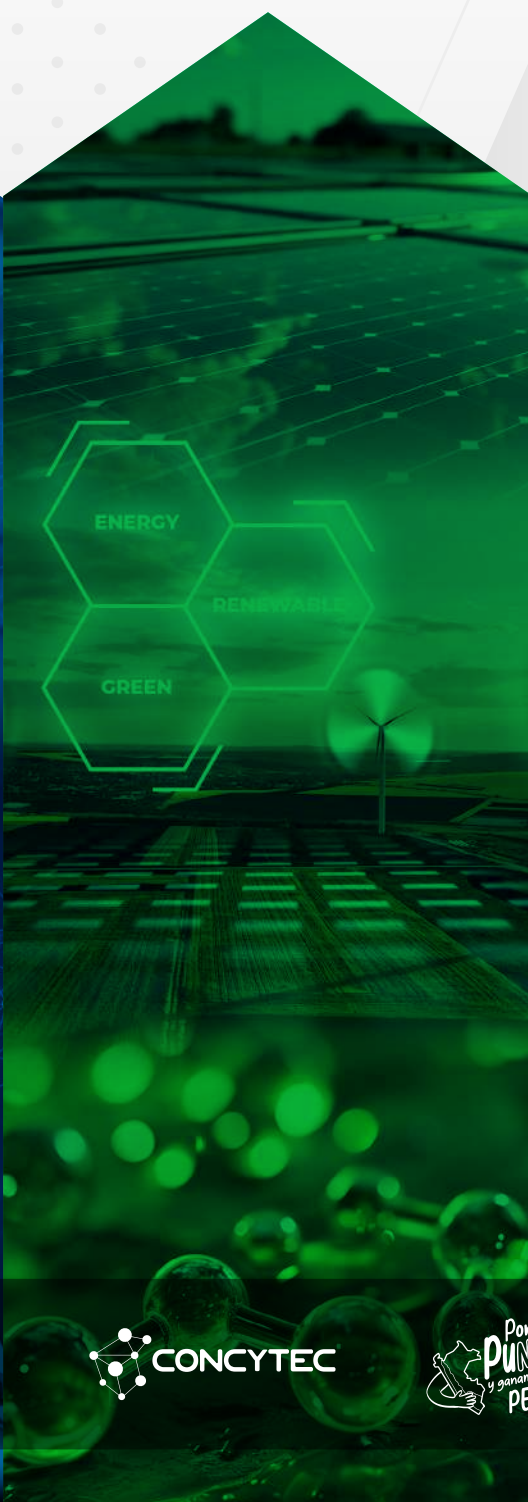


ESTUDIO TECNOLOGÍAS EMERGENTES



Estudio Tecnologías Emergentes

Editado por:

© Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (Concytec)

Av. del Aire 485, San Borja - Lima - Perú

Teléfono: (51-1) 399-0030

www.gob.pe/concytec

Edición Digital

Agosto de 2024

Hecho el depósito legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2024-0000

ISBN 00000000000000

Libro electrónico disponible en <https://bit.ly/EstudioTecnologíasEmergentes>

Presidente del Concytec:

Sixto Enrique Sánchez Calderón

Equipo responsable del estudio:

Directora de Investigación y Estudios (DIE) - Concytec

Agnes Franco Temple

Especialista DIE

Felipe Donato Valentín Rojas

Analista DIE

Suyin Meylin Ching Ibarra

ESTUDIO TECNOLOGÍAS EMERGENTES



ÍNDICE

Introducción	11
1. Inteligencia artificial y <i>machine learning</i>	15
1.1. Análisis de la tecnología emergente	16
1.1.1. Inteligencia artificial (IA)	17
1.1.2. <i>Machine learning</i> (ML)	17
1.2. Análisis de las noticias Vitec 2023	18
1.2.1. Inteligencia artificial y <i>machine learning</i> aplicadas a datos e imágenes	21
1.3. Análisis de las patentes Vitec 2023	32
1.3.1. Inteligencia artificial y <i>machine learning</i> aplicadas a sensores y dispositivo	33
2. Electrificación y energías renovables	41
2.1. Análisis de la tecnología emergente	42
2.1.1. Electrificación	43
2.1.2. Energías renovables	43
2.2. Análisis de las noticias Vitec 2023	46
2.2.1. Celdas solares	49
2.2.2. Hidrógeno	56
2.3. Análisis de las patentes Vitec 2023	66
2.3.1. Energía	67

3. Realidad inmersiva	70
3.1. Análisis de la tecnología emergente	71
3.2. Análisis de las noticias Vitec 2023	73
3.2.1. Capacidad inmersiva de los entornos tridimensionales	76
3.3. Análisis de las patentes Vitec 2023	88
3.3.1. Cuerpos virtuales	89
Referencias	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Red de coocurrencia de términos en tecnologías emergentes (Vitec 2023)	12
Figura 2	Nube de palabras generada a partir de los boletines Vitec 2023	13
Figura 3	Las 15 tendencias tecnológicas - McKinsey 2023	14
Figura 4	Nube de palabras de los boletines Vitec 2023 sobre inteligencia artificial y <i>machine learning</i>	16
Figura 5	Resultados de “(<i>artificial and Intelligence</i>) or (<i>machine and learning</i>)”, documentos por institución	19
Figura 6	Resultados de “(<i>artificial and Intelligence</i>) or (<i>machine and learning</i>)”, documentos por país	19
Figura 7	Nube de palabras generada a partir de las noticias de los boletines Vitec 2023 sobre inteligencia artificial y <i>machine learning</i>	20
Figura 8	Comparaciones de activaciones cerebrales entre condiciones de imagen en diferentes regiones del cerebro	24
Figura 9	Anotaciones de imágenes NLST	25
Figura 10	Plataforma de detección del cáncer de mama	26
Figura 11	Vista aérea y vista terrestre en Marte	27
Figura 12	Predicciones modelo de fugas de metano con datos de Aviris	28
Figura 13	El ojo mental de un sistema de red neuronal	29
Figura 14	Configuración del enfoque TRIAD	30
Figura 15	Comparación entre los atlas de ecografía y resonancia magnética del cerebro fetal	31
Figura 16	Nube de palabras generada a partir de las patentes de los boletines Vitec 2023 sobre inteligencia artificial y <i>machine learning</i>	32

Figura 17	Entorno en el que se puede implementar un dispositivo asistente, que aloja un cliente local para un asistente de IA	35
Figura 18	Estación multisensor	36
Figura 19	Sistema implementado por computadora ejecutado en un entorno de red	37
Figura 20	Generación automática de datos de entrenamiento de una serie tiempo de datos del sensor	38
Figura 21	Estructura de una red adversaria generativa (GAN)	39
Figura 22	Microservicios para recomendaciones personalizadas	40
Figura 23	Nube de palabras de los boletines Vitec 2023 sobre electrificación y energías renovables	42
Figura 24	Resultados de “ <i>electrification or (renewable and energy)</i> ”, documentos por institución	47
Figura 25	Resultados de “ <i>electrification or (renewable and energy)</i> ”, documentos por país	48
Figura 26	Nube de palabras generada a partir de las noticias de los boletines Vitec 2023 sobre electrificación y energías renovables	49
Figura 27	Análisis de la estructura de la película de perovskita con el aditivo GBAC	52
Figura 28	Temperatura de las celdas solares de perovskita	53
Figura 29	Celdas solares orgánicas	54
Figura 30	Análisis de determinadas moléculas de las celdas solares orgánicas	55
Figura 31	Luz solar en el catalizador que divide el agua	60
Figura 32	Celdas fotoelectroquímica	61
Figura 33	Reactor solar	62
Figura 34	Material fotocatalítico	63
Figura 35	Catalizador sólido que convierte un compuesto en líquido que se convierte en hidrógeno	64

Figura 36	Sistema que divide el agua y genera hidrógeno	65
Figura 37	Nube de palabras generada a partir de las patentes de los boletines Vitec 2023 sobre electrificación y energías renovables	66
Figura 38	Bomba de calor	68
Figura 39	Cadena fotovoltaica	69
Figura 40	Nube de palabras de los boletines Vitec 2023 sobre realidad inmersiva	72
Figura 41	Resultados de “(<i>immersive and reality</i>) or (<i>augmented and reality</i>) or (<i>virtual and reality</i>)”, documentos por institución	73
Figura 42	Resultados de “ <i>immersive and reality or augmented and reality or virtual and reality</i> ”, documentos por país	74
Figura 43	Nube de palabras generada a partir de las noticias de los boletines Vitec 2023 sobre realidad inmersiva	75
Figura 44	El cuerpo electrónico	80
Figura 45	Paciente virtual Stacey	81
Figura 46	Sensor de electroencefalograma (EEG)	82
Figura 47	Personalización de avatares	83
Figura 48	Cámara transparente	84
Figura 49	Exploración de paisajes virtuales	85
Figura 50	Sistema robótico VRoxy	86
Figura 51	Datos LiDAR	87
Figura 52	Nube de palabras generada a partir de las patentes de los boletines Vitec 2023 sobre realidad inmersiva	88
Figura 53	Dispositivo que genera escenas computarizadas en entornos virtuales	91
Figura 54	Sensores de movimiento	92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Noticias que contienen los términos inteligencia artificial y <i>machine learning</i> aplicada a datos e imágenes por área	21
Tabla 2	Resultados de las patentes de los boletines Vitec 2023 relacionados con inteligencia artificial y <i>machine learning</i> aplicadas a sensores y dispositivo	33
Tabla 3	Tecnología: celdas solares	50
Tabla 4	Tecnología: hidrógeno	58
Tabla 5	Resultados de las patentes de los boletines Vitec 2023 relacionados con energía	67
Tabla 6	Capacidad inmersiva de los entornos tridimensionales	77
Tabla 7	Resultados de las patentes de los boletines Vitec 2023 relacionados con cuerpos virtuales	89



INTRODUCCIÓN

El Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (Concytec), a través de la Dirección de Investigación y Estudios (DIE), ha publicado, en el año 2023, un total de 51 boletines de vigilancia tecnológica con el propósito de brindar semanalmente información sobre noticias y patentes de los últimos avances científicos y tecnológicos a nivel global, de productos y servicios innovadores que se lanzan al mercado internacional. Por ello, con el fin de analizar los avances de la Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI), el Concytec ha elaborado el presente estudio, el cual comprende principalmente las siguientes tecnologías emergentes:

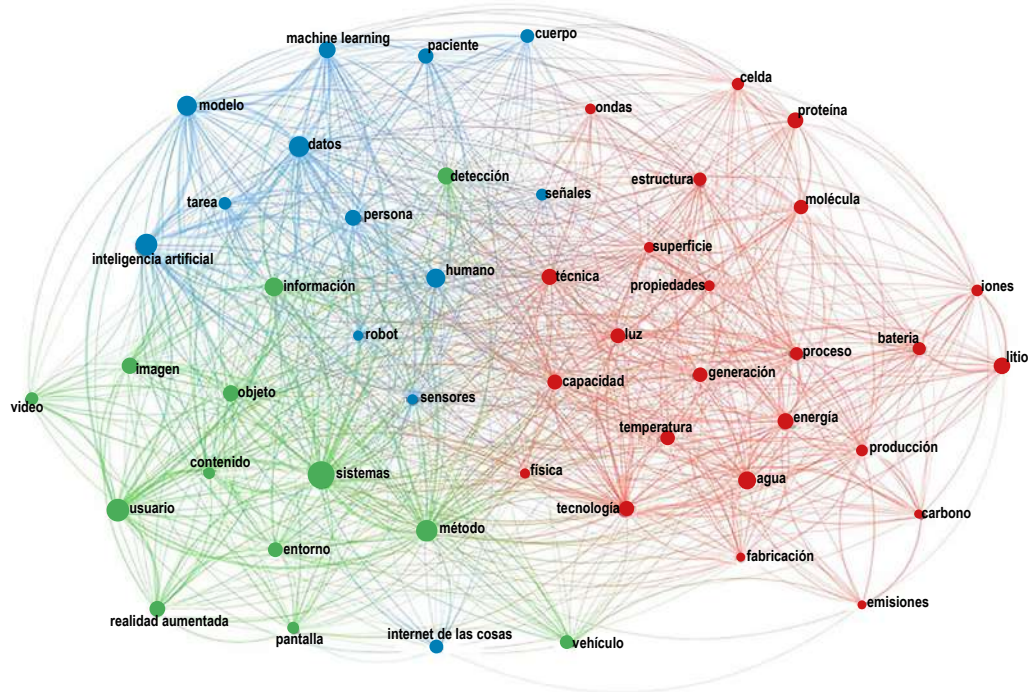
- Inteligencia artificial / *Machine learning*
- Electrificación y energías renovables (energía solar, combustibles y carga de vehículos eléctricos)
- Realidad inmersiva (realidad virtual y realidad aumentada)

El estudio se basa en el uso de herramientas de vigilancia tecnológica para analizar las 1020 noticias y 510 patentes contenidas en los 51 boletines de vigilancia tecnológica elaborados por la DIE en el año 2023 y del análisis global de las bases de datos de publicación científica y de patentes. En cada uno de los boletines, se recopilan veinte noticias relacionadas a investigaciones, inventos e innovaciones de las principales instituciones académicas y centros de investigación a nivel mundial. Además, los boletines contienen un resumen de diez patentes publicadas en las prestigiosas bases de datos de WIPO y Espacenet.

Las temáticas y tendencias más importantes se identificaron a partir de la visualización de la red de coocurrencia de términos, mediante el uso de la herramienta de VOSviewer.

Figura 1

Red de coocurrencia de términos en tecnologías emergentes (Vitec 2023)



Nota. De VOSviewer, 2024 (<https://www.vosviewer.com/>).

La figura 1 muestra las palabras relevantes sobre las siguientes tecnologías emergentes: Inteligencia artificial (IA) y *machine learning* (ML), energía (eléctrica) y realidad aumentada, como se detalla a continuación:



Inteligencia artificial / *machine learning* (clúster azul):

cuerpo, datos, imágenes, humano, inteligencia, artificial, internet de las cosas, *machine learning*, modelo, paciente, persona, robot, sensores, señales y tarea.



Electrificación y energías renovables (clúster rojo):

agua, batería, calidad, capacidad, carbono, célula, emisiones, energía, fabricación, física, generación, iones, litio, luz, molécula, ondas, proceso, producción, propiedades, proteína, superficie, técnica, tecnología y temperatura.



Realidad inmersiva (clúster verde):

contenido, detección, entorno, imagen, información, método, objeto, pantalla, realidad aumentada, sistemas, usuario, vehículo y video.

En resumen, mediante el uso de la herramienta VOSviewer se pudieron obtener tres clústeres, los cuales han permitido identificar algunas de las tecnologías emergentes que se abordan en los 51 boletines de vigilancia tecnológica, como i) inteligencia artificial y *machine learning* en la salud (uso en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades cerebrales, autismo), educación, construcción y la seguridad de los sistemas robóticos; ii) aplicaciones para el uso electrónico, tecnologías avanzadas para futuras generaciones, producción de hidrógeno verde y fabricación de dispositivos espintrónicos; iii) desarrollo de métodos y sistemas en realidad extendida, aumentada, sistemas para medios de transporte, generación de modelos tridimensionales.

Asimismo, se utiliza la herramienta denominada Orange para la elaboración de las nubes de palabras con el fin de visualizar las palabras claves y tendencias, lo cual facilita el análisis y la comprensión de los contenidos en la vigilancia tecnológica.

Figura 2

Nube de palabras generada a partir de los boletines Vitec 2023



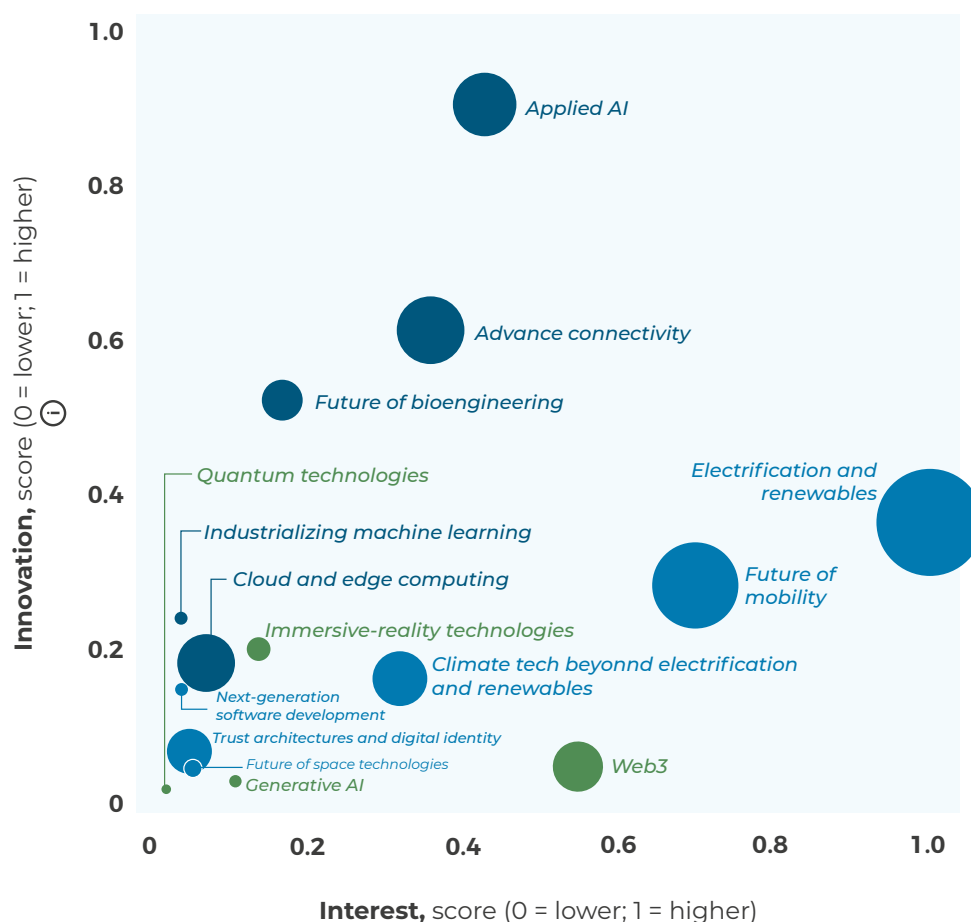
Nota. Imagen que muestra la frecuencia del uso de palabras clave en las noticias de los boletines Vitec 2023, aplicando la herramienta Orange. De orange data mining, 2023 (<https://orangedatamining.com/>). De los boletines de vigilancia tecnológica, por Concytec. s. f. (<http://octi.concytec.gob.pe/index.php/boletin>).

Los temas de tecnologías emergentes identificados en la herramienta VOSviewer, que se visualizan en la figura 1, se encuentran alineados a algunas de las 15 tendencias tecnológicas identificadas en el *Informe de perspectivas de Tendencias Tecnológicas de McKinsey Digital (2023)*: inteligencia artificial (IA) aplicada, industrializando *machine learning*, IA generativa, desarrollo de *software* de próxima generación, arquitectura de confianza e identidad digital, Web 3, conectividad avanzada, tecnologías de realidad inmersiva, computación en la nube y, en el borde, tecnologías cuánticas.

el futuro de la movilidad, el futuro de la bioingeniería, el futuro de las tecnologías especiales, electrificación y energías renovables y tecnologías climáticas más allá de la electrificación y las energías renovables (McKinsey Digital, 2023).

Figura 3

Las 15 tendencias tecnológicas - McKinsey 2023



Nota. De McKinsey, 2023 (<https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-top-trends-in-tech#tech-trends-2023>)

A partir de la coincidencia entre tecnologías emergentes priorizadas por McKinsey Digital (2023) y las temáticas más relevantes en los boletines Vitec 2023, se ha optado por realizar un análisis centrado en las aplicaciones en tres tecnologías emergentes específicas: i) inteligencia artificial y *machine learning*, ii) electrificación y energías renovables y iii) realidad inmersiva.

INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y *MACHINE LEARNING*

1



1.1. Análisis de la tecnología emergente

Se realizó el análisis global mediante la elaboración de la nube de palabras, como se visualiza en la figura 4 del contenido de los 51 boletines Vitec sobre las tecnologías emergentes de inteligencia artificial y *machine learning*. En relación con estas temáticas se identificaron 187 noticias y 204 patentes, entre las palabras con mayor coincidencia se pueden mencionar a: datos, inteligencia, artificial, *machine*, *learning*, sistema, dispositivo, imágenes, tiempo, procesamiento, dispositivos, entrenamiento, pluralidad, tecnología, entorno, red, humanos, características, procesador, informático, algoritmo, sensores, humano, herramienta, algoritmos, ingeniería, aplicaciones, mundo, inversión, computadora, ciencias, generación, computación y laboratorio.

Figura 4

Nube de palabras de los boletines Vitec 2023 sobre inteligencia artificial y machine learning



Nota. Palabras relevantes de los boletines Vitec 2023 sobre inteligencia artificial y *machine learning* que contienen las noticias y patentes, aplicando la herramienta Orange. De Orange Data Mining, 2024 (<https://orangedatamining.com/>). De boletín de vigilancia tecnológica, por Concytec, s. f. (<http://octi.concytec.gob.pe/index.php/boletin>).

A continuación, se presentan las siguientes definiciones de inteligencia artificial (IA) y *machine learning* (ML):

1.1.1. **Inteligencia artificial (IA)**

La inteligencia artificial es la capacidad de un sistema informático de imitar funciones cognitivas humanas, como el aprendizaje y la solución de problemas. A través de la inteligencia artificial, un sistema informático usa las matemáticas y la lógica para simular el razonamiento que utilizan los usuarios para aprender con información nueva y tomar decisiones (Azure, 2024).

