. (s. f.). *Cybersecurity*. <https://www.nist.gov/cybersecurity>
- National University of Singapore. (2022, 22 de agosto). *Discovery offers path to safer sodium rechargeable batteries*. <https://cde.nus.edu.sg/news-detail/discovery-offers-path-to-safer-sodium-rechargeable-batteries/>
- Newcastle University. (2022, 4 de enero). *Are cities the key to the electric vehicle revolution?* TechXplore. <https://techxplore.com/news/2022-01-cities-key-electric-vehicle-revolution.html>
- Panossian, N. (2022, 16 de noviembre). *Strategic planning could maximize the benefits of integrating electric vehicles into electricity distribution systems*. The National Renewable Energy Laboratory. <https://www.nrel.gov/news/program/2022/strategic-planning-could-avoid-costly-upgrades-maximize-benefits.html>
- Pappas, M. (2022, 6 de junio). *A chip that can classify nearly two billion images per second*. University of Pennsylvania. <https://penntoday.upenn.edu/news/penn-engineers-chip-can-classify-nearly-two-billion-images-second>
- Pérez, S. (2022, 2 de marzo). *Walmart launches AI-powered virtual clothing try-on technology for online shoppers*. TechCrunch. <https://techcrunch.com/2022/03/02/walmart-launches-a-i-powered-virtual-clothing-try-on-technology-for-online-shoppers/>
- Shah, A. (2022, 7 de febrero). *Designing Magnetic Materials Using Mathematical Tools*. University of Southern California. <https://viterbischool.usc.edu/news/2022/02/designing-magnetic-materials-using-mathematical-tools/>

- Skolkovo Institute of Science and Technology. (2022, 1 de agosto). *New material pushes sodium-ion batteries to phase out costly lithium*. <https://www.skoltech.ru/en/2022/08/new-material-pushes-sodium-ion-batteries-to-phase-out-costly-lithium/>
- Stone, L. (2022, 7 de marzo). *Reality Check: More EVs Can Mean Fewer Emissions*. Rocky Mountain Institute. <https://rmi.org/reality-check-more-evs-can-mean-fewer-emissions/>
- Technical University of Munich. (2022, 7 de julio). *First electric nanomotor made from DNA material*. <https://www.tum.de/en/about-tum/news/press-releases/details/37521>
- Technology Networks. (2022a, 27 de enero). *Advancing Understanding of All-Solid-State Lithium Batteries*. <https://www.technologynetworks.com/analysis/news/advancing-understanding-of-all-solid-state-lithium-batteries-357324>
- Technology Networks. (2022b, 8 de febrero). *Calcium-ion batteries could be the next big thing for electric cars*. <https://www.technologynetworks.com/tn/news/calcium-ion-batteries-could-be-the-next-big-thing-for-electric-cars-358314>
- The Millennium Project. (2019, 24 de setiembre). *Resumen Ejecutivo*. <https://www.millennium-project.org/resumen-ejecutivo/>
- The University of Kansas. (2022, 19 de octubre). *“Deep fake” protein designed with Artificial Intelligence will target water pollutants*. <https://today.ku.edu/2022/10/19/deep-fake-protein-designed-artificial-intelligence-will-target-water-pollutants-0>
- The University of Texas at Austin. (2022, 26 de setiembre). *Magnetic Field Helps Thick Battery Electrodes Tackle Electric Vehicle Challenges*. <https://news.utexas.edu/2022/09/26/magnetic-field-helps-thick-battery-electrodes-tackle-electric-vehicle-challenges/>
- Université of Genève. (2022, 19 de mayo). *How a cognitive bias is blocking the rise of electric cars*. <https://www.unige.ch/medias/en/2022/comment-un-biais-cognitif-freine-les-sor-des-voitures-electriques>
- University College London. (2022a, 2 de setiembre). *X-rays, AI and 3D printing bring a lost Van Gogh artwork to life*. <https://www.ucl.ac.uk/news/2022/sep/x-rays-ai-and-3d-printing-bring-lost-van-gogh-artwork-life>
- University College London. (2022b, 1 de noviembre). *AI trained to detect hard to spot cancerous lesions in colon*. <https://www.ucl.ac.uk/news/2022/nov/ai-trained-detect-hard-spot-cancerous-lesions-colon>
- University Freiburg. (2022, 13 de setiembre). *Unlocking human-like perception in self-driving vehicles*. <https://kommunikation.uni-freiburg.de/pm-en/press-releases-2022/unlocking-human-like-perception-in-self-driving-vehicles>