1.1.2. **Machine learning (ML)**

Machine learning es una aplicación de la inteligencia artificial (IA). Es el proceso de usar modelos matemáticos de datos para ayudar a un sistema informático a aprender sin instrucciones directas. Esto permite al sistema informático seguir aprendiendo y mejorando por su cuenta, en función de la experiencia (Azure, 2024).



1.2. Análisis de las noticias Vitec 2023

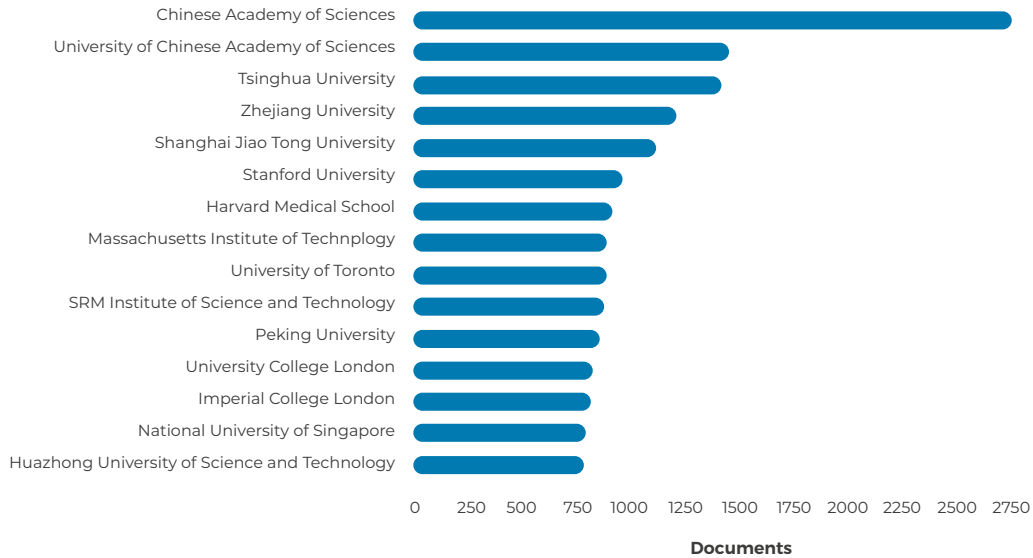
En base al análisis realizado sobre las fuentes consultadas de los 51 boletines publicados el año 2023 se obtiene que las tecnologías emergentes de inteligencia artificial (IA) y *machine learning* (ML) aparecen en 187 noticias. Las instituciones que más destacan son: Massachusetts Institute of Technology con 27, University of Oxford con 10, University of Michigan con 7, University of California con 6 y Cornell University con 6, mientras que en las demás se tiene un total de 131 noticias.

Asimismo, se ha podido observar que la presente tecnología emergente abarca una amplia gama de aplicaciones y avances en diversos campos. Se mencionan desarrollos en inteligencia artificial y *machine learning* para mejorar la comprensión y el tratamiento de enfermedades, como la detección de mutaciones genéticas para trastornos cerebrales, la identificación de riesgos de enfermedades como el cáncer y el Alzheimer, y la mejora en el diagnóstico médico. Además, se destacan avances en áreas como la fabricación aditiva, la detección de contaminantes del aire, la predicción climática y la conservación del medio ambiente. La integración de Inteligencia Artificial en campos como la robótica, la energía limpia y la medicina también se menciona, así como la mejora de procesos industriales y de comunicación. La investigación aborda temas éticos y sociales, como sesgos en algoritmos y la comprensión de trastornos mentales, y busca optimizar el rendimiento y la eficiencia en una variedad de aplicaciones.

Las instituciones que más destacan en las noticias sobre inteligencia artificial y *machine learning* durante el año 2023, según los datos de Scopus (2024) son: Chinese Academy of Sciences con 2758 publicaciones, University of Chinese Academy of Sciences con 1445, Tsinghua University con 1412, Zhejiang University con 1203, Shanghai Jiao Tong University con 1119 y Stanford University con 953; tal como se muestra en la figura 5. Para ello, se utilizó la ecuación de búsqueda: TITLE-ABS-KEY ("inteligencia artificial" o "aprendizaje automático").

Figura 5

Resultados de “(artificial and Intelligence) or (machine and learning)”, documentos por institución

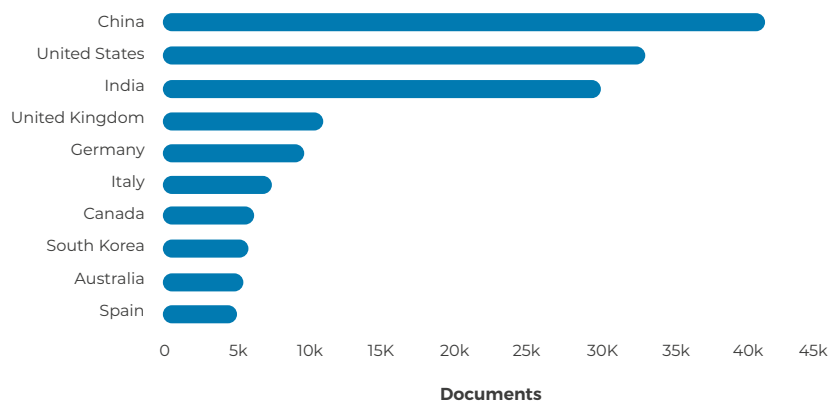


Nota. De Scopus, 2024 (<https://www.scopus.com/home.uri>).

A nivel país, tal como se visualiza en la figura 6, se tiene que aquellos que más han investigado en temas relacionados de inteligencia artificial y *machine learning* son China con 41 097 publicaciones, Estados Unidos con 32 885, India con 29 842, Reino Unido con 10 910, Alemania con 9524 e Italia con 7305. En este sentido, es conveniente explorar las noticias de las principales instituciones de estos países.

Figura 6

Resultados de “(artificial and Intelligence) or (machine and learning)”, documentos por país



Nota. De Scopus, 2024 (<https://www.scopus.com/home.uri>).

En base al análisis realizado sobre los temas que más se relacionan con inteligencia artificial y *machine learning* se analiza las aplicaciones centradas en datos e imágenes, dado que, se tienen las palabras más relevantes tales como: datos, procesador, tiempo, dispositivo, sistema, salud, cerebro, algoritmos, redes, entre otros, como se observa en la figura 7 de la nube de palabras obtenida mediante la herramienta Orange.

Figura 7

Nube de palabras generada a partir de las noticias de los boletines Vitec 2023 sobre inteligencia artificial y machine learning



Nota. Palabras claves más relevantes en las noticias de los boletines Vitec 2023, aplicando la herramienta Orange. De orange data mining, 2024 (<https://orangedatamining.com/>). De los boletines de vigilancia tecnológica, por Concytec, s. f. (<http://octi.concytec.gob.pe/index.php/boletin>).

1.2.1. Inteligencia artificial y *machine learning* aplicadas a datos e imágenes

A partir de las coincidencias encontradas entre los términos de inteligencia artificial, *machine learning* y datos se obtuvo un total de 23 noticias de áreas como las que se detallan en la tabla 1: medicina, ciencias de la tierra y planetarias, ciencias medioambientales, ciencias de la computación, ingeniería y neurociencias.

Tabla 1
Noticias que contienen los términos inteligencia artificial y machine learning aplicada a datos e imágenes por área

TITULAR	ÁREA	FUENTE
Investigadores ganan tiempo en la computadora más potente del mundo	Medicina	Greaves (2023) University College London
Investigadores desarrollaron un modelo de inteligencia artificial que puede detectar el riesgo a futuro del cáncer de pulmón		Ouyang (2023) Massachusetts Institute of Technology
Aplicación reconoce posibles erupciones de viruela (MPOX) usando inteligencia artificial		Moskal (2023) Stanford Medicine
Inteligencia Artificial puede ayudar a detectar la enfermedad de Alzheimer a partir de pruebas rutinarias de imágenes cerebrales		Chase (2023) Massachusetts General Hospital
Sistemas de inteligencia artificial ya pueden determinar cómo detectar el cáncer de mama		Sternudd (2023) Karolinska Institute
Biomarcadores pueden ser clave para el diagnóstico y la atención precisos de la salud mental		Fennessy (2023) Lehigh University

TITULAR	ÁREA	FUENTE
Investigación muestra que la inteligencia artificial puede pedirle a otra inteligencia artificial una segunda opinión sobre exploraciones médicas	Medicina	Monash University (2023)
Nueva técnica DEEPer utiliza la inteligencia artificial		Wadduwage (2023) The Harvard Gazette
Desarrollando nuevas tecnologías de <i>deep learning</i> para la clasificación de imágenes médicas		Revels (2023) Texas A&M University College of Engineering
Imágenes generadas por inteligencia artificial mapean funciones visuales en el cerebro		Schnabel (2023) Cornell University
Nuevo estudio muestra que la Inteligencia Artificial podría ayudar a localizar vida en Marte	Ciencias de la Tierra y planetarias	University of Oxford (2023a)
Modelo de <i>machine learning</i> en el espacio exterior por primera vez	Ciencias medioambientales	University of Oxford (2023d)
Inteligencia artificial que detecta automáticamente columnas de metano desde el espacio podría ser una herramienta poderosa para combatir el cambio climático		University of Oxford (2023c)
Incorporar el error humano al <i>machine learning</i>	Ciencias de la computación	Collins (2023a) University of Cambridge
Vehículos sin conductor detectan con mayor dificultad a los niños y a los peatones de piel más oscura		Zhang (2023) King's College London
Modelos de <i>machine learning</i> pueden producir resultados fiables incluso con datos de entrenamiento limitados		Collins (2023b) University of Cambridge

TITULAR	ÁREA	FUENTE
La capacidad de percepción visual de un sistema de redes neuronales	Ciencias de la computación	Martialay (2023) Purdue University
Mirada al futuro de la interpretación de datos visuales		Magubane (2023) University of Pennsylvania
Precisión en el reconocimiento de imágenes		Gordon (2023) Massachusetts Institute of Technology
Medición precisa de la nieve gracias a la inteligencia artificial y satélites		Elhardt (2023) Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
TRIAD agiliza el procesamiento de datos en antenas <i>phased-array</i>	Ingeniería	Toon (2023) Georgia Institute of Technology
Para sobresalir en el diseño de ingeniería, la inteligencia artificial generativa debe aprender a innovar		Chu (2023b) Massachusetts Institute of Technology
Se publica el primer atlas digital del desarrollo cerebral fetal humano	Neurociencia	University of Oxford (2023b)

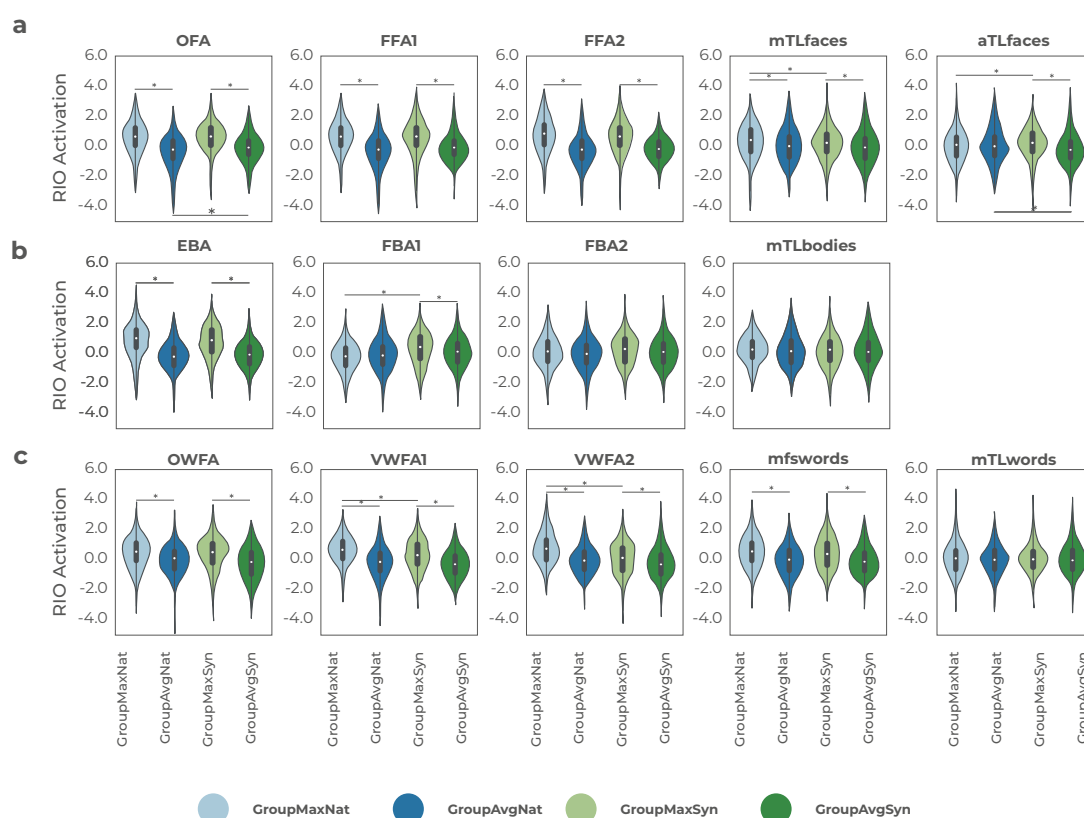
Nota. Adaptado de los boletines de vigilancia tecnológica, 2023. (<http://octi.concytec.gob.pe/index.php/boletin>).

De la tabla 1 se puede visualizar que el área que tiene más vinculación a datos e imágenes es medicina, con un total de diez noticias relacionadas a inteligencia artificial y *machine learning* aplicadas a datos e imágenes: i) *Investigadores ganan tiempo en la computadora más potente del mundo*; ii) *Investigadores desarrollaron un modelo de inteligencia artificial que puede detectar el riesgo a futuro del cáncer de pulmón*; iii) *Aplicación reconoce posibles erupciones de viruela (MPOX) usando inteligencia artificial*; iv) *Inteligencia artificial puede ayudar a detectar la enfermedad de Alzheimer a partir de pruebas rutinarias de imágenes cerebrales*; v) *Sistemas de inteligencia artificial ya pueden determinar cómo detectar el cáncer de mama*; vi) *Biomarcadores pueden ser clave para el diagnóstico y la atención precisos de la salud mental*; vii) *Investigación muestra que la inteligencia artificial puede pedirle a otra inteligencia artificial una segunda opinión sobre exploraciones médicas*; viii) *Nueva técnica DEEPPer utiliza la inteligencia artificial*; ix) *Desarrollando nuevas tecnologías de deep learning para la clasificación de imágenes médicas* y, x) *Imágenes generadas por inteligencia artificial mapean funciones visuales en el cerebro*.

Se presentan tres noticias que abordan cómo las tecnologías emergentes de inteligencia artificial y *machine learning* son aplicadas a datos e imágenes en el área de la medicina, Cornell University (2023) demuestra el uso de imágenes naturales y sintéticas generadas por inteligencia artificial (IA) como herramientas neurocientíficas para investigar las áreas de procesamiento visual del cerebro. Utilizando resonancia magnética funcional (fMRI, por sus siglas en inglés), como se muestra en la figura 8 se registraron la actividad cerebral de voluntarios mientras observaban estas imágenes, y encontraron que las imágenes seleccionadas o generadas por IA activaban las áreas de procesamiento visual de manera más efectiva que las imágenes de control. Por ello, se ajustaron modelos de visión personalizados para cada voluntario utilizando datos de respuesta cerebral, lo que permitió generar imágenes diseñadas específicamente para maximizar la activación en regiones visuales específicas del cerebro (Schnabel, 2023).

Figura 8

Comparaciones de activaciones cerebrales entre condiciones de imagen en diferentes regiones del cerebro



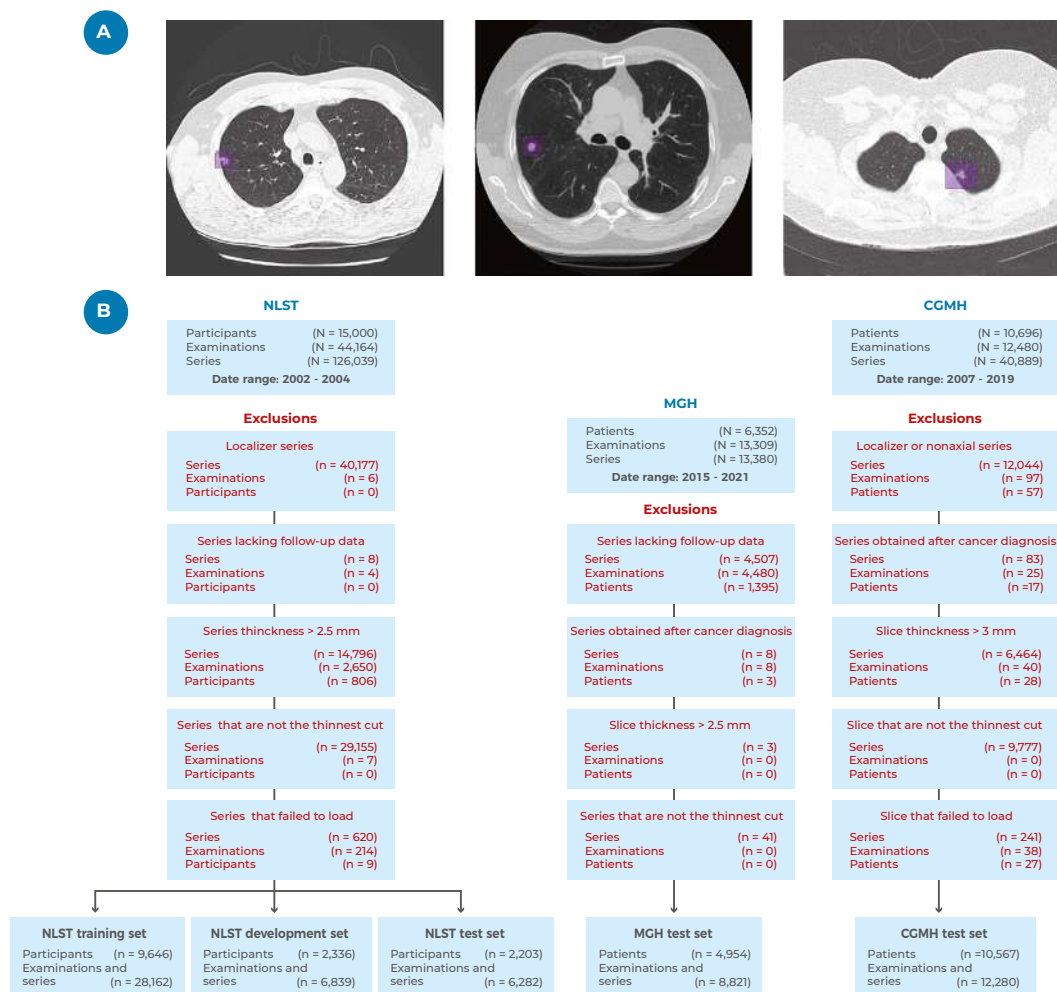
Nota. (a) regiones de la cara, (b) regiones del cuerpo y (c) regiones de palabras, por Schnabel, J., 2023, Cornell University, (<https://news.cornell.edu/stories/2023/11/ai-generated-images-map-visual-functions-brain>).

Mientras que, dos noticias en el campo de la salud se centran en la detección del cáncer, haciendo uso de la inteligencia artificial para identificar el riesgo de cáncer pulmonar y para detectar el cáncer de mama. Al respecto, el Centro Oncológico de

Massachusetts University (2023) ha desarrollado un modelo de inteligencia artificial llamado “Sybil” para evaluar el riesgo futuro de cáncer de pulmón en pacientes. Utilizando tomografías computarizadas de baja dosis (LDCT, por sus siglas en inglés) y un enfoque personalizado, Sybil puede predecir el riesgo de cáncer de pulmón en los próximos seis años con altos niveles de precisión. El estudio, destaca la importancia de cerrar la brecha en la detección del cáncer de pulmón y ofrece una prometedora herramienta para identificar casos de riesgo en una etapa temprana. Los resultados promueven futuras investigaciones prospectivas y subrayan la relevancia del trabajo colaborativo en la lucha contra el cáncer. En la figura 9, se muestra cómo radiólogos ayudan a entrenar el modelo anotando las lesiones sospechosas en el ensayo nacional de detección pulmonar (NLST, por sus siglas en inglés) Tomografía computarizada de dosis baja (LDCT), en donde el volumen de cada lesión se marca con cuadros delimitadores en imágenes axiales contiguas de corte (Ouyang, 2023).

Figura 9

Anotaciones de imágenes NLST

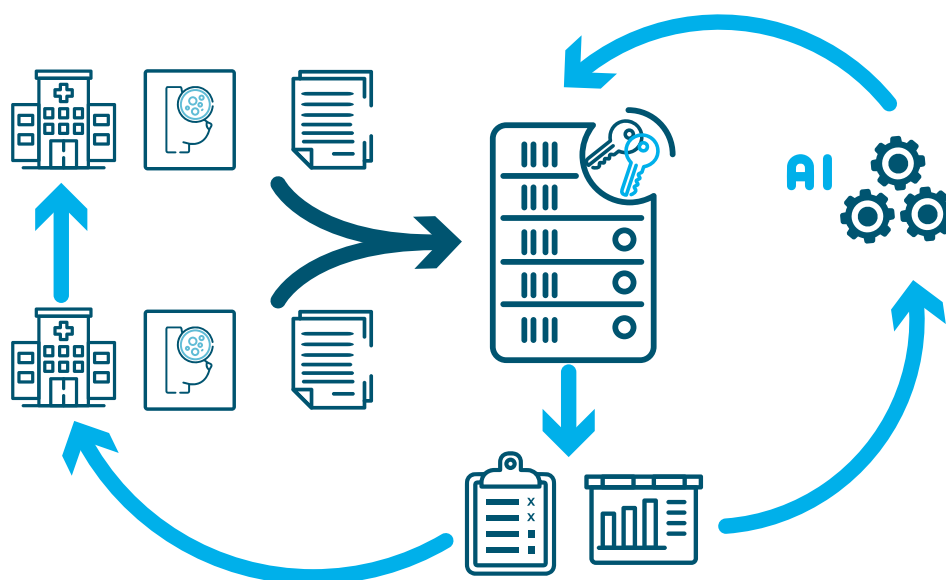


Nota. A) Anotación de cánceres de pulmón en el entrenamiento de Sybil. B) Diagramas de flujo de construcción del conjunto de datos, por Ouyang, A., 2023, Massachusetts Institute of Technology, (<https://news.mit.edu/2023/ai-model-can-detect-future-lung-cancer-0120>), imagen del Hospital General de Massachusetts.

Por otro lado, los investigadores del Karolinska Institute (2023) han desarrollado una plataforma de validación, como se visualiza en la figura 10 para evaluar objetivamente la precisión de los sistemas de inteligencia artificial (IA) en la detección del cáncer de mama. El objetivo es ayudar a los hospitales locales a seleccionar el sistema de IA más adecuado para sus necesidades clínicas específicas y evitar la omisión de casos de cáncer o el exceso de diagnósticos incorrectos. La plataforma proporciona una evaluación objetiva de los sistemas de IA, utilizando un conjunto de imágenes estándar y datos de diagnósticos reales de cáncer de mama. Esto revela posibles sesgos en los algoritmos, como la influencia de la edad, el origen geográfico y el estatus socioeconómico de los pacientes (Sternudd, 2023).

Figura 10

Plataforma de detección del cáncer de mama



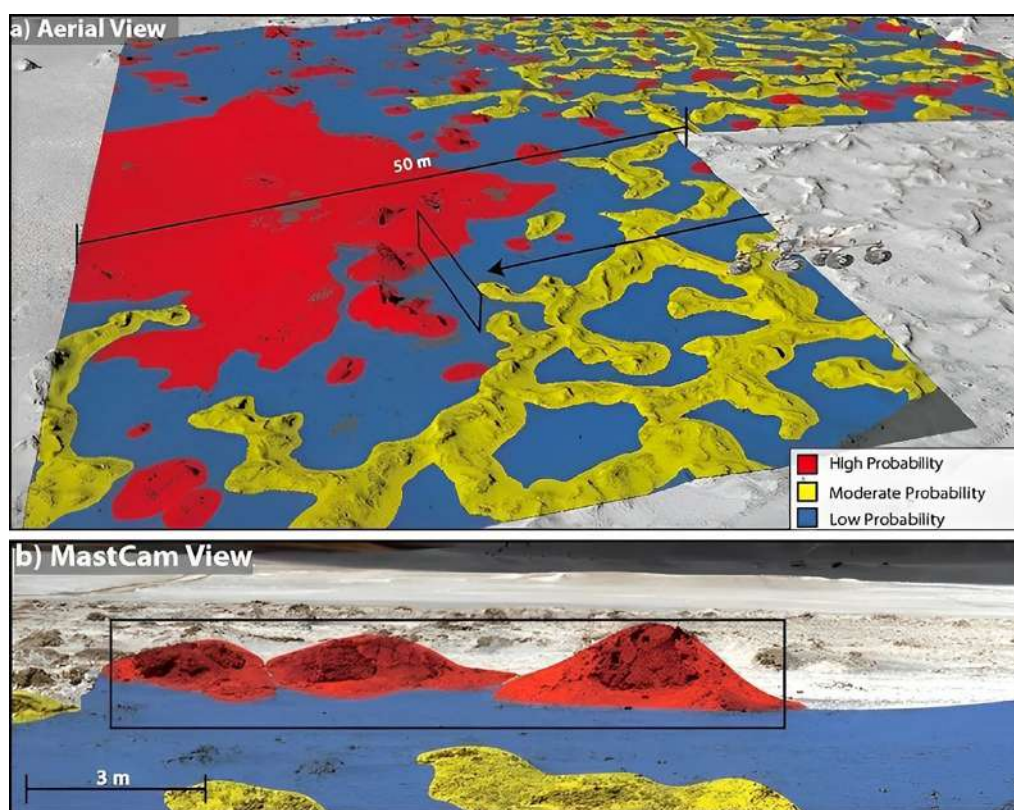
Nota. Plataforma de validación para algoritmos de Inteligencia Artificial para la detección del cáncer de mama, por Sternudd, K., 2023, Karolinska Institute, (<https://news.ki.se/how-local-hospitals-can-determine-how-ai-systems-would-detect-breast-cancer>), imagen de Claes Lundstrom.

En el área de ciencias de la Tierra y planetarias, University of Oxford (2023a) revela que la inteligencia artificial (IA) puede acelerar la búsqueda de vida extraterrestre al identificar áreas prometedoras para investigar, el estudio se basó en la exploración de un área, como se aprecia en la figura 11, del desierto de Atacama, Chile, para encontrar microorganismos fotosintéticos y sus marcadores biológicos, conocidos como “biofirmas”. Utilizando datos geológicos y de drones, se entrenó un modelo de IA para predecir hábitats asociados con estas biofirmas, reduciendo drásticamente el área de búsqueda necesaria para encontrar signos de vida. El modelo podría utilizarse en futuras misiones de exploración planetaria para guiar la búsqueda de vida en Marte

y otros cuerpos celestes. Este enfoque innovador resalta el potencial de la IA en la investigación científica y podría impulsar futuros descubrimientos sobre la existencia de vida más allá de la Tierra.

Figura 11

Vista aérea y vista terrestre en Marte



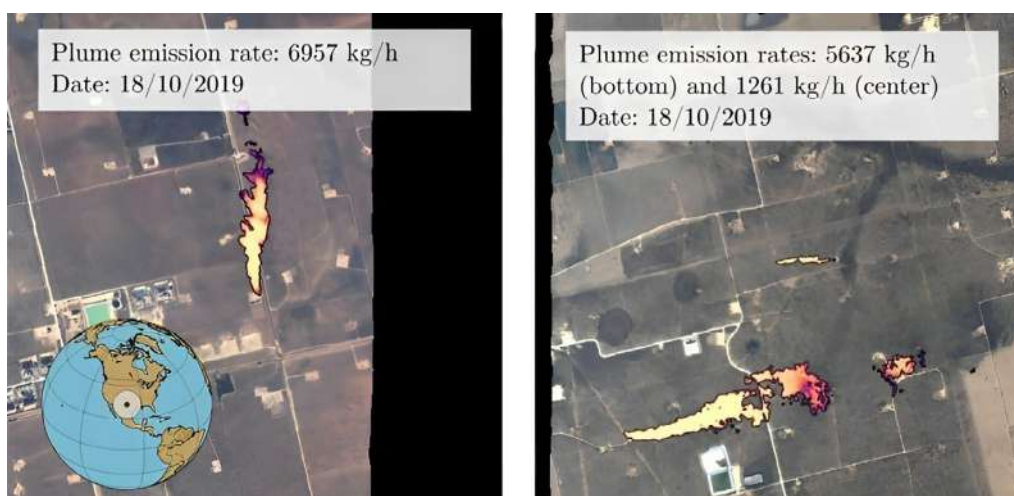
Nota. Vista aérea (arriba) y vista terrestre (abajo) desde un rover de un mapa de probabilidad de biofirmas de la misma área, por University of Oxford, 2023a, (<https://www.ox.ac.uk/news/2023-03-20-new-study-shows-artificial-intelligence-could-help-locate-life-mars>), imagen de M. Phillips, KA Warren-Rhodes y F. Kalaitzis.

En el ámbito de ciencias ambientales, se destacan dos noticias relacionadas: i) *Modelo de machine learning en el espacio exterior por primera vez* y ii) *Inteligencia artificial que detecta automáticamente columnas de metano desde el espacio podría ser una herramienta poderosa para combatir el cambio climático*. Se destaca la herramienta creada por investigadores de la Universidad de Oxford basada en inteligencia artificial (IA) para detectar automáticamente columnas de metano en la Tierra desde la órbita utilizando datos hiperspectrales, este avance podría ayudar a identificar “superemisores” excesivos de metano, facilitando la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. En la figura 12, se aprecian las predicciones del modelo entrenado con datos del sensor hiperspectral Aviris de la NASA, que demostró una precisión superior al 81 % en la detección de grandes columnas de metano,

siendo un 21,5 % más preciso que los enfoques anteriores. Los investigadores han compartido el código fuente del proyecto en GitHub y están explorando la posibilidad de implementar el modelo directamente en satélites para mejorar la vigilancia del metano desde el espacio. Este proyecto marca un paso significativo en la lucha contra el cambio climático, al ofrecer una herramienta eficaz para monitorear y mitigar las emisiones de metano (University of Oxford, 2023c).

Figura 12

Predicciones modelo de fugas de metano con datos de Aviris



Nota. Predicciones modelo de fugas de metano utilizando datos de la misión aérea Aviris que sobrevoló el área de Four Corners en EE. UU., por University of Oxford, 2023c, (<https://www.ox.ac.uk/news/2023-11-23-ai-automatically-detects-methane-plumes-space-could-be-powerful-tool-combating>), imagen Vít Růžička.

En el ámbito de Ciencias de la computación se destacan siete noticias relacionadas: i) *Incorporar el error humano al machine learning*; ii) *Vehículos sin conductor detectan con mayor dificultad a los niños y a los peatones de piel más oscura*; iii) *Modelos de machine learning pueden producir resultados fiables incluso con datos de entrenamiento limitados*; iv) *La capacidad de percepción visual de un sistema de redes neuronales*; v) *Mirada al futuro de la interpretación de datos visuales*; vi) *Precisión en el reconocimiento de imágenes*; y, vii) *Medición precisa de la nieve gracias a la inteligencia artificial y satélites*. Destacando la herramienta desarrollada por los investigadores de Purdue University (2023) que revela cómo las redes neuronales, como se visualizan en la figura 13, procesan datos para el reconocimiento de imágenes. Esta herramienta ayuda a identificar áreas donde la red necesita más información para mejorar su precisión. Al contrario de seguir la ruta de decisión de una sola imagen, el enfoque ofrece una vista panorámica de todas las imágenes en una base de datos, mostrando cómo la red las relaciona. Utilizando técnicas de análisis topológico, la herramienta mapea relaciones complejas entre las imágenes y señala áreas donde la red tiene dificultades para distinguir entre clasificaciones. Esto proporciona una

forma efectiva de localizar errores y mejorar la precisión de las redes neuronales en tareas críticas como el análisis de imágenes médicas (Martialay, 2023).

Figura 13

El ojo mental de un sistema de red neuronal

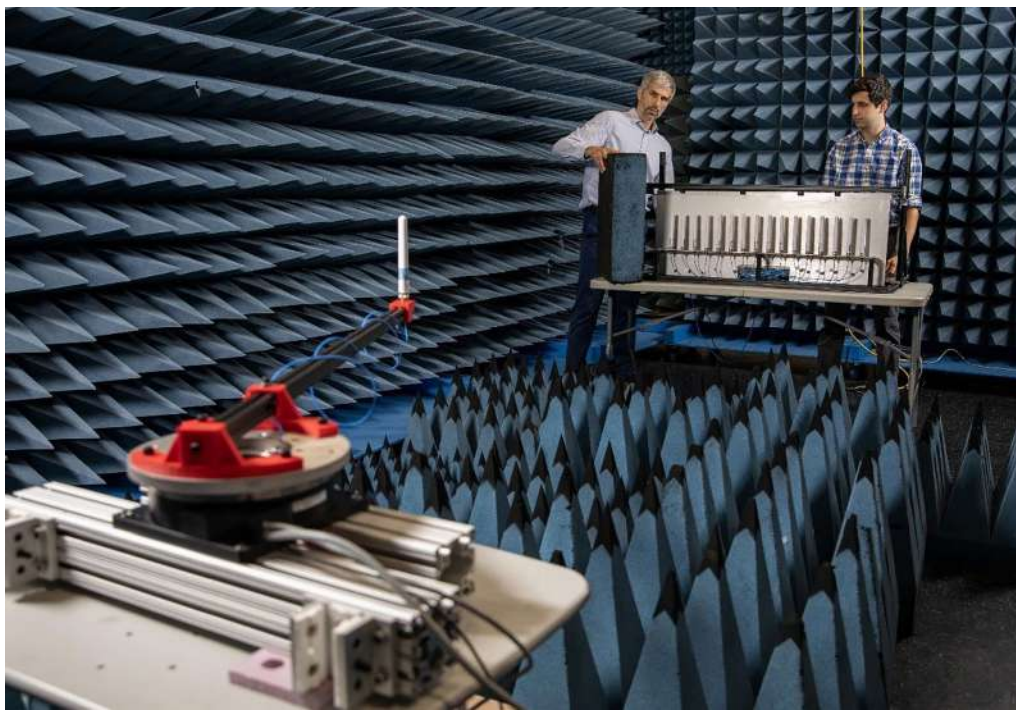


Nota. Una herramienta para comprobar la salida de las redes neuronales hace que encontrar errores sea tan fácil como detectar las cimas de las montañas desde un avión, por Gleich, D., 2023, Purdue University, (<https://www.purdue.edu/newsroom/releases/2023/Q4/the-minds-eye-of-a-neural-network-system.html>), imagen de Purdue University.

En el ámbito de Ingeniería, se destacan dos noticias relacionadas: i) *TRIAD agiliza el procesamiento de datos en antenas phased-array*; ii) *Para sobresalir en el diseño de ingeniería, la inteligencia artificial generativa debe aprender a innovar*. En particular, se destaca que investigadores del Instituto de Tecnología de Georgia han desarrollado un enfoque innovador, llamado TRIAD, para procesar datos de antenas *phased-array* de forma inteligente en el mismo lugar donde se generan, como se puede apreciar en la figura 14. Esta técnica combina *machine learning*, FPGA, GPU y un nuevo algoritmo de procesamiento de imágenes de radiofrecuencia para manejar de manera eficiente grandes volúmenes de datos de radar en tiempo real. TRIAD podría permitir un análisis en tiempo real de datos de imágenes de RF para una variedad de aplicaciones, desde operaciones de defensa hasta transporte, ofreciendo mejoras significativas en términos de velocidad y eficiencia energética. Los resultados prometedores de esta investigación podrían tener un impacto profundo en diversas áreas, desde la detección de objetivos enemigos hasta la prevención de colisiones de vehículos (Toon, 2023).

Figura 14

Configuración del enfoque TRIAD

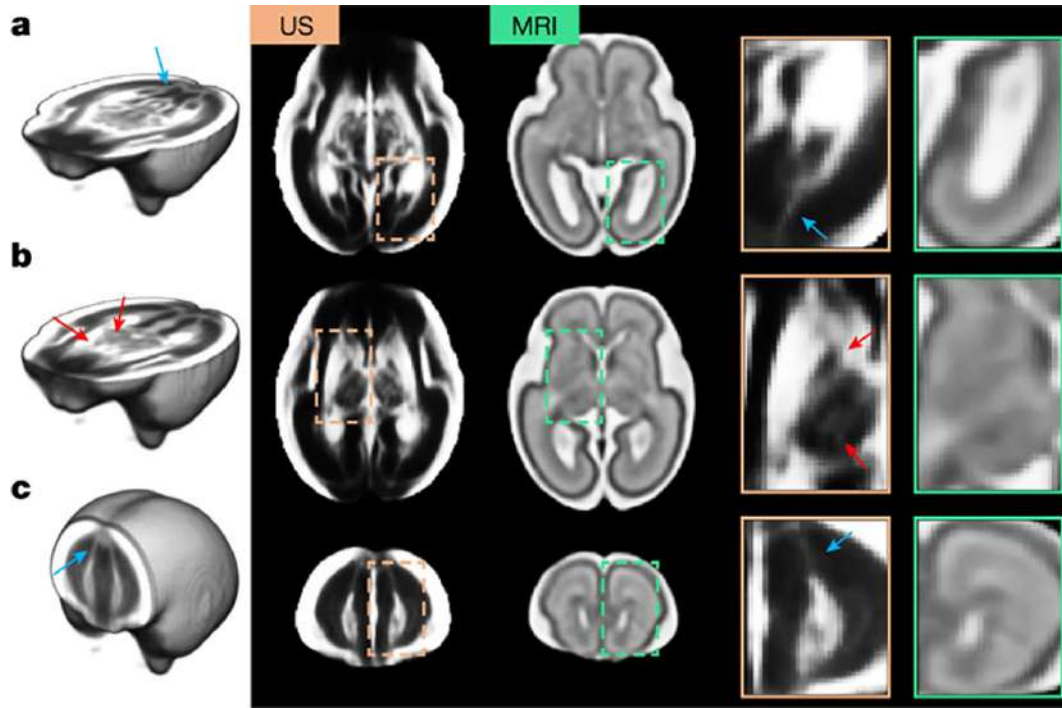


Nota. Configuración de demostración final de TRIAD, con la antena transmisora en primer plano sobre un brazo metálico unido a un tocadiscos y el conjunto digital elemental al fondo, por Toon, J., 2023, Georgia Institute of Technology, (<https://research.gatech.edu/triad-streamlines-edge-processing-data-phased-array-antennas>), imagen de Sean McNeil, GTRI.

En el ámbito de la neurociencia, un equipo de investigadores de University of Oxford (2023b) ha lanzado el primer atlas digital que muestra el desarrollo del cerebro humano durante el embarazo. Utilizando más de 2500 escáneres cerebrales por ultrasonido tridimensional (3D US) de 2194 fetos, este atlas proporciona una visión detallada del crecimiento y desarrollo cerebral, como se muestra en la figura 15, desde las semanas 14 a 31 de gestación. En el estudio destacan patrones universales de maduración cerebral y resaltan la importancia de satisfacer las necesidades de salud materna para garantizar un desarrollo cerebral saludable en los bebés. Este avance científico, parte del Proyecto Intergrowth-21st, ofrece una herramienta para la investigación y la práctica clínica.

Figura 15

Comparación entre los atlas de ecografía y resonancia magnética del cerebro fetal



Nota. a – c, Plantillas de la misma edad mostradas en dos vistas axiales: nivel de los ventrículos (a) y nivel de los tálamos (b), y una vista coronal (c). Las estructuras se localizan en ambas modalidades, por University of Oxford, 2023b. (<https://www.ox.ac.uk/news/2023-10-26-first-digital-atlas-human-fetal-brain-development-published>).

1.3. Análisis de las patentes Vitec 2023

Según la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (WIPO, por sus siglas en inglés), durante el año 2023, los 10 países que vienen liderando en patentamiento sobre la tecnología emergente de inteligencia artificial y *machine learning* son: China con 13 729, seguido por Estados Unidos de América con 4456, República de Corea con 3277 e India con 1679. Asimismo, entre las principales empresas se encuentran Beijing Baidu Netcom Science Tech CO LTD con 3434, Samsung Electronics CO LTD con 876, seguido por LG Electronics INC con 592, Tencent Tech (Shenzhen) CO LTD con 465, Ping an Tech (Shenzhen) CO LTD con 455, Beijing Baidu Network Communication Science and Tech Limited Company con 440, Huawei Tech CO LTD con 236 e International Business Machines CO con 172.

A partir del análisis de los 51 boletines Vitec publicados en el año 2023 se obtuvo que 204 patentes están relacionados a inteligencia artificial y *machine learning*. Los resultados de la exploración de las patentes más relevantes en Espacenet y WIPO se muestran en la figura 16, para lo cual se utilizó la herramienta de Orange con el fin de obtener la nube de palabras. Las palabras con mayor coincidencia son: datos, dispositivo, sistema, procesador, sensores, imágenes, cámara, tiempo, procesamiento, características, entre otros.

Figura 16

Nube de palabras generada a partir de las patentes de los boletines Vitec 2023 sobre inteligencia artificial y machine learning



Nota. Palabras claves más relevantes en las patentes de los boletines Vitec 2023, aplicando la herramienta Orange. De orange data mining, 2024 (<https://orangedatamining.com/>). De los boletines de vigilancia tecnológica, por Concytec, s. f. (<http://octi.concytec.qob.pe/index.php/boletin>).

En base a la figura 16 de la nube de palabras generada, se tiene que las temáticas con mayor relevancia son: “sensores” y “dispositivo”. A partir de los temas filtrados sobre la data de recopilación de boletines se han obtenido un total de siete patentes, de las cuales cuatro son WIPO y tres de Spacenet.

1.3.1. Inteligencia artificial y *machine learning* aplicadas a sensores y dispositivo

Tabla 2

Resultados de las patentes de los boletines Vitec 2023 relacionados con inteligencia artificial y machine learning aplicadas a sensores y dispositivo

TITULAR	SECTOR	TIPO DE PATENTE	OBJETIVO
Procesamiento de datos relacionados con el deporte	Deporte	Método	Interpretar datos en tiempo real de un evento en vivo que involucre una pluralidad de acciones.
Alertas de asistencia pasiva mediante asistentes de inteligencia artificial	Seguridad	Dispositivo	Identificar situaciones de peligro y activar automáticamente una llamada de asistencia.
Planificación medioambiental automática sobre datos de redes de sensores distribuidas	Medioambiental	Sistemas y métodos	Determinar el riesgo de peligros naturales.
Formación empresarial impulsada por inteligencia artificial basada en la nube	Empresarial	Sistema	Ofrecer capacitación empresarial avanzada y accesible.
Generación automática de datos de entrenamiento de una serie temporal de datos de sensores	Ingeniería	Dispositivo	D e t e c t a r comportamientos anómalos en un sistema técnico.