- University of California, Irvine. (2022, 7 de marzo). *UCI researchers develop hybrid human-machine framework for building smarter AI*. <https://news.uci.edu/2022/03/07/uci-researchers-develop-hybrid-human-machine-framework-for-building-smarter-ai/>
- University of California, Los Ángeles. (2022a, 15 de agosto). *AI-designed camera only records objects of interest while being blind to others*. <https://www.ee.ucla.edu/ai-designed-camera-only-records-objects-of-interest-while-being-blind-toothers/>
- University of California, Los Ángeles. (2022b, 1 de setiembre). *Privacy-preserving camera captures only the objects you want*. <https://newsroom.ucla.edu/releases/camera-instantly-captures-only-the-objects-you-want>
- University of Cambridge. (2022a, 23 de agosto). *Machine learning algorithm predicts how to get the most out of electric vehicle batteries*. <https://www.cam.ac.uk/research/news/machine-learning-algorithm-predicts-how-to-get-the-most-out-of-electric-vehicle-batteries>
- University of Cambridge. (2022b, 25 de octubre). *New approach to 'cosmic magnet' manufacturing could reduce reliance on rare earths in low-carbon technologies*. <https://www.cam.ac.uk/research/news/new-approach-to-cosmic-magnet-manufacturing-could-reduce-reliance-on-rare-earths-in-low-carbon>
- University of Michigan. (2022, 8 de agosto). *Carbon emissions and grocery shopping: EVs and home delivery better, 'trip chaining' and robots best*. <https://news.umich.edu/carbon-emissions-and-grocery-shopping-evs-and-home-delivery-better-trip-chaining-and-robots-best/>
- University of Oxford. (2022, 8 de setiembre). *Oxford researchers develop new AI to enable autonomous vehicles to adapt to challenging weather conditions*. <https://www.ox.ac.uk/news/2022-09-08-oxford-researchers-develop-new-ai-enable-autonomous-vehicles-adapt-challenging>
- University of Surrey. (2022, 9 de junio). *New Surrey research brings safer autonomous vehicles a step closer*. <https://www.surrey.ac.uk/news/new-surrey-research-brings-safer-autonomous-vehicles-step-closer>
- University of York. (2022, 16 de agosto). *Risk of electrocution from electric cars reduced with new technology*. <https://www.york.ac.uk/news-and-events/news/2022/research/risk-of-electrocution-from-electric-cars-reduced/>
- Vaccar, S. (2022, julio). *Advancing dynamic brain imaging with AI*. Carnegie Mellon University. <https://engineering.cmu.edu/news-events/news/2022/07/21-digital-public-goods.html>

Veatch Cofas, A. (2022, 15 de junio). *Ocular camera and artificial intelligence algorithm created to address diabetic retinopathy*. Texas A&M University Engineering. <https://engineering.tamu.edu/news/2022/06/ocular-camera-and-artificial-intelligence-algorithm-created-to-address-diabetic-retinopathy.html>

Vogel, B. (2022a, 4 de enero). Charging electric vehicles with photovoltaics at home. TechXplore. <https://techxplore.com/news/2022-01-electric-vehicles-photovoltaics-home.html>

World Intellectual Property Organization. (2022). *Filling a successful patent application*. [https://www.wipo.int/edocs/mdocs/pct/en/wipo\\_webinar\\_pct\\_2022\\_19/wipo\\_webinar\\_pct\\_2022\\_19\\_p.pdf](https://www.wipo.int/edocs/mdocs/pct/en/wipo_webinar_pct_2022_19/wipo_webinar_pct_2022_19_p.pdf)

World Intellectual Property Organization. (2023). Patenscope. <https://patentscope.wipo.int/search/es/search.jsf>