TITULAR	SECTOR	TIPO DE PATENTE	OBJETIVO
Dispositivo de clasificación de postura con base en inteligencia artificial que emplea sensores de presión corporal y su correspondiente procedimiento	Salud	Dispositivo	Mejorar la prevención de úlceras por presión al discriminar de manera precisa las posturas del usuario.
Sistema y método para crear recomendaciones personalizadas y basadas en la comunidad		Sistemas, método y modelo	Mejorar la salud y el bienestar del usuario.

Nota. Adaptado de los boletines de vigilancia tecnológica, 2023. (<http://octi.concytec.gob.pe/index.php/boletin>).

Al realizar el análisis sobre las patentes de los boletines Vitec 2023 podemos observar que dentro de la tecnología emergente de inteligencia artificial y *machine learning* sobre las temáticas de sensores y dispositivos se encuentran orientados a diferentes tipos de sectores, tales como: deporte, seguridad, medioambiental, empresarial, ingeniería y salud. Los sistemas y dispositivos descritos emplean tecnologías como inteligencia artificial y *machine learning* para diversas aplicaciones, como la recopilación y análisis de datos en tiempo real en eventos deportivos, la asistencia pasiva con IA para situaciones de emergencia, la evaluación de riesgos de desastres naturales en comunidades, la capacitación empresarial adaptativa, la generación de datos de entrenamiento para detectar anomalías, la discriminación postural para prevenir úlceras por presión, y la provisión de recomendaciones personalizadas de salud. Estas innovaciones tienen como objetivo mejorar la eficiencia, seguridad y calidad de vida en varios ámbitos, como se puede visualizar en la tabla 2.

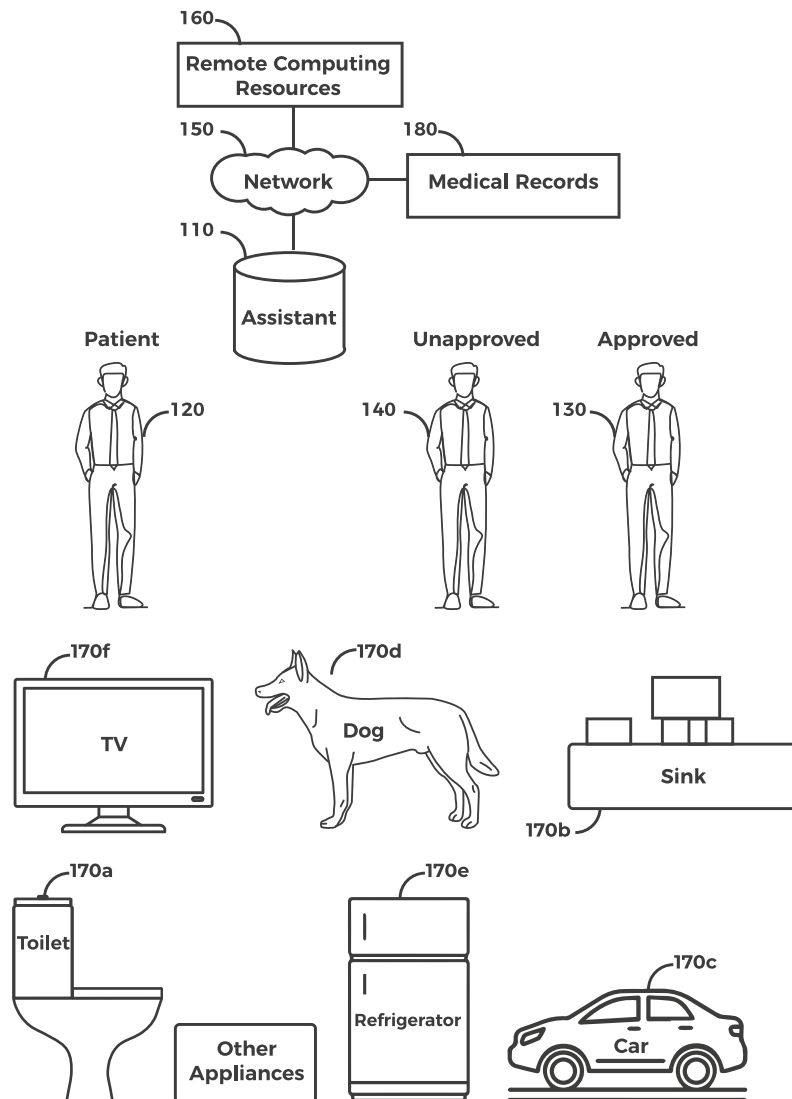
En el sector del deporte tenemos un método, sistema y aparato diseñado para la recopilación, manipulación, transmisión e interpretación de datos en tiempo real de eventos deportivos. Utilizan una variedad de sensores para capturar estos datos, los cuales son procesados por plataformas de juegos deportivos. Estas plataformas reciben y almacenan los datos capturados, filtrando información histórica para predecir futuras acciones en el evento deportivo con ayuda de inteligencia artificial y *machine learning*. Esto permite actualizar las probabilidades de apuestas ofrecidas por el sistema en tiempo real. El propósito del sistema es utilizar tecnología avanzada para mejorar la precisión y eficiencia en la toma de decisiones durante eventos deportivos en vivo (Huke *et al.*, 2023).

También se dispone de la patente enfocada en el sector de seguridad del ser humano, da cuenta de cómo las nuevas realizaciones determinan el momento adecuado para activar llamadas de asistencia pasiva mediante el uso de asistentes personales de inteligencia artificial (IA). Estas mejoras permiten a los dispositivos asistentes detectar peligros al monitorear sonidos ambientales, además de reconocer comandos de voz activos. Esto amplía su capacidad para identificar situaciones de emergencia, como caídas o asfixia, en diversos entornos, como se puede apreciar en la figura 17. Además,

estos dispositivos pueden integrarse con otros sensores para una evaluación más completa del entorno, lo que mejora aún más su eficacia en la detección de angustia en personas monitoreadas (Alam et al., 2023).

Figura 17

Entorno en el que se puede implementar un dispositivo asistente, que aloja un cliente local para un asistente de IA

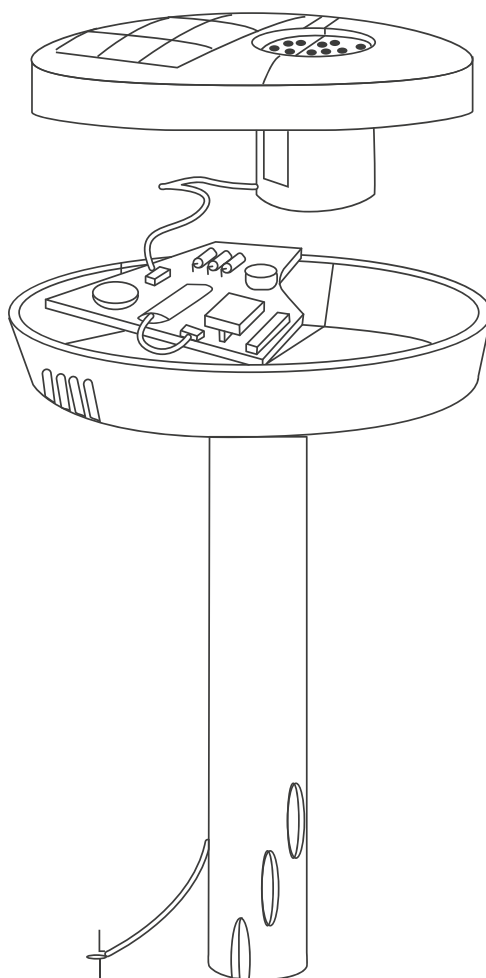


Nota. Ilustración en el que un dispositivo de IA pide asistencia. De 1. US2023210372A - *Passive assistive alerts using artificial intelligence assistants*, por Alam et al., 2023, Espacenet (<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/086992826/publication/US2023210372A1?q=artificia%20intelligence>).

En el sector medioambiental, se presenta un sistema y método innovador para el procesamiento de datos fusionados de múltiples sensores, como se aprecia en la figura 18, con el objetivo de determinar el riesgo de peligros naturales en una comunidad. Estos sistemas incluyen unidades de memoria y procesadores que reciben datos de una red multisensor distribuida, que abarca dispositivos sensores asociados con la comunidad. Estos datos incluyen información sobre la propiedad, infraestructura comunitaria y condiciones ambientales, los cuales son combinados y procesados mediante técnicas de *machine learning* para determinar una puntuación de riesgo comunitario para un peligro natural específico (Venkata et al., 2023).

Figura 18

Estación multisensor

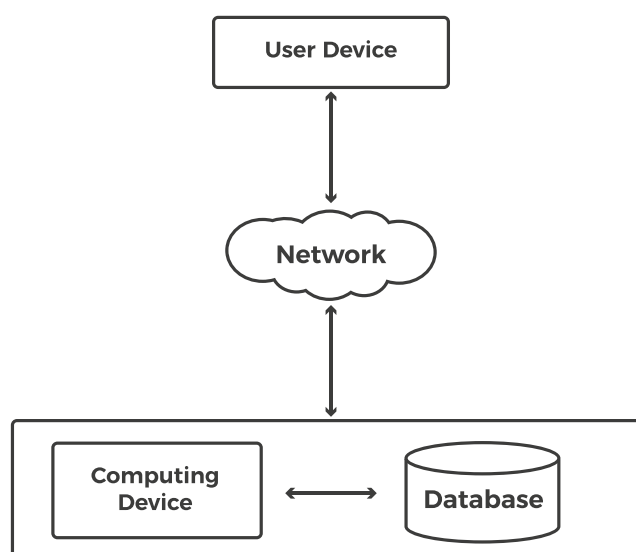


Nota. Diagrama que ilustra un ejemplo de la arquitectura. De 1. US20230259798 - *Systems and methods for automatic environmental planning and decision support using artificial intelligence and data fusion techniques on distributed sensor network data*, por Venkata et al., 2023, WIPO IP Portal (https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=US404729577&_cid=P20-LLPAES-42554-1).

En el sector empresarial destaca un sistema innovador que ofrece capacitación empresarial impulsada por inteligencia artificial (IA). Este sistema cuenta con un dispositivo informático que almacena instrucciones ejecutables para el procesamiento de datos relacionados con negocios reales, como se aprecia en la figura 19. Además, incorpora una base de datos para almacenar información empresarial, un dispositivo de usuario para facilitar la interacción durante la capacitación y una plataforma de aplicaciones basada en aprendizaje que fortalece habilidades empresariales y comunicativas. También incluye dispositivos o sensores basados en Li-Fi conectados a una nube impulsada por IA para asistencia adicional. Destaca por su capacidad de generar imágenes de información digital en una superficie táctil para personas con discapacidad visual o auditiva, adaptándose a diferentes necesidades de los usuarios y ofreciendo una experiencia de aprendizaje auténtica y acceso a situaciones empresariales del mundo real de manera simultánea (SatyaDeep, 2023).

Figura 19

Sistema implementado por computadora ejecutado en un entorno de red



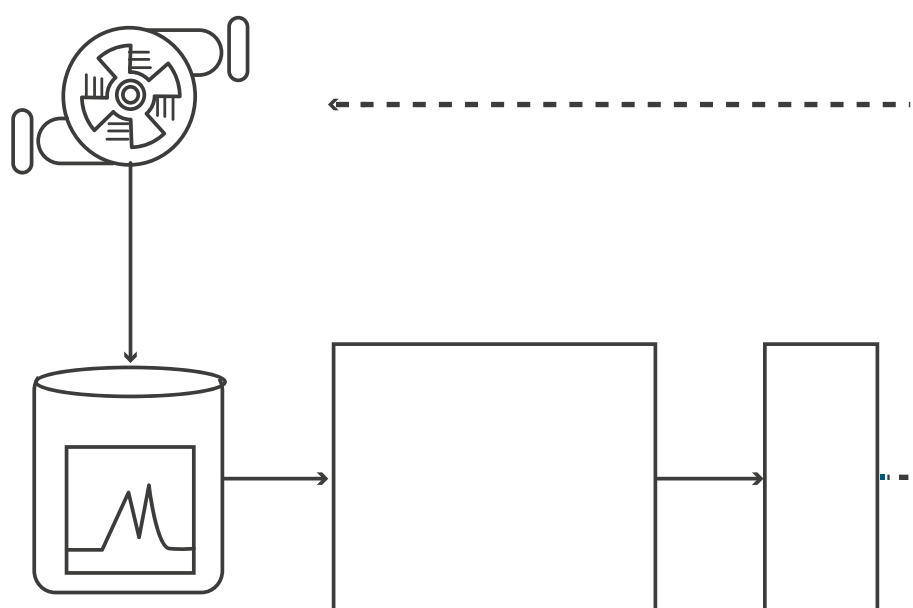
Nota. Entorno de red para proporcionar capacitación empresarial impulsada por IA. De 1. US20230334999 - Cloud-based ai-powered entrepreneurship training system and method, por SatyaDeep., 2023, WIPO IP Portal (<https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=US411170793>).

Asimismo, en el sector de ingeniería, se identifica una patente que describe a un dispositivo de asistencia que automatiza la generación de datos de entrenamiento para sistemas de inteligencia artificial, como se visualiza en la figura 20. También, procesa datos temporales de sensores históricos, identifica patrones de comportamiento normal, y utiliza esta información para generar datos de entrenamiento que mejoran la detección de comportamientos anómalos en sistemas técnicos. Además, proporciona

una solución eficiente y precisa para el entrenamiento de sistemas de inteligencia artificial en la detección de comportamientos anómalos; al automatizar la generación de datos de entrenamiento, permite mejorar la capacidad de los sistemas técnicos para identificar y responder a situaciones fuera de lo común de manera más efectiva y rápida (Günnemann-Gholizadeh et al., 2023).

Figura 20

Generación automática de datos de entrenamiento de una serie tiempo de datos del sensor

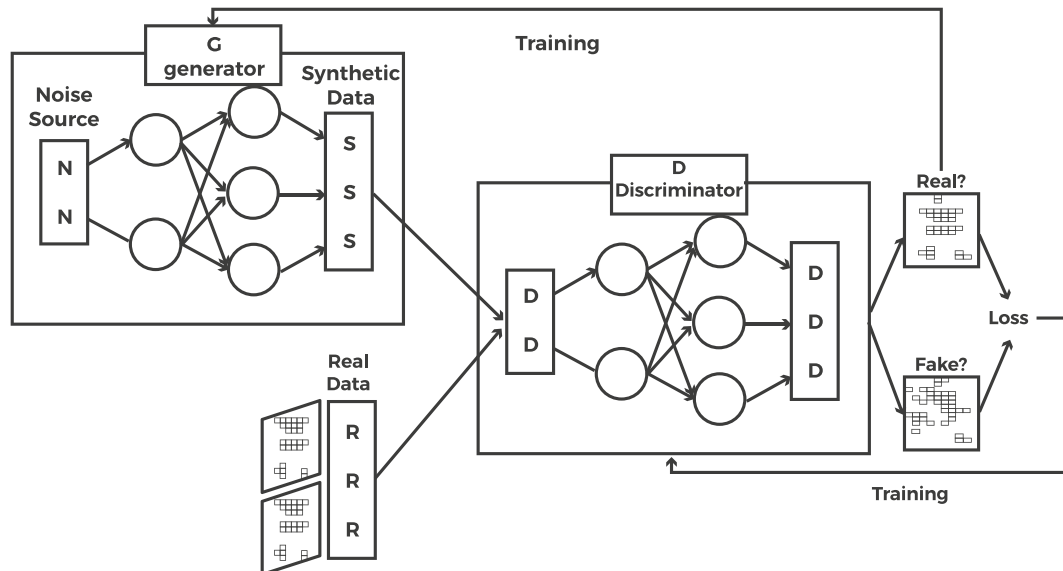


Nota. Ilustra esquemáticamente un escenario de aplicación para generar automáticamente datos de entrenamiento. De 1. CO20230351214 - *Automatically generating training data of a time series of sensor data*, por Günnemann-Gholizadeh et al., 2023, WIPO IP Portal (https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=US412498622&_cid=P21-LT4IPM-64242-1).

Finalmente, en el sector de la salud tenemos dos patentes, la primera, propone un dispositivo de discriminación de postura basado en inteligencia artificial que utiliza sensores de presión corporal para mejorar la prevención de úlceras por presión. Este dispositivo consta de tres módulos principales: uno para medir la presión corporal del usuario, otro para generar datos de distribución de presión corporal mediante una red generativa adversaria (GAN, por sus siglas en inglés), según la figura 21, y un tercero para analizar y discriminar las posturas acostadas del usuario utilizando técnicas de aprendizaje profundo. Este enfoque permite un cambio efectivo de posturas, aumentando la funcionalidad y comodidad del dispositivo en la prevención de úlceras por presión (Lee et al., 2023).

Figura 21

Estructura de una red adversaria generativa (GAN)

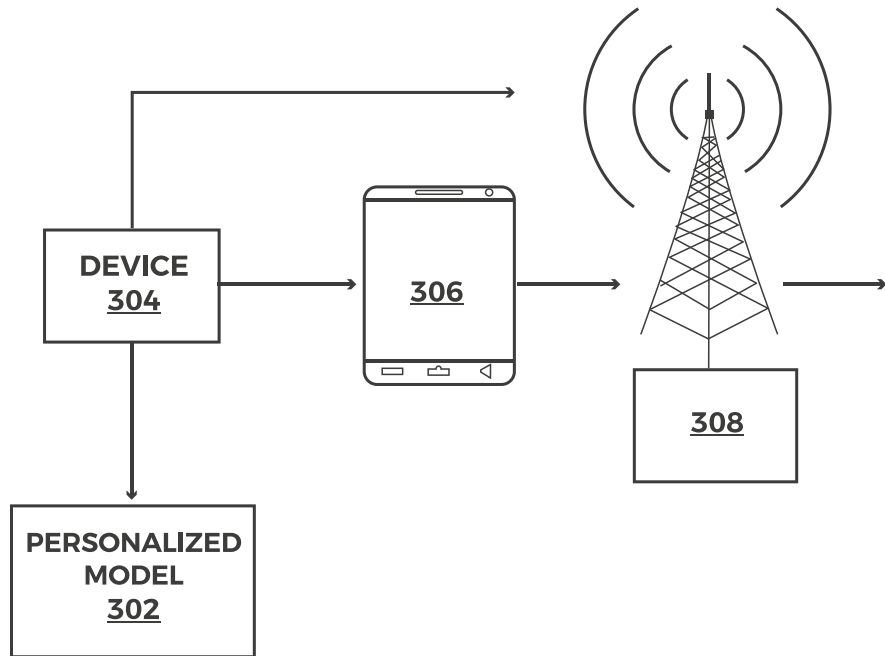


Nota. Ilustra una estructura GAN aplicada a la realización ejemplar. De 1. US2023355166A1 - *Artificial Intelligence-based posture discrimination device using body pressure sensors and method thereof*, por Lee et al., 2023, Espacenet Patent Search (<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/088647998/publication/US2023355166A1?q=artificia%20intelligence>).

La segunda patente referida al sector de la salud, presenta un sistema y método que ofrecen recomendaciones personalizadas y comunitarias, como se muestra en la figura 22. Utiliza sensores primarios y un dispositivo portátil para monitorear múltiples parámetros de salud, con sensores secundarios para recopilar datos adicionales. La inteligencia artificial (IA) genera un modelo personalizado basado en estos datos, activando servicios de emergencia ante cambios significativos. El sistema ofrece microservicios para recomendaciones personalizadas y utiliza una red *blockchain* para generar contratos inteligentes y recompensar a los usuarios según el modelo de gemelo digital. Esta patente integra tecnologías avanzadas para mejorar la salud individual y comunitaria, además de incentivar comportamientos saludables mediante recompensas basadas en datos (Krishnaswamy et al., 2023).

Figura 22

Microservicios para recomendaciones personalizadas



Nota. Ilustra una arquitectura de sistema ejemplar. De 1. US2023368882A1 - System and method for generating personalized and community-based recommendations, por Krishnaswamy et al., 2023, Espacenet Patent Search (<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/088699399/publication/US2023368882A1?q=blockch%20ain>).

ELECTRIFICACIÓN Y ENERGÍAS RENOVABLES

2



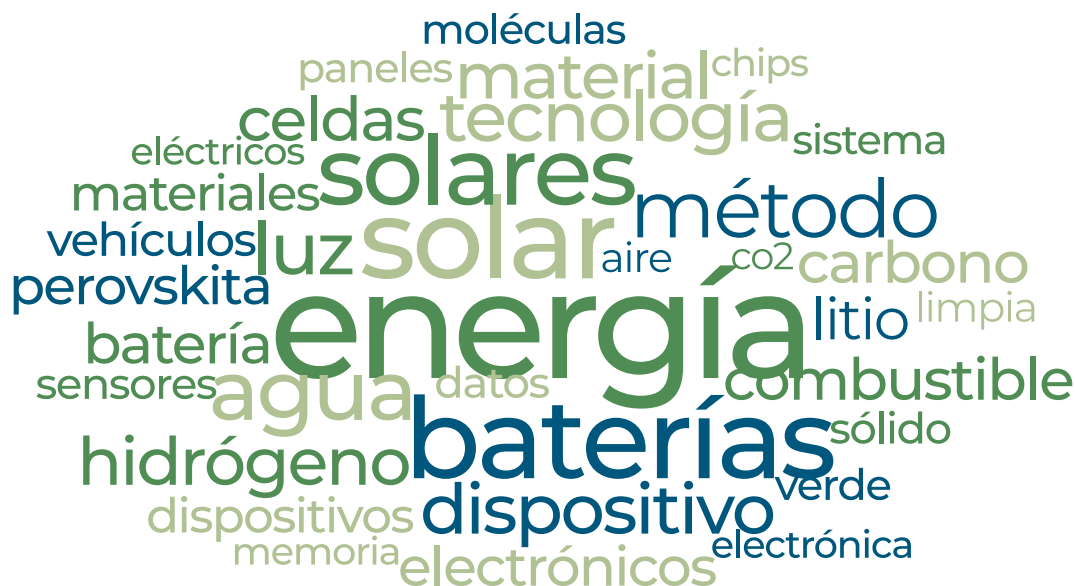
2.1. Análisis de la tecnología emergente

En base al análisis realizado a los 51 boletines Vitec, podemos precisar que la electrificación y las energías renovables son dos áreas fundamentales en la transición hacia un sistema energético más sostenible y amigable con el medio ambiente.

A partir de la figura 1, se tiene que una de las tecnologías más relevantes son las relacionadas a la electrificación y energías renovables. En esa línea, es que en esta sección analiza esta tecnología emergente, para lo cual se utiliza una nube de palabras, tal como se visualiza en la figura 23. Con relación a esta temática se identificó un total de 303 noticias y 23 patentes, entre las palabras con mayor coincidencia se pueden mencionar a: energía, solar, baterías, agua, método, luz, tecnología, dispositivo, hidrógeno, material, celdas, combustible, carbono, litio, electrónicos, perovskita, materiales, vehículos, sólido, paneles, moléculas, sistema, datos, verde, sensores, limpia, aire, eléctricos, chips, electrónica, CO2 y memoria.

Figura 23

Nube de palabras de los boletines Vitec 2023 sobre electrificación y energías renovables



Nota. Palabras relevantes de los boletines Vitec 2023 sobre electrificación y energías renovables que contienen las noticias y patentes, aplicando la herramienta Orange. De orange data mining, 2024 (<https://orangedatamining.com/>). De los boletines de vigilancia tecnológica, por Concytec, s. f. (<http://octi.concytec.gob.pe/index.php/boletin>).

2.1.1. Electrificación

Es el proceso por el que sustituimos las fuentes de energía fósiles –como el carbón, el petróleo y el gas– por electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables, como la solar, la eólica, la hidráulica y la geotérmica. La electrificación, por tanto, nos obliga a reimaginar la forma en que abastecer nuestros vehículos, calefaccionamos nuestros hogares y suministramos energía a nuestras industrias (Enel x, 2024).

Es decir, la electrificación se refiere al proceso de utilizar la electricidad como fuente principal de energía en diferentes sectores, como el transporte, la industria y los hogares, en lugar de depender principalmente de combustibles fósiles como el petróleo, el carbón o el gas natural.

2.1.2. Energías Renovables

Las energías renovables son un tipo de energías derivadas de fuentes naturales que llegan a reponerse más rápido de lo que pueden consumirse. Un ejemplo de estas fuentes es, por ejemplo, la luz solar y el viento; estas fuentes se renuevan continuamente. Las fuentes de energía renovable abundan y las encontramos en cualquier entorno (Naciones Unidas, 2024).

Naciones Unidas (2024), ha identificado y definido algunas fuentes habituales de energías renovables, tales como:



A. Energía solar

La energía solar es la que más abunda y, además, también puede obtenerse aún con el cielo nublado. Las tecnologías solares pueden producir calor, refrigeración, luz natural, electricidad y, también, combustibles para multitud de aplicaciones. Las tecnologías solares convierten la luz solar en energía eléctrica, ya sea mediante paneles fotovoltaicos o a través de espejos que concentran la radiación solar.

Se realizó un análisis de las noticias y patentes que se relacionan a esta tendencia tecnológica sobre electrificación y energías renovables. Al respecto, se observó que se presentan un total de 72 noticias y una patente. Se precisa que, a pesar de la abundancia de avances en tecnología solar y otras áreas de investigación energética, tales como la producción de hidrógeno y combustibles limpios, la energía eólica también juega un papel importante en el panorama energético actual. Los desarrollos en tecnología eólica, incluyendo mejoras en aerogeneradores, gestión de energía, y aplicaciones diversas, demuestran un compromiso continuo hacia un futuro más sostenible y diversificado en cuanto a fuentes de energía renovable.

B. Energía eólica

La energía eólica aprovecha la energía cinética del aire en movimiento gracias al uso de enormes turbinas eólicas ubicadas en superficies terrestres, en alta mar o en aguas dulces (sobre la superficie acuática).

Realizando un análisis en los boletines Vitec sobre energía eólica se identificó un total de ocho noticias. Donde se destaca el potencial de la combinación de hidrógeno y gas natural para reducir las emisiones de carbono de manera rentable sin necesidad de cambiar la infraestructura existente. Además, se discute el avance hacia el hidrógeno verde utilizando energía eólica y solar, así como el desarrollo de tecnologías de almacenamiento de energía renovable, como las baterías de zinc, para facilitar la transición hacia una energía más limpia. También se exploran innovaciones en protección contra la corrosión en entornos marinos utilizando nanogeneradores triboeléctricos y se mencionan avances en drones adaptativos para la inspección de infraestructuras energéticas. Por último, se destaca la investigación en resinas reciclables para palas de turbinas eólicas, destacando el enfoque en la sostenibilidad y la reciclabilidad en el desarrollo de materiales para energías renovables.

C. Energía geotérmica

La energía geotérmica utiliza la energía térmica disponible del interior de la Tierra. El calor se extrae de unos depósitos geotérmicos a través de pozos u otros medios.

Se identificaron dos noticias en el análisis realizado a los boletines Vitec sobre energía geotérmica, donde se destacan las siguientes investigaciones: la generación de energía geotérmica mientras elimina el CO₂ de la atmósfera. Esto implica extraer agua caliente de yacimientos geotérmicos, quemar

residuos para sobrecalentarla y luego inyectar el CO₂ y el agua de nuevo en el subsuelo, y mejorar la eficiencia de la energía geotérmica al evitar que grandes volúmenes de agua se muevan rápidamente a través de fracturas anchas en el subsuelo.

D. Energía hidroeléctrica o hidráulica

La energía geotérmica utiliza la energía térmica disponible del interior de la Tierra. El calor se extrae de unos depósitos geotérmicos a través de pozos u otros medios.

Analizando los boletines Vitec 2023, se identifica dos noticias sobre energía hidráulica, donde se destacan dos avances en investigación sostenible: el uso de la corteza de árboles para crear paneles estandarizados sin adhesivos artificiales, y el desarrollo de actuadores robóticos blandos que se descomponen naturalmente en el suelo, ambos con aplicaciones potenciales en energía hidráulica y robótica sostenible.

E. Energía oceánica

La energía oceánica deriva de las tecnologías que utilizan las energías térmicas del agua marina, las olas o las corrientes de agua, por ejemplo, para producir electricidad o calor.

F. Bioenergía

La bioenergía se produce a partir de diversos materiales orgánicos, denominados biomasa, como la madera, el carbón, el estiércol y otros abonos utilizados para la producción de calor y electricidad, y los cultivos agrícolas destinados a biocombustibles líquidos.



2.2. Análisis de las noticias Vitec 2023

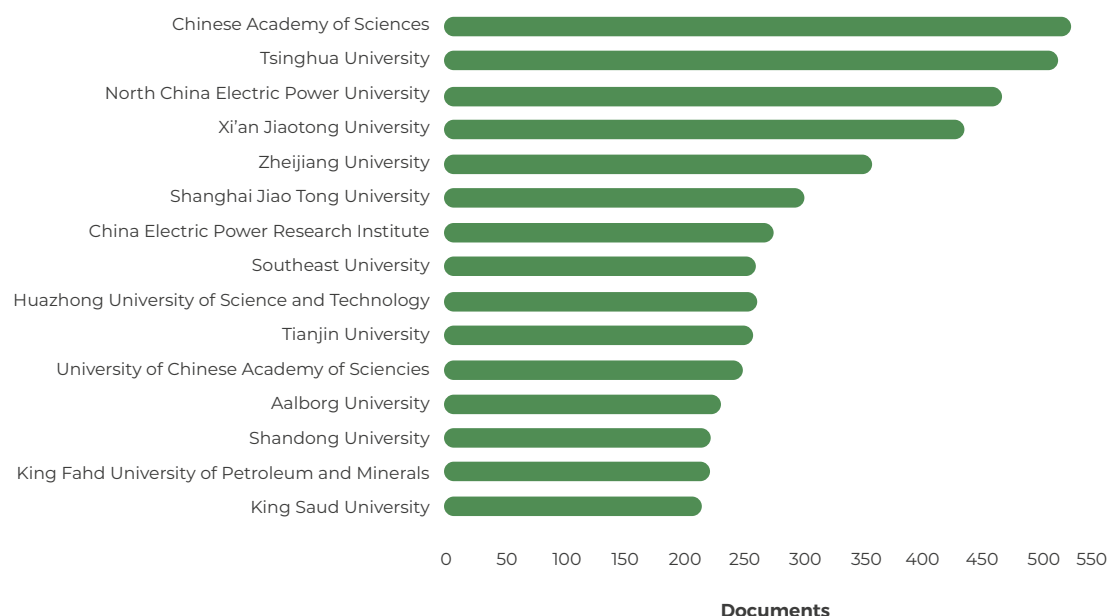
Tras el análisis realizado a las fuentes consultadas, que incluyen 51 boletines publicados en el año 2023, se ha evidenciado una presencia destacada de las tecnologías emergentes de electrificación y energías renovables en un total de 297 noticias. Dentro de este panorama, se destacan instituciones líderes como: Massachusetts Institute of Technology con 22, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne con 16, Chinese Academy of Sciences con 9, University of California con 9, City University of Hong Kong con 8, Oak Ridge National Laboratory con 8, University of Cambridge con 8 y University of Illinois Urbana-Champaign con 8. Mientras tanto, el resto de las instituciones acumulan un total de 209 noticias.

Asimismo, se tiene que las principales temáticas relacionadas a electrificación y energías renovables son: la generación de energía solar, hidrógeno verde, tecnologías de baterías más eficientes y sostenibles, electrónica avanzada, métodos de captura y almacenamiento de carbono, así como la aplicación de inteligencia artificial en energía limpia, entre otros. Los investigadores están trabajando en el desarrollo de nuevas tecnologías y procesos para mejorar la eficiencia, sostenibilidad y accesibilidad de las fuentes de energía renovable, a la vez que enfrentan los desafíos asociados con la transición hacia una economía más verde.

En relación a las principales instituciones que han investigado en relación a electrificación y energía renovable durante el año 2023, según datos de Scopus (2024), tenemos a: Chinese Academy of Sciences con 523, Tsinghua University con 512, North China Electric Power University con 466 y Xi'an Jiaotong University con 434, tal como se detalla en la figura 24.

Figura 24

Resultados de “electrification or (renewable and energy)”, documentos por institución

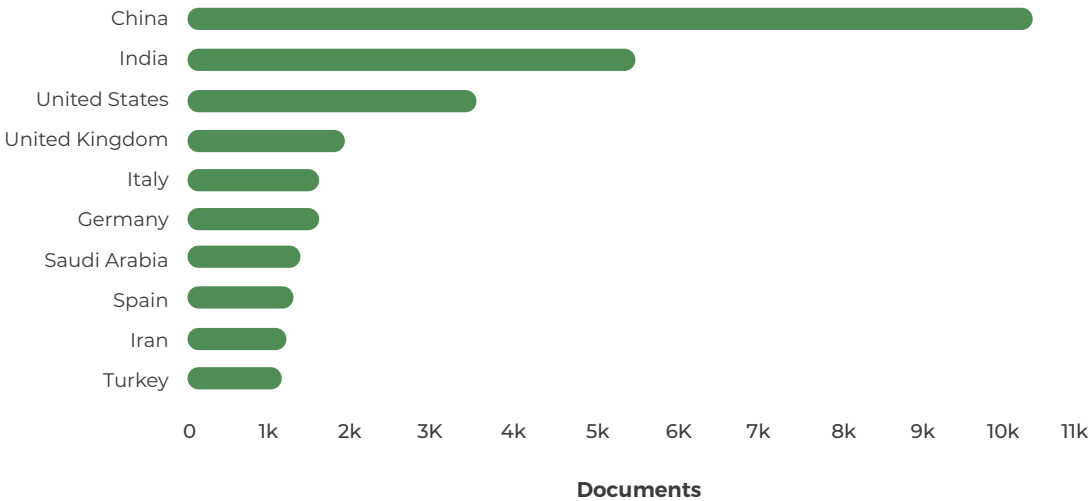


Nota. De Scopus, 2024 (<https://www.scopus.com/home.uri>).

En la categoría de los documentos elaborados por país, como se observa en la figura 25, se destaca el compromiso investigativo de distintas naciones en relación con temas vinculados a la electrificación y energía renovable. Entre los principales países tenemos a: China que lidera con 10 330 publicaciones, seguida por India con 5478, Estados Unidos con 3552, Reino Unido con 1919, Italia con 1608, Alemania con 1604 y Arabia Saudita con 1401. Este análisis resalta la importancia de explorar las noticias generadas por las principales instituciones de estos países para comprender más profundamente el panorama de investigación en este campo.

Figura 25

Resultados de “electrification or (renewable and energy)”, documentos por país



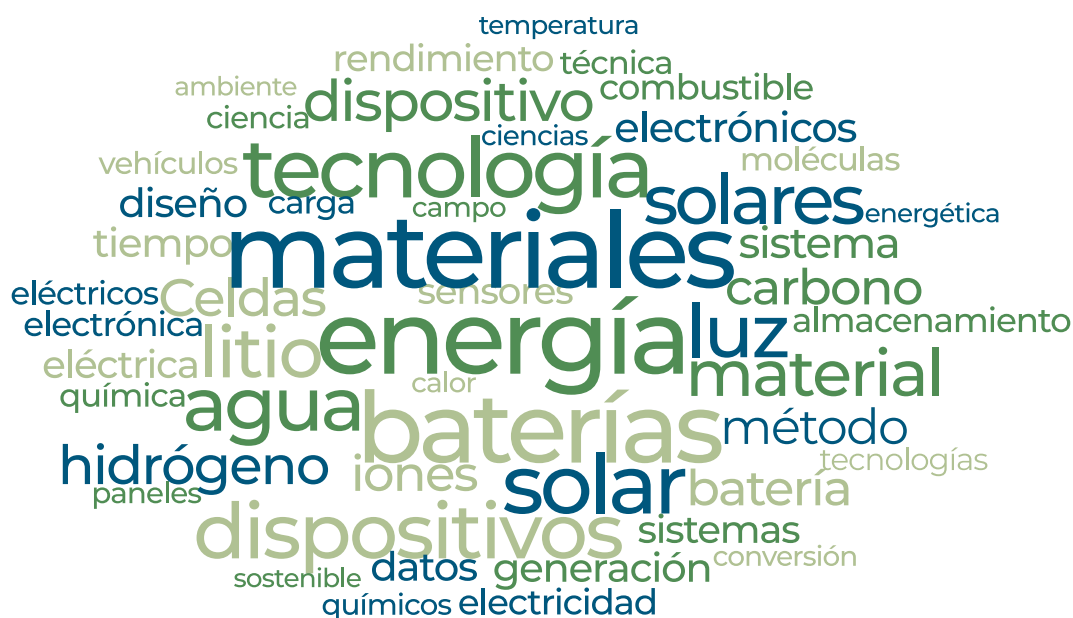
Nota. De Scopus, 2024 (<https://www.scopus.com/home.uri>).

Basándonos en el informe publicado por McKinsey Digital (2023) sobre *Perspectivas de Tendencias Tecnológicas 2023 en Electrificación y Energías Renovables*, la tendencia tecnológica en mención ayuda a avanzar hacia compromisos netos cero e incluyen energía solar eólica y energía renovables hidroeléctricas y otras energías renovables; energía nuclear; hidrógeno; combustibles sostenibles; y carga de vehículos eléctricos.

Por lo tanto, tras el análisis efectuado sobre los temas predominantes relacionados con la electrificación y las energías renovables, abarcaremos las tecnologías relacionadas a celdas solares y el hidrógeno. Esta elección se basa tanto en el informe de perspectivas de tendencias tecnológicas de McKinsey (2023) como en la prominencia de términos relevantes de: energía, hidrógeno, celdas, solares, baterías, materiales, agua, iones, carbono, energética y electricidad. Estos términos se visualizan en la figura 26, que muestra la nube de palabras obtenida a través de la herramienta Orange.

Figura 26

Nube de palabras generada a partir de las noticias de los boletines Vitec 2023 sobre electrificación y energías renovables



Nota. Palabras claves más relevantes en las noticias de los boletines Vitec 2023, aplicando la herramienta Orange. De orange data mining, 2024 (<https://orangedatamining.com/>). De boletín de vigilancia tecnológica, por Concytec, s. f. (<http://octi.concytec.gob.pe/index.php/boletin>).

2.2.1. Celdas solares

En esta tecnología se destacan diez avances e investigaciones con múltiples propósitos como: i) *Investigación revela la inestabilidad térmica de las celdas solares, pero que ofrece un camino brillante hacia adelante*; ii) *Físicos resuelven el problema de la durabilidad en las celdas solares de próxima generación*; iii) *Método de recubrimiento en la fabricación y comercialización de celdas solares de perovskita*; iv) *Aditivo para mejorar eficientemente la estabilidad de las celdas solares de perovskita*; v) *Logro de una eficiencia de conversión de energía (PCE, por sus siglas en inglés) con celdas solares orgánicas (OSC, por sus siglas en inglés)*; vi) *celdas solares de perovskita establecen un nuevo récord mundial de eficiencia de conversión de energía*; vii) *Mejora de la estabilidad a alta temperatura de las celdas solares de perovskita*; viii) *Notable mejora en la eficiencia de las celdas solares orgánicas*; ix) *Avance fundamental en la adaptación de celdas solares de perovskita para energía renovable*; x) *Nuevo diseño resuelve la estabilidad y eficiencia de las celdas solares de perovskita*. Las diez noticias son clasificadas en la tabla 3.

Tabla 3
Tecnología: celdas solares

TITULAR	CARACTERÍSTICA	MEJORAS	FUENTE
Celdas solares ofrecen un camino brillante hacia adelante	Alto rendimiento y bajo costo para producir energía eléctrica	Mejorar la estabilidad de las celdas solares de perovskita de haluro de plomo.	Barzler (2023) Georgia Institute of Technology
Físicos resuelven el problema de la durabilidad en las Celdas solares de próxima generación	Alta eficiencia de conversión de energía y su bajo costo de fabricación	Mejorar la durabilidad de las celdas solares de perovskita.	Billau (2023) The University of Toledo
Método de recubrimiento en la fabricación y comercialización de celdas solares de perovskita	Alta eficiencia y bajo costo de producción	Mejorar la capacidad de fabricación de celdas solares de perovskita (PSC).	City University of Hong Kong (2023c)
Aditivo para mejorar eficientemente la estabilidad de las celdas solares de perovskita	Eficiente y estable	Mejora en la calidad de la película.	City University of Hong Kong (2023b)
Logro de una eficiencia de conversión de energía (PCE) con celdas solares orgánicas (OSC)	Eficiente y sostenible	Mejorar la eficiencia de conversión de energía de las celdas solares orgánicas.	Lai (2023) The Hong Kong Polytechnic University
Celdas solares de perovskita establecen un nuevo récord mundial de eficiencia de conversión de energía	Estable y escalable	Mejorar su estabilidad operativa a largo plazo.	National University of Singapore (2023)

TITULAR	CARACTERÍSTICA	MEJORAS	FUENTE
Mejora de la estabilidad a alta temperatura de las celdas solares de perovskita	Alta eficiencia de conversión de potencia, bajo costo de procesamiento en solución y estabilidad en altas temperaturas	Mejorar la estabilidad y el rendimiento de las interfaces entre distintas capas o materiales.	Papageorgiou (2023a) Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne
Mejora en la eficiencia de las Celdas solares orgánicas	Potencia la eficiencia	Mejorar el transporte de la energía solar a l m a c e n a d a dentro de las celdas solares orgánicas.	Ortmann (2023) Technical University of Munich
Adaptación de celdas solares de perovskita para energía renovable	Eficiencia de conversión de energía	Mejorar la estabilidad térmica de la (PSC).	City University of Hong Kong (2023a)
Nuevo diseño resuelve la estabilidad y eficiencia de las celdas solares de perovskita	Estabilidad y una eficiencia de conversión de energía	Mejorar la viabilidad y el rendimiento de la energía solar como fuente de energía limpia y sostenible.	Papageorgiou (2023b) Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne

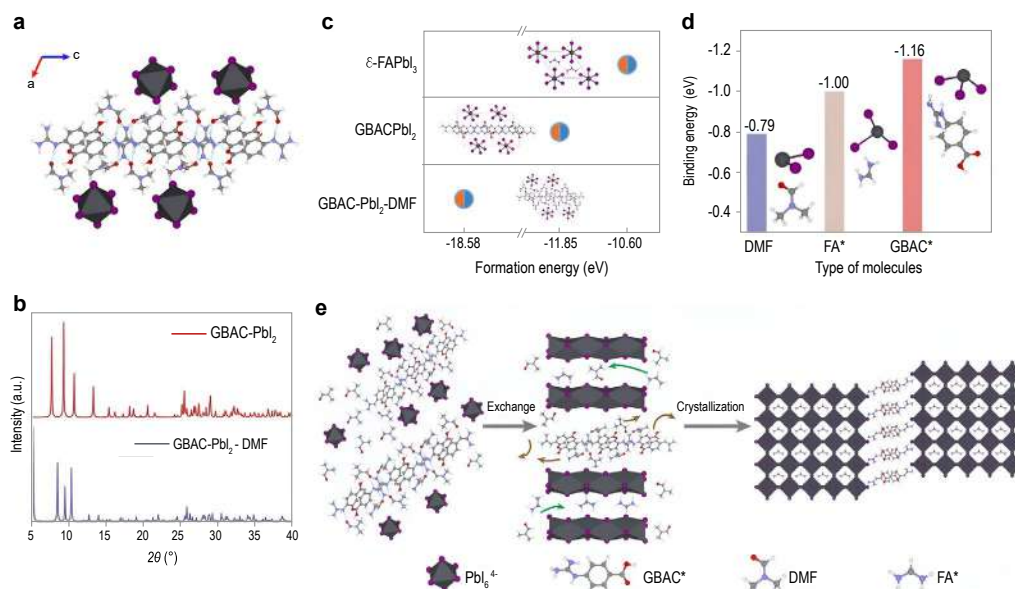
Nota. Adaptado de los boletines de vigilancia tecnológica, 2023. (<http://octi.concytec.gob.pe/index.php/boletin>).