## Patentes

- Akdogan, E., Yildirim, E., & Aybasti, G. (2022). *A system for a wearable ankle rehabilitation robot and a method thereof* (Estados Unidos, n.º WO2022125017). WIPO IP Portal. [https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=WO2022125017&\\_ci%20d=P10-L4H5BU-58350-1](https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=WO2022125017&_ci%20d=P10-L4H5BU-58350-1)
- Bae, E., & Yang, S. (2022). *Nose implant design method for manufacturing patient-customized nose implant* (Korea, n.º WO2022030820). WIPO PI Portal. [https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2022030820&\\_cid=P21-KZPYJ0-46976-4](https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2022030820&_cid=P21-KZPYJ0-46976-4)
- Balaraman, B., Ferenczi, A. L., Gale, D. L., Jadhav, N. Y., & Naik, H. R. (2022). *Single sign-on solution using blockchain* (Estados Unidos, n.º US20220374509). WIPO IP Portal. [https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=US379740244&\\_cid=P21-LB2L9W-04996-1](https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=US379740244&_cid=P21-LB2L9W-04996-1)
- Bowden, J., Zakariaie, D., McNeil, K., Choi, V., Herrmann, P., Weisberg, S., Sommerlot, A. R., Anabtawi, T., Brown, J., Rowe, A., Limonciello, L. C., & Grier, K. (2022). *Ocular system for deception detection* (Nueva Zelanda, n.º NZ789574). WIPO IP Portal. [https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=NZ367064439&\\_ci%20d=P12-L59YOT-83802-1](https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=NZ367064439&_ci%20d=P12-L59YOT-83802-1)
- Chen, W., Li, Z., & Zheng, Q. (2022). *Artificial intelligence eye disease screening and diagnostic system based on ophthalmic robot* (Estados Unidos, n.º US20220079429). WIPO PI Portal. [https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=US354527008&\\_cid=P21-L14LU1-85500-1](https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=US354527008&_cid=P21-L14LU1-85500-1)
- Hecox, K. E. (2022). *Systems and methods for seizure detection with a statistical analysis and an Artificial Intelligence analysis* (Estados Unidos, n.º WO2022055858). WIPO IP Portal. [https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2022055858&\\_cid=P21-L0VX-JD-87007-3](https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2022055858&_cid=P21-L0VX-JD-87007-3)
- Jakobsson, B. M., Gerber, S. C., & Kapur, A. (2022). *Systems and methods for encrypting and controlling access to encrypted data based upon immutable ledgers* (Estados Unidos, n.º US2022039834). WIPO IP Portal. [https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=US380904976&\\_cid=P20-LBY46E-31247-1](https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=US380904976&_cid=P20-LBY46E-31247-1)
- Ko, Y. J., Ko, J. S., & Ko, D. Y. (2022). *Bathing robot device* (Estados Unidos, n.º WO2022005162). WIPO IP Portal. [https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2022005162&\\_cid=P22-KYACQG-46960-3](https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2022005162&_cid=P22-KYACQG-46960-3)
- Kubo, M., Matsuura, K., Koizumi, M., Shichijo, D., Iwade, A., & Okuno, Y. (2022). *Object-position detecting device and method* (Estados Unidos, n.º WO2022191197). WIPO IP Portal. [https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2022191197&\\_cid=P12-L8314Y-80406-1](https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2022191197&_cid=P12-L8314Y-80406-1)

- Li, Q., Xie, H., & Zhang, Y. (2022). *Authentication system, registration and authentication method, apparatus, storage medium, and electronic device* (Estados Unidos, n.º WO2022073420). WIPO IP Portal. [https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2022073420&\\_cid=P21-L27TU2-21666-2](https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2022073420&_cid=P21-L27TU2-21666-2)
- Ma, Q., Jin, F., & Tao, X. (2022). *Managing Blockchain-based trustable transaction services* (Estados Unidos, n.º WO2022073208). WIPO IP Portal. [https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2022073208&\\_cid=P21-L27TU2-21666-2](https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2022073208&_cid=P21-L27TU2-21666-2)
- Pradhan, V., & Venkataraghavan, K. (2022). *Correction of network errors using algorithms* (Estados Unidos, n.º WO2022191889). WIPO IP Portal. [https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2022191889&\\_cid=P22-LHI59P-07343-1](https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2022191889&_cid=P22-LHI59P-07343-1)
- Shah, A., & Singh, B. (2022). *System and method for blockchain based digital therapeutic devices to predict food-drug constituent interaction* (Estados Unidos, n.º EP4016537A1). Espacenet Patent Search. <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/074103795/publication/EP4016537A1?q=EP4016537A1>
- Singh, P., MCGonnell, A., & Hidalgo, M. A. (2022). *Artificial Intelligence / Machine Learning model drift detection and correction for robotic process automation* (Estados Unidos, n.º WO2022019934). WIPO IP Portal. [https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2022019934&\\_cid=P22-KZ77QL-12323-7](https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2022019934&_cid=P22-KZ77QL-12323-7)
- Tai, Y.-C. (2022). *Method of verifying identity for a computerized account, computing device, and storage medium* (Estados Unidos, n.º US2022164794A1). Espacenet Patent Search. <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/081657806/publication/US2022164794A1?q=US2022164794A1>
- Tharewal, S. S., Mannan, A. H. A., Bukhari, S. N. H., Patro, R. R., Patro, R., Tiwari, K., Nigam, U., Barot, P. A., Barak, D. D., Degadwala, S. D., & Singh, Y. (2022). *An artificial intelligence, IOT and deep learning based system for detection of covid-19, black fungus and white fungus disease* (Estados Unidos, n.º AU2021103135A4). Espacenet Patent Search. <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/080855651/publication/AU2021103135A4?q=artificial%20intelligence>
- Xiao, G., He, X., & Yang, Y. (2022). *Invoicing method, apparatus and device based on blockchain, and computer – readable storage medium* (Estados Unidos, n.º WO2022116351). WIPO IP Portal. [https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2022116351&\\_cid=P12-L47GQV-45761-1](https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2022116351&_cid=P12-L47GQV-45761-1)
- Yan, X., Zhao, M., Wu, J., & Yan, M. (2022). *User data management method and related device* (Estados Unidos, n.º WO2022252845). WIPO IP Portal. [https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2022252845&\\_cid=P20-LBPFNZ-43989-3](https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2022252845&_cid=P20-LBPFNZ-43989-3)



ISBN: 978-9972-50-224-8



9 789972 502248