Los boletines Vitec 2023 presentan una serie de avances y descubrimiento significativo en el campo de la energía solar, destacando especialmente los logros en la tecnología de celdas solares, especialmente enfocados en las celdas solares de perovskita y orgánicas, que se visualizan en la tabla 3. Asimismo, se observa que se ha investigado y desarrollado una variedad de enfoques para mejorar la eficiencia, estabilidad y durabilidad de estas celdas solares.

Una de las noticias aborda cómo los investigadores de la Universidad de la Ciudad de Hong Kong han logrado un avance significativo en la mejora de las celdas solares de perovskita (PVSC, por sus siglas en inglés), mediante el desarrollo de un aditivo llamado clorhidrato de ácido 4-guanidinobenzoico (GBAC, por sus siglas en inglés), como se muestra en la figura 27. Este aditivo, multifuncional y no volátil, se integra al precursor de perovskita, creando una fase intermedia con puente de hidrógeno que modula el crecimiento de la película de perovskita. Como resultado, se reducen los defectos y se incrementa la eficiencia de conversión de energía hasta un 24.8 %. Además, se observa una mejora en la estabilidad térmica de los dispositivos. Este avance promete simplificar la producción de celdas solares de perovskita altamente eficientes y fácilmente escalables (City University of Hong Kong, 2023b).

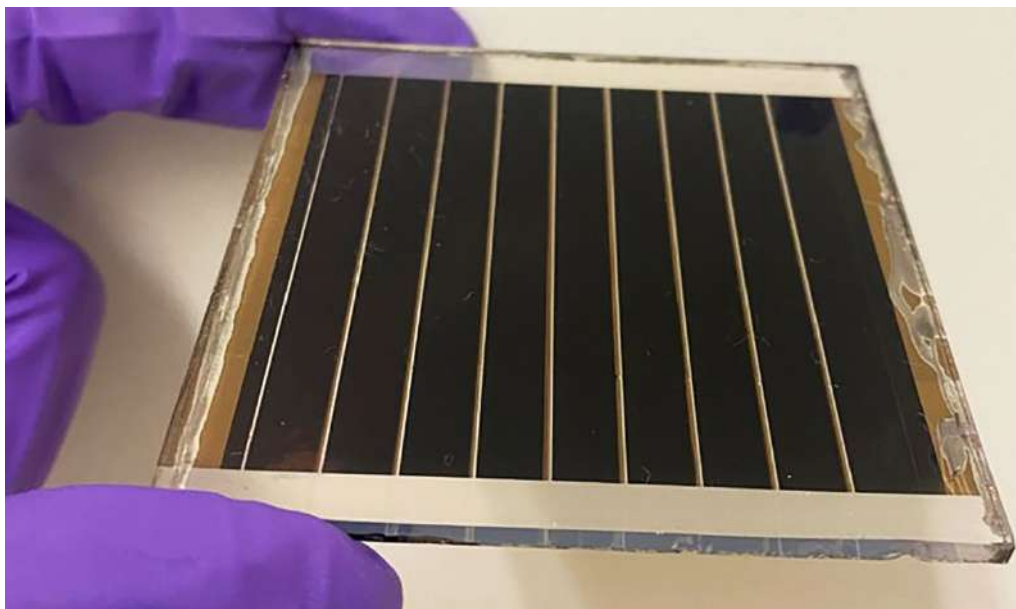
Figura 27

Análisis de la estructura de la película de perovskita con el aditivo GBAC



Nota. Análisis de la estructura de cristalización inducida por fase intermedia de una película de perovskita con el aditivo GBAC recientemente desarrollado, por City University of Hong Kong, 2023b, (<https://www.cityu.edu.hk/research/stories/2023/05/04/cityu-researchers-develop-additive-efficiently-improve-efficiency-and-stability-perovskite-solar-cells>), imagen Li, F. et al.

Asimismo, en esta investigación liderada por investigadores de la Escuela Politécnica Federal de Lausana (EPFL, por sus siglas en francés), la Universidad de Toronto y la Universidad de Kentucky abordaron el desafío de mejorar la estabilidad operativa de las celdas solares de perovskita (PSC, por sus siglas en inglés) a altas temperaturas, como se visualiza en la figura 28. Por ello, introdujeron anilinos fluorados durante el proceso de “pasivación interfacial” para prevenir la degradación de las PSC al evitar la intercalación progresiva de ligandos, lo que puede destruir la integridad de los cristales. El propósito fue mejorar la estabilidad y el rendimiento de las PSC, permitiendo su uso en entornos de alta temperatura. Como resultado, se logró una eficiencia certificada de conversión de energía del 24.09 % para PSC de estructura invertida, y se demostró que un dispositivo encapsulado mantuvo su funcionalidad y eficiencia durante aproximadamente 1560 horas (~65 días) bajo condiciones extremas de temperatura y humedad. Este avance tiene un alcance significativo, ya que allana el camino para la implementación a gran escala de las PSC en aplicaciones que requieren alta estabilidad operativa, como en redes eléctricas de teravatios (Papageorgiou, 2023a).

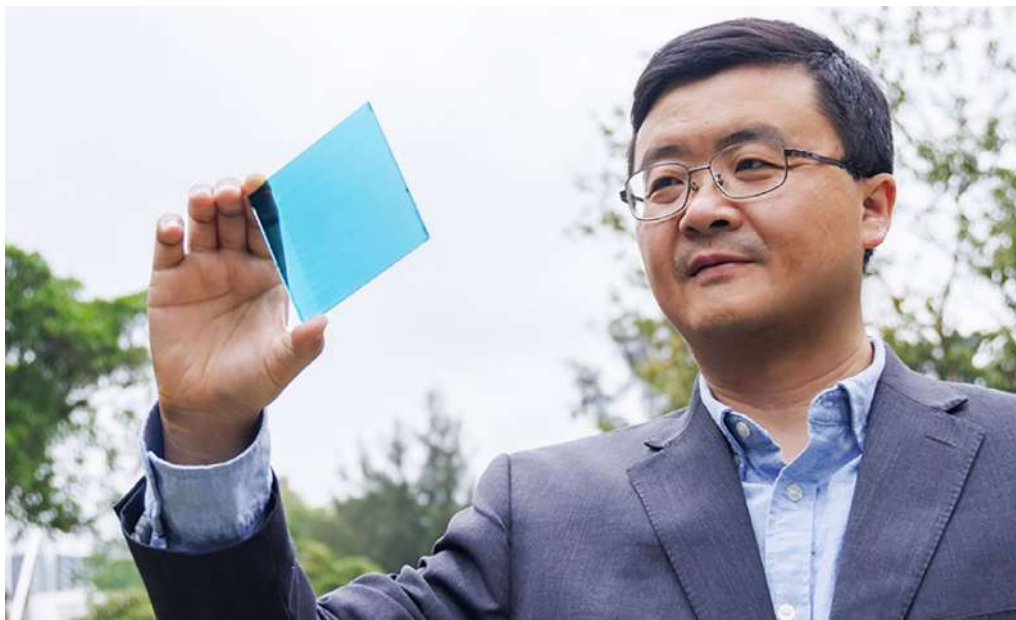
Figura 28*Temperatura de las celdas solares de perovskita*

Nota. Mejorar la estabilidad a alta temperatura de las celdas solares de perovskita, por Papageorgiou, N., Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, 2023a, (<https://actu.epfl.ch/news/improving-high-temperature-stability-of-perovskite/>).

Por otro lado, con relación al desarrollo de celdas solares orgánicas, como se visualiza en la figura 29, los investigadores de la Universidad Politécnica de Hong Kong (PolyU) han ideado una técnica innovadora para mejorar la eficiencia y estabilidad de las celdas solares orgánicas (OSC), logrando una eficiencia récord del 19.31 %. La investigación se centró en regular la morfología de las OSC utilizando una estrategia de manipulación de estados intermedios (ISM, por sus siglas en inglés) no monótona. Este enfoque permitió mejorar simultáneamente la eficiencia de conversión de energía y reducir la pérdida por recombinación no radiativa. El propósito de este estudio era avanzar en la tecnología de energía solar para su aplicación en diversos campos, desde la electrónica portátil hasta los sistemas fotovoltaicos integrados en edificios. El resultado obtenido fue un significativo avance en el rendimiento de las celdas solares orgánicas, lo que promete acelerar su adopción en el mercado y contribuir al desarrollo de energía solar más eficiente y sostenible (Lai, 2023).

Figura 29

Celdas solares orgánicas

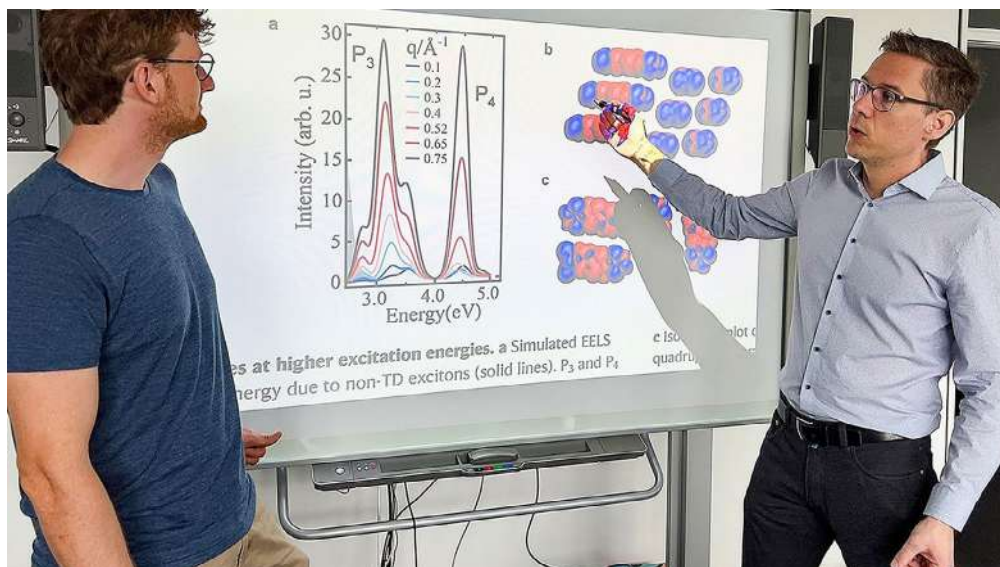


Nota. El profesor Li Gang inventó una técnica novedosa para lograr una eficiencia revolucionaria con celdas solares orgánicas, por Lai, I., The Hong Kong Polytechnic University, 2023, (https://www.polyu.edu.hk/en/media/media-releases/2023/0529_polyu-researchers-achieve-record-efficiency/).

En otra noticia relacionada con las celdas solares orgánicas, un equipo de investigación de la Universidad Técnica de Munich (TUM, por sus siglas en inglés) ha avanzado en el desarrollo de celdas solares orgánicas (OSC), como se muestra en la figura 30, al analizar e investigar los procesos de transporte de energía dentro del material. Se enfocaron en mejorar este transporte mediante el uso de colorantes orgánicos, que actúan como “autopistas virtuales” para la energía solar. También, descubrieron que ciertos colorantes orgánicos, como las merocianinas quinoideas, pueden acelerar y optimizar el transporte de excitones, las cargas que se generan cuando la luz solar interactúa con el material de las celdas solares. Estos excitones deben llegar rápidamente a una interfaz específica para convertirse en energía eléctrica, y los colorantes orgánicos facilitan este proceso. Los resultados muestran un aumento significativo en la eficiencia del transporte de energía, lo que podría conducir a celdas solares y diodos emisores de luz orgánicos con un rendimiento aún mayor. Este avance abre nuevas posibilidades para aplicaciones innovadoras de celdas solares orgánicas en diversos campos, desde paneles solares hasta dispositivos inteligentes (Ortmann, 2023).

Figura 30

Análisis de determinadas moléculas de las celdas solares orgánicas



Nota. El professor Frank Ortmann (derecha) y Maximilian Dorfner analizan cómo determinadas moléculas pueden aumentar la eficiencia de las celdas solares orgánicas, por Ortmann, F., 2023, Technical University of Munich, (<https://www.tum.de/en/news-and-events/all-news/press-releases/details/how-organic-solar-cells-could-become-significantly-more-efficient>), imagen de S. Reiffert.

Mediante el análisis realizado se puede considerar que estos avances representan un progreso significativo hacia el desarrollo de tecnologías solares más eficientes, estables y comercialmente viables, con el potencial de tener un impacto positivo en el futuro de la energía renovable.

2.2.2. Hidrógeno

Existen una serie de investigaciones recientes como avances en el desarrollo de tecnologías sobre la producción de hidrógeno a partir de fuentes sostenibles y limpias. En especial sobre hidrógeno verde, ya que se utiliza electricidad procedente de energías renovables a diferencia de los otros tipos de hidrógeno.

Tipos de colores del hidrógeno:



A. Hidrógeno marrón o negro

Se obtiene a partir del carbón mediante la gasificación, pero es un proceso muy contaminante ya que se libera CO₂ a la atmósfera (CIC energiGUNE, 2024).



B. Hidrógeno gris

El hidrógeno gris es producido a partir de un proceso llamado reformación de metano con vapor (SMR, por sus siglas en inglés), en el cual el gas natural se somete a altas temperaturas y se convierte en hidrógeno y dióxido de carbono (CO₂). En el proceso, el CO₂ es liberado a la atmósfera, aumentando los gases de efecto invernadero (GEI) (H2Lac, 2022).



C. Hidrógeno azul

Producido utilizando combustibles fósiles, especialmente gas natural. Sin embargo, en este caso, el CO₂ que se libera es capturado y almacenado en un proceso conocido como Carbón Capture and Storage (CCS). Aun así, este proceso no es completamente efectivo, por lo que no es posible captar el 100 % de las emisiones (H2Lac, 2022).



D. Hidrógeno rosa

Se obtiene mediante la electrólisis del agua cuando la electricidad procede de la energía nuclear (CIC energiGUNE, 2024).



E. Hidrógeno verde

Producido utilizando fuentes de energía limpias como la energía renovable, lo que respaldará la transición hacia un sistema energético global con emisiones netas cero (OECD, 2024).

Por ello, es de resaltar que el presente estudio hace referencia a la tecnología de hidrógeno verde como un vector energético global con emisiones netas cero (net-Zero), en las diferentes noticias y patentes obtenidas en los boletines de vigilancia tecnológica del año 2023 de las fuentes de instituciones internacionales. Esta definición ha sido referenciada en base a los papeles de trabajos medioambientales de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD, por sus siglas en inglés).

Mediante los boletines Vitec 2023, se ha podido analizar que los avances identificados incluyen el uso de dispositivos que recolectan agua del aire para generar hidrógeno, la mezcla de hidrógeno con gas natural para impulsar la transición energética, y la investigación sobre la separación fotoelectroquímica del agua para producir hidrógeno verde de manera competitiva. Además, se ha desarrollado un sistema solar de hidrógeno que cogenera calor y oxígeno, así como nuevas fuentes de energía limpia a partir de baterías de plomo e hidrógeno verde. Otros avances incluyen el desarrollo de materiales y catalizadores que permiten la producción eficiente de hidrógeno a partir de la luz solar, así como diseños innovadores para aprovechar el calor del sol y producir combustible de hidrógeno limpio de manera económica y eficiente. Estos avances representan un paso importante hacia la obtención de hidrógeno barato y sostenible como una fuente de energía limpia y renovable.

En la tabla 4, se detallan las doce noticias identificadas en los boletines Vitec 2023 relacionadas al hidrógeno, tales como: i) *Nuevo dispositivo proporciona combustible de hidrógeno a partir de recolectar agua del aire*; ii) *Hidrógeno barato y sostenible a través de la energía solar*; iii) *Mezclar hidrógeno con gas natural podría ayudar a impulsar la transición energética*; iv) *Hidrógeno verde: ¿Cómo puede llegar a ser competitiva la separación fotoelectroquímica del agua?*; v) *Sistema solar de hidrógeno que cogenera calor y oxígeno*; vi) *Nueva fuente de alimentación de energía limpia a partir de baterías de plomo e hidrógeno verde*; vii) *Un paso más hacia el hidrógeno barato*; viii) *Material de óxido de titanio de Drexel permite a la luz solar producir hidrógeno ecológico*; ix) *Dispositivo produce hidrógeno a partir de la luz solar con una eficiencia récord*; x) *Nuevo catalizador podría proporcionar el combustible de hidrógeno líquido del futuro*; xi) *Diseño aprovecharía el 40 % del calor del sol para producir combustible de hidrógeno limpio* y xii) *Nuevo sistema para producir hidrógeno verde de forma económica y eficiente*.

Tabla 4
Tecnología: hidrógeno

TITULAR	MATERIALES	OBJETIVO	FUENTE
Nuevo dispositivo proporcional combustible de hidrógeno a partir de recolectar agua del aire	Electrodos y semiconductores	Recolectar agua del aire para convertirla en combustible de hidrógeno.	Sanctuary (2023) Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne
Hidrógeno barato y sostenible a través de la energía solar	Semiconductor	Recolectar agua del aire para convertirla en combustible de hidrógeno.	McAlpine (2023) University of Michigan
Mezclar hidrógeno con gas natural podría ayudar a impulsar la transición energética	Gas natural, energía renovable e hidrógeno	Reducir las emisiones de carbono sin la necesidad de cambiar la infraestructura existente.	McMaster (2023b) University of Alberta, (2023)
Hidrógeno verde: ¿Cómo puede llegar a ser competitiva la separación fotoelectroquímica del agua?	Celdas fotoelectroquímicas, semiconductores, electrodos y electrolitos	Mejorar la eficiencia de la producción de hidrógeno verde utilizando células fotoelectroquímicas directamente a partir del agua.	Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (2023)
Sistema solar de hidrógeno que cogenera calor y oxígeno	Antena parabólica, reactor solar y componentes electrónicos	Producir hidrógeno, oxígeno y calor con una eficiencia sin precedentes para su tamaño.	Luterbacher (2023) École Polytechnique Fédérale de Lausanne
Nueva fuente de alimentación de energía limpia a partir de baterías de plomo e hidrógeno verde	Baterías de plomo, hidrógeno verde y Battolyser	Proporcionar una nueva fuente de energía limpia, fiable y sostenible.	Ursache (2023) Loughborough University
Un paso más hacia el hidrógeno barato	Electrocatalizador y membrana de intercambio de protones (PEM)	Producir gas hidrógeno a partir del agua y la electricidad.	Brännström (2023) Umeå University

TITULAR	MATERIALES	OBJETIVO	FUENTE
Material de óxido de titanio de Drexel permite a la luz solar producir hidrógeno ecológico	Nanofilamentos unidimensionales de óxido de titanio (TiO ₂), Agua y metanol	Permitir la extracción de hidrógeno del agua.	Okada (2023) Drexel University
Dispositivo produce hidrógeno a partir de la luz solar con una eficiencia récord	Semiconductores de perovskita de haluro, electrocatalizadores y barrera anticorrosión	Convertir la luz solar en hidrógeno con una eficiencia sin precedentes.	Cernea (2023) Rice University
Nuevo catalizador podría proporcionar el combustible de hidrógeno líquido del futuro	Catalizador sólido	Producir, almacenar y transformar energía para reducir las emisiones de dióxido de carbono.	Wendt (2023) Lund University
Diseño aprovecharía el 40 % del calor del sol para producir combustible de hidrógeno limpio	Catalizadores, entre otros materiales	Producir combustible de hidrógeno de manera ecológica y libre de carbono.	Chu (2023a) Massachusetts Institute of Technology
Nuevo sistema para producir hidrógeno verde de forma económica y eficiente	Nanopartículas de rutenio y panel solar	Producir hidrógeno verde de manera más eficiente y económica a escala industrial.	Istituto Italiano di Tecnologia (2023)

Nota. Adaptado de los boletines de vigilancia tecnológica, 2023. (<http://octi.concytec.gob.pe/index.php/boletin>).

Las noticias sobre tecnología de hidrógeno destacan una variedad de materiales clave, como se visualiza en la tabla 4, utilizados en diferentes procesos y aplicaciones, que van desde electrodos y semiconductores en sistemas de electrólisis del agua y celdas fotoelectroquímicas hasta gas natural, energía renovable e hidrógeno como fuentes de energía. Además, se investiga la combinación de baterías de plomo y tecnologías de hidrógeno verde para crear sistemas de almacenamiento de energía más eficientes y sostenibles, mientras que electrocatalizadores y membranas de intercambio de protones se emplean en sistemas de electrólisis y celdas de combustible para mejorar la eficiencia de la conversión de energía y facilitar la producción de hidrógeno y oxígeno. Asimismo, se exploran nanofilamentos unidimensionales de óxido de titanio, semiconductores de perovskita de haluro y nanopartículas de rutenio como catalizadores en procesos fotocatalíticos y sistemas fotovoltaicos para la producción de hidrógeno a partir de agua y energía solar. En conjunto, estos materiales representan avances significativos en la tecnología de hidrógeno, con el objetivo de producir combustibles limpios y sostenibles para diversas aplicaciones industriales y energéticas.

La Universidad de Michigan (2023) ha desarrollado un nuevo panel solar que convierte el agua en hidrógeno y oxígeno con una eficiencia del 9 %. Esto representa un avance significativo en la tecnología, siendo casi diez veces más eficiente que los experimentos anteriores. El objetivo principal es reducir el costo del hidrógeno sostenible al disminuir el tamaño del semiconductor, la parte más costosa del dispositivo. El panel utiliza un semiconductor autorreparable que puede resistir una luz solar concentrada. El experimento ha logrado una eficiencia del 6,1 % al aire libre y del 9 % en interiores. Los próximos pasos incluyen mejorar aún más la eficiencia y obtener hidrógeno de alta pureza para alimentar directamente pilas de combustible (McAlpine, 2023).

Figura 31

Luz solar en el catalizador que divide el agua



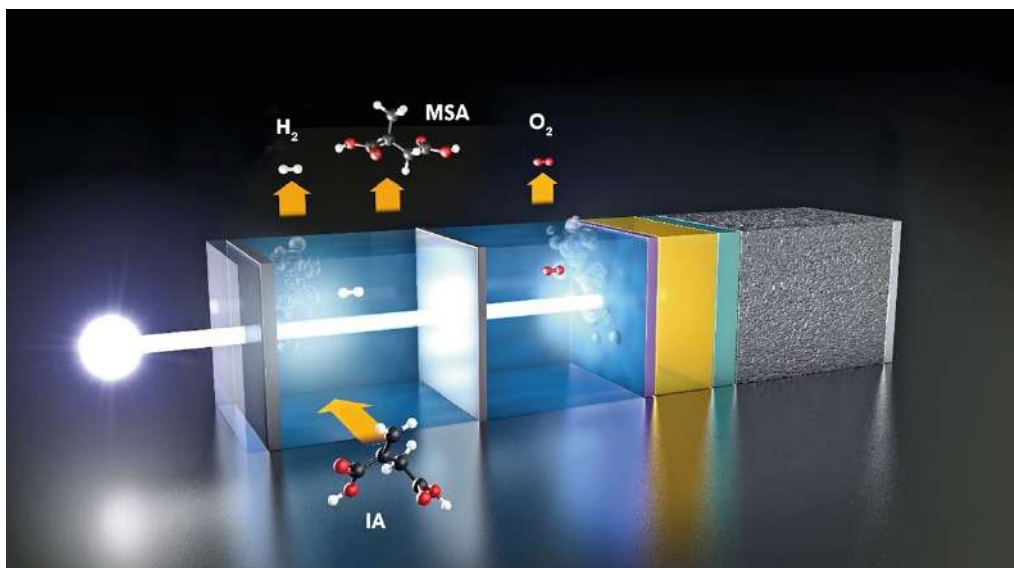
Nota. El dispositivo fue diez veces más eficiente que los esfuerzos anteriores de división solar del agua, por McAlpine, K., 2023, University of Michigan, (<https://news.umich.edu/cheap-sustainable-hydrogen-through-solar-power/>), imagen de Brenda Ahearn.

Asimismo, una de las noticias relacionada a la tecnología de hidrógeno verde precisa que la investigación se centra en la mejora de la competitividad de la división fotoelectroquímica del agua, como se muestra en la figura 32, para la producción de hidrógeno verde. Hasta ahora, los sistemas basados en este enfoque directo no han sido energéticamente competitivos. Sin embargo, el estudio muestra que la coproducción de productos químicos valiosos, como el ácido metil succínico (MSA, por sus siglas en inglés), utilizando parte del hidrógeno producido, puede reducir drásticamente el tiempo de recuperación de la energía, haciéndolo más sostenible y competitivo. El enfoque implica el desarrollo de fotoelectrodos estables y catalíticamente activos para células fotoelectroquímicas (PEC, por sus siglas en inglés), que utilizan la luz

solar para la división del agua. La estrategia en las células PEC puede hacer que la producción de hidrógeno verde sea más viable económicamente, al tiempo que proporciona flexibilidad para la producción de otros productos químicos valiosos en el mismo proceso (Helmholtz Zentrum Berlin, 2023).

Figura 32

Celdas fotoelectroquímica



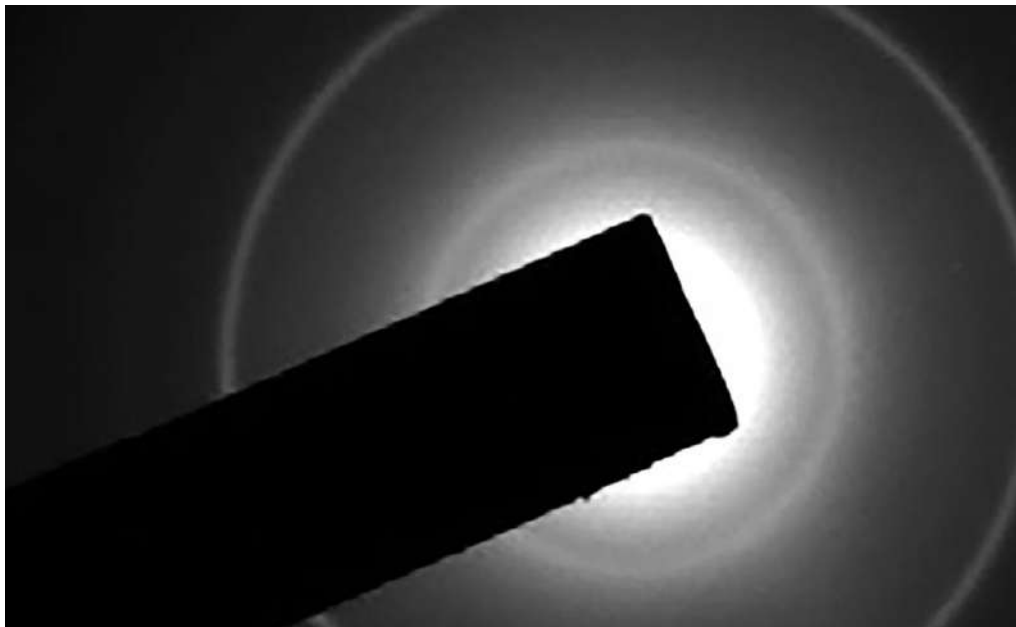
Nota. La luz del sol genera un fotovoltaje en la célula solar recubierta de catalizador (derecha), que divide las moléculas de agua. El hidrógeno se produce en el electrodo izquierdo y el oxígeno en el derecho. Una parte del H_2 reacciona posteriormente con ácido itacónico (IA) para formar el valioso ácido metilsuccínico (MSA), Helmholtz Zentrum Berlin, 2023. (https://www.helmholtz-berlin.de/pubbin/news_seite?nid=24748&sprache=en&seitenid=), imagen de M. Künsting.

Por otro lado, la investigación realizada por la Escuela Politécnica Federal de Lausana (2023), se enfoca en desarrollar un sistema solar de hidrógeno que no solo produce hidrógeno, sino también calor y oxígeno aprovechables. El sistema utiliza un reactor solar, como se visualiza en la figura 33, a escala piloto, que concentra la radiación solar para convertir el agua en hidrógeno y oxígeno utilizando un reactor fotoelectroquímico integrado. Este proceso, conocido como fotosíntesis artificial, es único en su capacidad para generar también calor utilizable en lugar de desperdiciarlo. Además, el sistema recupera y utiliza las moléculas de oxígeno liberadas durante la reacción de fotoelectrólisis. La investigación ha logrado una eficiencia sin precedentes en la producción de hidrógeno y calor a escala piloto, con aplicaciones potenciales en industrias, comercios y residencias. La empresa SoHHytec SA, una filial de la EPFL, está implementando y comercializando el sistema para diversas aplicaciones, desde procesos industriales hasta calefacción residencial y suministro de oxígeno para aplicaciones médicas (Luterbacher, 2023).

Figura 33*Reactor solar*

Nota. Construcción de un reactor solar a escala piloto que produce calor y oxígeno utilizables, además de generar hidrógeno con una eficiencia sin precedentes para su tamaño, por Luterbacher, C., 2023, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, (<https://actu.epfl.ch/news/a-solar-hydrogen-system-that-co-generates-heat-and/>).

La Universidad de Drexel (2023) desarrolló un material de nanofilamentos de óxido de titanio, como se muestra en la figura 34, que puede utilizar la luz solar para producir hidrógeno de manera eficiente y sostenible. El objetivo es ofrecer una alternativa a los métodos actuales que generan gases de efecto invernadero y requieren mucha energía. Los investigadores descubrieron que este nuevo material es extremadamente estable y productivo para la producción de hidrógeno a partir de mezclas de agua y metanol, manteniendo su actividad durante meses bajo la luz solar. Este hallazgo representa una nueva generación de fotocatalizadores que podrían impulsar la transición hacia el hidrógeno verde. La investigación tiene como resultado la creación de un material fotocatalítico altamente eficiente y duradero, lo que abre la puerta a una amplia gama de aplicaciones en energía limpia y otros campos. Además, el grupo ha fundado un startup para comercializar esta tecnología, lo que demuestra su confianza en su viabilidad comercial y su impacto potencial en la industria energética y más allá (Okada, 2023).

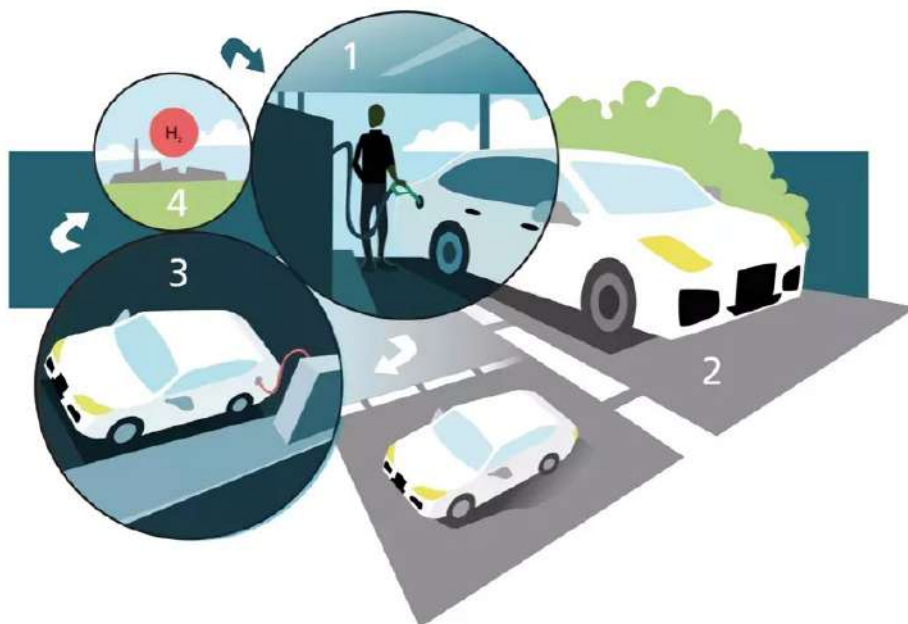
Figura 34*Material fotocatalítico*

Nota. Un nuevo nanomaterial fotocatalítico a base de óxido de titanio, descubierto en Drexel, podría abrir nuevas vías para producir hidrógeno verde, por Okada, K., 2023, Drexel University, (<https://drexel.edu/news/archive/2023/July/titanium-oxide-photocatalyst-green-hydrogen-production>).

El desarrollo de la investigación liderada por la Universidad de Lund (2023) se centra en la búsqueda de un catalizador sólido para convertir un líquido en hidrógeno, lo que permitiría la creación de un sistema circular de almacenamiento y uso de hidrógeno en vehículos. Este enfoque busca ofrecer una alternativa sostenible y eficiente para la producción y almacenamiento de energía, reduciendo así las emisiones de dióxido de carbono asociadas con los combustibles fósiles. El propósito es proporcionar un método viable para la entrega y uso de hidrógeno en vehículos, similar al sistema de suministro de combustible actual. Los resultados preliminares de la investigación muestran una eficiencia del catalizador del 99 % en la conversión de hidrógeno, con aplicaciones potenciales en vehículos de diferentes tamaños, incluyendo autobuses, camiones y aviones, como se visualiza en la figura 35 (Wendt, 2023).

Figura 35

Catalizador sólido que convierte un compuesto en líquido que se convierte en hidrógeno

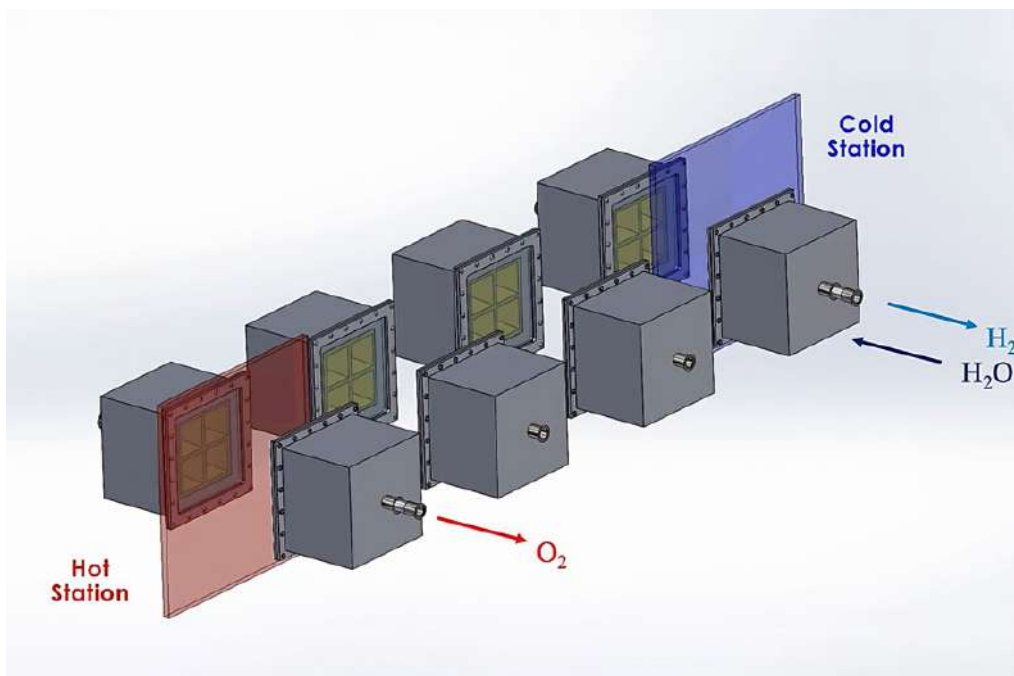


Nota. Un automóvil se reposta con un líquido que contiene hidrógeno. El combustible pasa a través del convertidor catalítico, donde se libera hidrógeno a una pila de combustible. Cuando se acaba el hidrógeno, se drena y se llena con líquido nuevo en la gasolinera., por Wendt, F., 2023, Lunk University, (<https://www.lunduniversity.lu.se/article/new-catalyst-could-provide-liquid-hydrogen-fuel-future>).

En otras noticias relacionadas al transporte, se ha desarrollado una investigación liderada por ingenieros del Instituto de Tecnología de Massachusetts (2023) que se enfoca en la creación de un sistema de reactores para producir hidrógeno limpio utilizando energía solar. El propósito es ofrecer una alternativa ecológica y libre de carbono para la producción de hidrógeno, destinada a impulsar vehículos y otros sistemas de transporte, sin generar emisiones de gases de efecto invernadero. El diseño conceptual propuesto busca aprovechar hasta el 40 % del calor solar para producir hidrógeno, lo que representaría un avance significativo en eficiencia respecto a los diseños existentes. El alcance del proyecto implica la implementación de un sistema modular de reactores que podrían ser escalables y adaptables para aumentar la producción de hidrógeno. Como resultado, se espera que este sistema contribuya a la descarbonización del sector del transporte y la industria, abriendo nuevas posibilidades para la producción de combustibles líquidos a partir de energía solar (Chu, 2023a).

Figura 36

Sistema que divide el agua y genera hidrógeno



Nota. Los ingenieros del MIT han desarrollado un diseño para un sistema que aprovecha eficientemente el calor del sol para dividir el agua y generar hidrógeno, por Chu, J., 2023a, Massachusetts Institute of Technology, (<https://news.mit.edu/2023/mit-design-harness-suns-heat-produce-clean-hydrogen-fuel-1016>).

Cabe resaltar que las investigaciones descritas sobre el hidrógeno han presentado avances en la producción limpia y sostenible de este combustible del futuro. Desde el desarrollo de catalizadores eficientes hasta la creación de sistemas que aprovechan la energía solar para dividir el agua y generar hidrógeno, estos hallazgos prometen un camino hacia un futuro más limpio y respetuoso con el medio ambiente en el sector energético. Con un enfoque en la eficiencia, la sostenibilidad y la escalabilidad, estos avances representan un paso adelante hacia una sociedad impulsada por energías renovables y libres de emisiones.

Basándonos en la figura 37, la nube de palabras generada nos permite determinar que es relevante analizar las diversas patentes en los boletines Vitec 2024 sobre “energías”. Después de filtrar los temas según la información recopilada en los boletines, se identificaron un total de dos patentes relevantes de la fuente de patentes WIPO IP Portal.

2.3.1. Energía

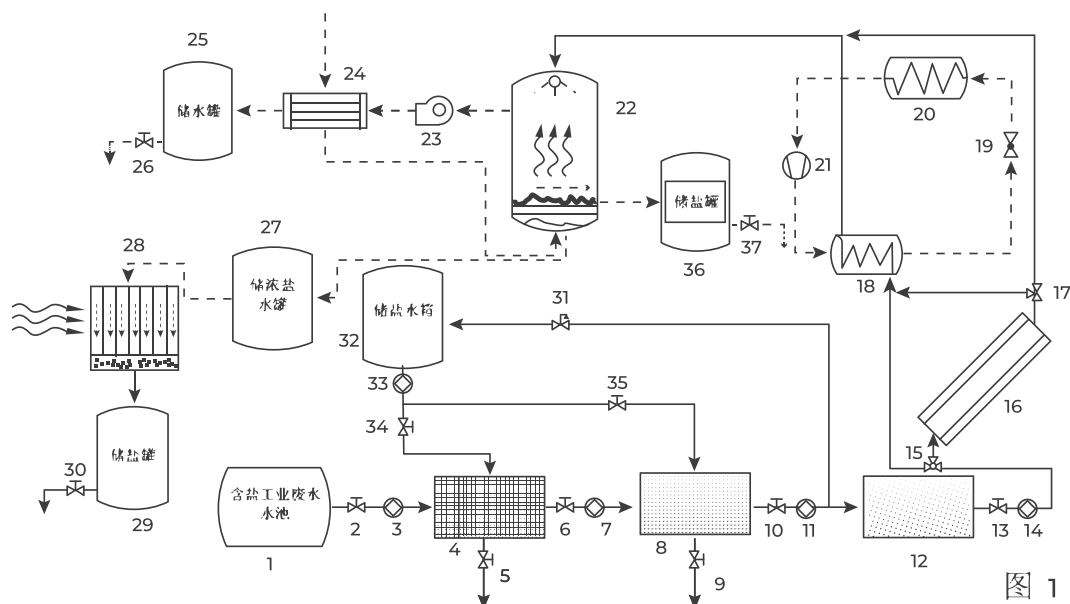
Tabla 5
Resultados de las patentes de los boletines Vitec 2023 relacionados con energía

TITULAR	TIPO DE ENERGÍA	FUENTE DE ENERGÍA	OBJETIVO
Sistema de tratamiento de aguas residuales salinas mediante bomba de calor asistida por energía solar	Energía Solar	Bomba de calor	Lograr un proceso de tratamiento de aguas residuales con baja emisión de carbono y alta eficiencia energética.
Sistema y método de generación de energía fotovoltaica		Fotovoltaica	Optimizar el funcionamiento del sistema fotovoltaico y garantizar su operación continua y eficiente.

Nota. Adaptado de los boletines de vigilancia tecnológica, 2023. (<http://octi.concytec.gob.pe/index.php/boletin>).

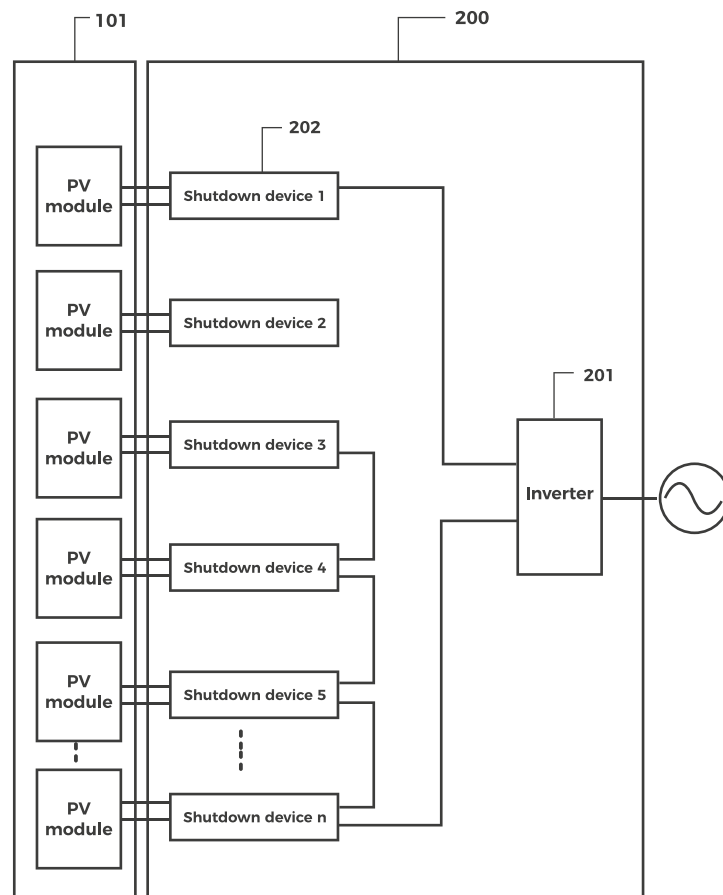
Al analizar las patentes presentadas en los boletines Vitec 2023 sobre energías, como se observa en la tabla 5, el tipo de energía predominante en la lista es la energía solar, la cual comprende dos categorías principales: fotovoltaica y la bomba de calor.

La primera noticia relacionada a la bomba de calor describe un sistema propuesto como una solución innovadora para el tratamiento de aguas residuales salinas, aprovechando una combinación de tecnologías: una bomba de calor asistida por energía solar y un colector de calor solar. Esta investigación aborda tres etapas cruciales en el proceso: pretratamiento de aguas residuales, calentamiento y evaporación, con el objetivo de lograr una gestión eficiente y sostenible de las aguas residuales. Además, la investigación aborda los aspectos del tratamiento de las aguas residuales industriales, tanto salinas como frescas, con capacidad para concentrar residuos. La meta principal es ofrecer una alternativa que reduzca las emisiones de carbono asociadas con el tratamiento de aguas residuales, asegurando al mismo tiempo una gestión ambientalmente responsable y económicamente viable (Dongxu *et al.*, 2023).

Figura 38*Bomba de calor*

Nota. Diagrama estructural esquemático de una realización de la presente invención. De 1. WO2023284566 - Saline wastewater treatment system using solar-assisted heat pump, por Dongxu et al., 2023, WIPO IP Portal (https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=WO2023284566&_cid=P10-LD4ZWE-61403-1).

Finalmente, la segunda noticia presenta un sistema y método para la generación de energía fotovoltaica, que incluye un inversor y al menos un aparato de apagado. Estos dispositivos, como interruptores u optimizadores, se conectan a los módulos fotovoltaicos correspondientes. Cuando el inversor alcanza ciertos parámetros predefinidos, algunos dispositivos de apagado se desconectan para reducir el voltaje de entrada del inversor y garantizar su funcionamiento continuo. La condición para este apagado es que el voltaje de entrada del inversor supere un valor predefinido o que la corriente de entrada sea inferior a otro valor predefinido. El propósito de esta técnica es optimizar el rendimiento del sistema fotovoltaico, mejorando la eficiencia y garantizando un funcionamiento estable. Como resultado, se logra una generación de energía más confiable y eficiente, contribuyendo así a la sostenibilidad energética.

Figura 39*Cadena fotovoltaica*

Nota. Una cadena fotovoltaica, y una pluralidad de cadenas fotovoltaicas están conectadas en paralelo a un extremo de entrada del inversor. De 1. US20230058643 - Photovoltaic power generation system and method, por Yao et al., 2023, WIPO IP Portal (https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=US392325399&_cid=P10-LEJ1L0-84084-1).

Las patentes presentadas representan avances en sus respectivos campos. La primera ofrece una solución innovadora y sostenible para el tratamiento de aguas residuales salinas, utilizando tecnologías de energía solar y bomba de calor. Esta tecnología tiene el potencial de reducir las emisiones de carbono y mejorar la eficiencia en el tratamiento de aguas residuales industriales. Por otro lado, la segunda patente presenta un método para mejorar la generación de energía fotovoltaica mediante el control preciso de dispositivos de desconexión. Este enfoque puede aumentar la eficiencia y la estabilidad de los sistemas fotovoltaicos, contribuyendo así a una mayor adopción de la energía solar y a una transición más rápida hacia fuentes de energía más limpias y sostenibles.

En conjunto, estas innovaciones muestran cómo la investigación y el desarrollo tecnológico pueden impulsar soluciones más eficientes y respetuosas con el medio ambiente en sectores clave como la gestión del agua y la generación de energía renovable.

REALIDAD INMERSIVA

3



3.1. Análisis de la tecnología emergente

En el *informe de Perspectivas de Tendencias Tecnológicas* de Mckinsey Digital (2023), identifica quince tendencias tecnológicas, como se puede visualizar en la figura 3, donde incluye las tecnologías de realidad inmersiva y precisa que estas requieren de tecnologías de detección y computación espacial para ayudar a los usuarios a “ver el mundo de manera diferente” a través de la realidad mixta o aumentada o “ver un mundo diferente” a través de la realidad virtual. Asimismo, describe las tecnologías subyacentes que incluye en la realidad inmersiva:

A. Realidad aumentada

La realidad aumentada permite la inmersión parcial al agregar información a entornos del mundo real.

B. Realidad virtual

La realidad virtual sumerge a los usuarios en algo totalmente virtual ajustable.

A partir del análisis de la nube de palabras de la figura 40, sobre las temáticas relacionadas a realidad inmersiva, se ha identificado 35 noticias y 48 patentes, entre las palabras con mayor coincidencia se pueden mencionar a: realidad, virtual, usuario, aumentada, dispositivo, sistema, entorno, datos, objetos, imagen, 3d, movimiento, tecnología, imágenes, pantalla, inteligencia, cámara, cuerpo, informático, segundo, artificial, modelo, visión, tridimensional, aplicación, determinar, computadora, representación, procesamiento, generación, proporciona, inmersiva, interactuar.

Figura 40

Nube de palabras de los boletines Vitec 2023 sobre realidad inmersiva



Nota. Palabras relevantes de los boletines Vitec 2023 sobre realidad inmersiva que contienen las noticias y patentes, aplicando la herramienta Orange. De orange data mining, 2024 (<https://orangedatamining.com/>). De los boletines de vigilancia tecnológica, por Concytec, s. f. (<http://octi.concytec.gob.pe/index.php/boletin>).



3.2. Análisis de las noticias Vitec 2023

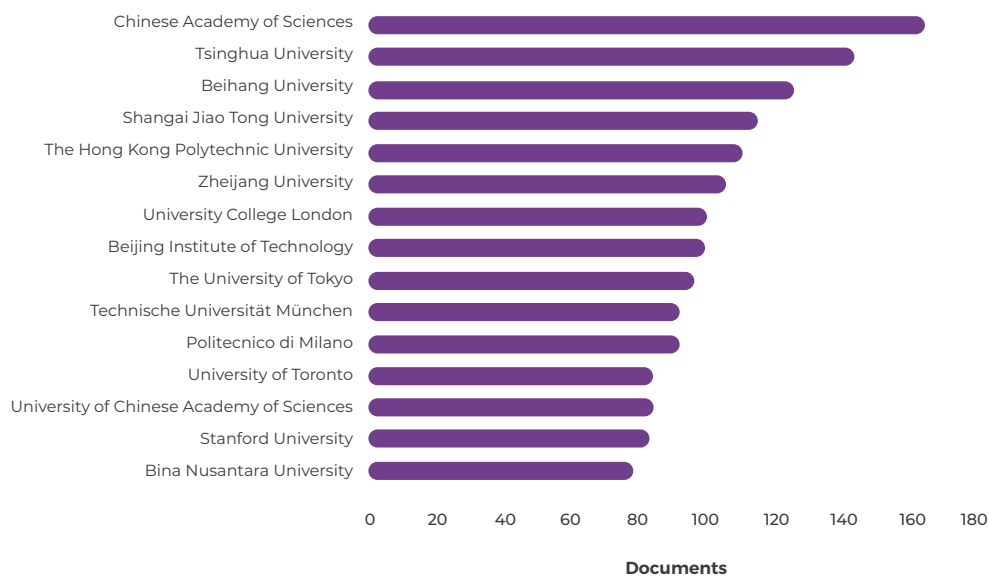
A través del análisis de los 51 boletines publicados en el año 2023, se ha observado la presencia de la tecnología emergente relacionada con la realidad inmersiva en 35 noticias. En este contexto, destacan instituciones líderes como: Massachusetts Institute of Technology con cuatro noticias, Cornell University con tres, University of Cambridge con tres y University of Leeds con tres. En contraste, el resto de las instituciones acumulan un total de 22 noticias.

Este estudio revela que las tecnologías emergentes de realidad inmersiva, que comprenden tanto la realidad aumentada como la virtual, abarcan una amplia gama de aplicaciones. Desde la mejora de la experiencia del usuario en el metaverso hasta el monitoreo en tiempo real de aplicaciones mediante realidad extendida. Estas tecnologías están siendo exploradas en diversos campos como deportes, salud mental, educación, entre otros. Los avances en este ámbito incluyen dispositivos hápticos, sistemas de análisis de datos deportivos, sistemas de autenticación segura y mucho más, reflejando así su creciente importancia en la sociedad actual.

Según datos de Scopus (2024), las instituciones de investigación que han destacado en realidad inmersiva durante el año 2023 son: Chinese Academy of Science con 164, Tsinghua University con 143, Beihang University con 125 y Shanghai Jiao Tong University con 115, tal como se detalla en la figura 41.

Figura 41

Resultados de “(immersive and reality) or (augmented and reality) or (virtual and reality)”, documentos por institución

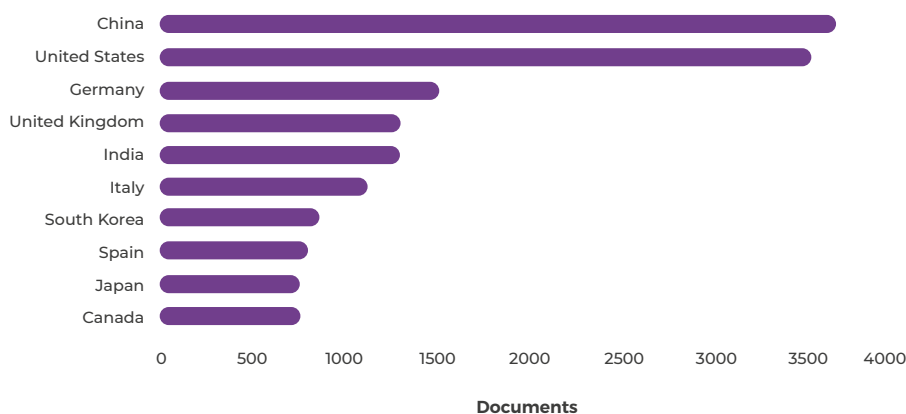


Nota. De Scopus, 2024 (<https://www.scopus.com/home.uri>).

En la categoría de los documentos elaborados por país, como se observa en la figura 42, se destaca el compromiso investigativo de distintos países en relación con temas vinculados a la realidad inmersiva. Así tenemos, que China lidera con 3658 publicaciones, seguida por Estados Unidos con 3519, Alemania con 1512, Reino Unido con 1301, India con 1297, Italia con 1120 y Corea del Sur con 863. Este análisis resalta la importancia de explorar las noticias generadas por las principales instituciones de estos países para comprender más profundamente el panorama de investigación en este campo.

Figura 42

Resultados de “immersive and reality or augmented and reality or virtual and reality”, documentos por país



Nota. De Scopus, 2024 (<https://www.scopus.com/home.uri>).

Según el informe publicado por McKinsey Digital (2023) sobre las perspectivas tecnológicas para 2023, con un enfoque en el tema de la realidad inmersiva, se destaca que la tendencia tecnológica en cuestión involucra las tecnologías subyacentes de la realidad inmersiva, entre las cuales se incluye la realidad aumentada.

Por lo tanto, tras el análisis efectuado sobre los temas predominantes relacionados con la realidad inmersiva, la realidad virtual y la realidad aumentada, abarcaremos las tecnologías relacionadas a entornos tridimensionales. Esta elección se basa tanto en el *Informe de Perspectiva de Tendencias Tecnológica* de McKinsey (2023) como en la prominencia de términos relevantes como: realidad, virtual, tridimensional, entornos, juegos, cascos, aumentada, inmersiva, gafas, entre otros. Estos términos se visualizan en la figura 43, que muestra la nube de palabras obtenida a través de la herramienta Orange.

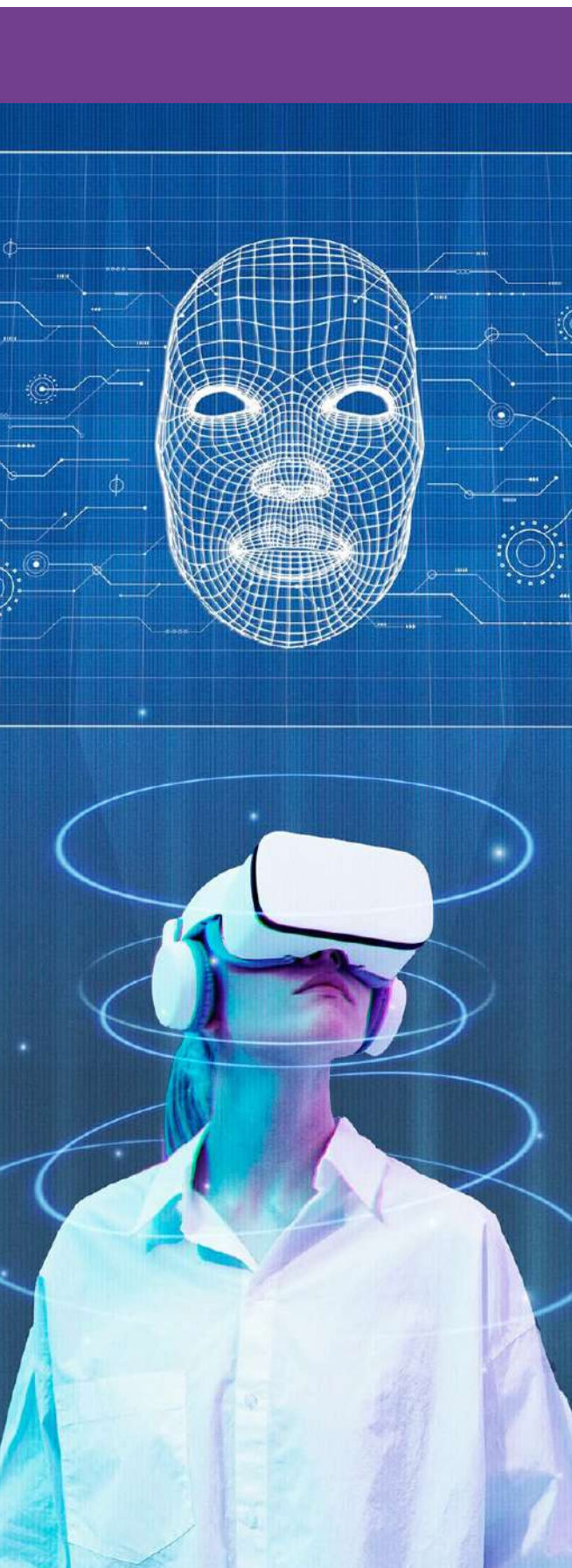
Figura 43

Nube de palabras generada a partir de las noticias de los boletines Vitec 2023 sobre realidad inmersiva



Nota. Palabras clave más relevantes en las noticias de los boletines Vitec 2023, aplicando la herramienta Orange. De orange data mining, 2024 (<https://orangedatamining.com/>). De boletín de vigilancia tecnológica, por Concytec, s. f. (<http://octi.concytec.gob.pe/index.php/boletin>).





3.2.1. Capacidad inmersiva de los entornos tridimensionales

Se han identificado 15 avances e investigaciones con múltiples propósitos, tales como: i) *Exhibición de arte en realidad virtual nos visualiza como objetos digitales*; ii) *Paciente virtual enseña habilidades de salud mental de la vida real*; iii) *Detectar de manera eficiente la ciberenfermedad de realidad aumentada y virtual*; iv) *Nueva pantalla transparente de realidad aumentada para ver contenido digital en tiempo real*; v) *Investigadores desarrollan una cámara flexible y transparente para integrarla en dispositivos de realidad aumentada*; vi) *Inspirar a la próxima generación de científicos de datos*; vii) *Bienvenido al metaverso*; viii) *Realidad virtual modificada puede medir la actividad cerebral*; ix) *Personalizar avatares para que se parezcan más a ti mejora el aprendizaje en entornos virtuales*; x) *Tecnología de realidad aumentada ayuda a los autistas que no hablan a encontrar su voz*; xi) *Ampliar el acceso a la exploración científica de los fondos marinos*; xii) *Robot sustituto imita movimientos en realidad virtual*; xiii) *Simulaciones de realidad virtual pueden ayudar a las personas autistas a completar tareas del mundo real*; xiv) *Gafas de realidad virtual inmersivas para ratones abren un nuevo potencial para la ciencia del cerebro*; xv) *Vista panorámica de 360° en el parabrisas podría alertar a los conductores sobre obstáculos en la carretera en tiempo real, como se aprecia en la tabla 6.*

Tabla 6*Capacidad inmersiva de los entornos tridimensionales*

TITULAR	ÁREA	OBJETIVO	FUENTE
Exhibición de arte en realidad virtual nos visualiza como objetos digitales	Artes y humanidades	Sumergir una escena tridimensional de 360 grados, interactuando con un cuerpo escaneado por resonancia magnética, rodeado de datos biométricos.	McMaster (2023a) University of Alberta
Paciente virtual enseña habilidades de salud mental de la vida real	Medicina	Simular interacciones con pacientes virtuales referidos a la salud mental perinatal.	Ballinger (2023) University of Leeds
Detectar de manera eficiente la ciberenfermedad de realidad aumentada y virtual		Identificar y mitigar el cibermalestar experimentado por las personas.	Stann (2023) University of Missouri
Realidad virtual modificada puede medir la actividad cerebral		Proporcionar una herramienta para comprender cómo reacciona el cerebro humano ante diversas señales, estímulos y experiencias virtuales.	Levy (2023) The University of Texas at Austin
Simulaciones de realidad virtual pueden ayudar a las personas autistas a completar tareas del mundo real		Comprender mejor las necesidades y los desafíos de las personas autistas en entornos sobreestimulantes.	Consiglio (2023) University of Missouri
Gafas de realidad virtual inmersivas para ratones abren un nuevo potencial para la ciencia del cerebro		Estudiar con mayor exactitud los circuitos neuronales.	Morris (2023) Northwestern University

TITULAR	ÁREA	OBJETIVO	FUENTE
Nueva pantalla transparente de realidad aumentada para ver contenido digital en tiempo real	Ciencia de la computación	Desarrollar la primera pantalla de visualización de RV.	The University of Melbourne (2023)
Personalizar avatares para que se parezcan más a ti mejora el aprendizaje en entornos virtuales		Investigar el impacto de la personalización mínima de avatares de instructores virtuales.	Just (2023) University of Bath
Investigadores desarrollan una cámara flexible y transparente para integrarla en dispositivos de realidad aumentada	Ingeniería	Desarrollar una cámara transparente que pueda integrarse con dispositivos permitiendo el paso de la luz para la captura de imágenes.	Han (2023) Tsinghua University
Inspira a la próxima generación de científicos de datos	Educación	Participar en actividades de codificación, análisis de datos y exploración de entornos virtuales para abordar problemas del mundo real.	Newman (2023) University of Leeds
Tecnología de realidad aumentada ayuda a los autistas que no hablan a encontrar su voz		Mejorar las habilidades motoras y de señalamiento de los usuarios al interactuar con imágenes holográficas y contenido educativo.	McInnes (2023) University of Calgary
¿Qué es el metaverso?	General	Mitigar los riesgos asociados con esta nueva forma de interacción digital.	Walsh (2023) University of Cambridge

TITULAR	ÁREA	OBJETIVO	FUENTE
Robot sustituto imita movimientos en realidad virtual	Robótica	Permitir que un usuario remoto interactúe con un robot de telepresencia.	DiPietro (2023) Cornell University
Ampliar el acceso a la exploración científica de los fondos marinos		Facilitar la realización de tareas de forma remota, como operaciones a bordo y control de manipuladores robóticos.	Woods Hole Oceanographic Institution (2023)
Vista panorámica de 360° en el parabrisas podría alertar a los conductores sobre obstáculos en la carretera en tiempo real	Transporte	Aumentar la seguridad vial al mostrar posibles peligros de manera tridimensional y de alta resolución en el campo de visión del conductor.	Collins (2023c) University of Cambridge

Nota. Adaptado de los boletines de vigilancia tecnológica, 2023. (<http://octi.concytec.gob.pe/index.php/boletin>).

En la tabla 6, se muestran 15 de los avances e investigaciones en el campo de la realidad inmersiva, destacando especialmente noticias relevantes enfocadas a entornos tridimensionales, en las áreas de artes y humanidades, medicina, ciencias de la computación, ingeniería, educación, robótica, transporte y temas generales.

En el área de artes y humanidades, la Universidad de Alberta nos presenta el desarrollo de una exposición de arte en realidad virtual creando una experiencia única que desafía la percepción de la identidad digital. “*Know thyself as a virtual reality*”, su propósito principal era explorar cómo la realidad virtual puede ser utilizada para generar conciencia sobre el mundo digital que habitamos. La mejora y alcance de esta investigación se centran en la creación de un ambiente inmersivo donde los espectadores pueden interactuar con representaciones digitales de sí mismos. La instalación principal, “*My data body*”, como se visualiza en la figura 44, permite a los espectadores explorar un cuerpo escaneado por resonancia magnética rodeado de datos personales, redes sociales y detalles biométricos. A través de controles manuales, los espectadores pueden interactuar con la representación digital de su cuerpo, extrayendo órganos y experimentando con la “sonificación de los datos”, donde el paisaje sonoro responde al movimiento. El resultado de esta investigación es una experiencia única y provocativa que desafía las percepciones tradicionales del arte y la identidad, permitiendo crear un ambiente inmersivo y estimulante que no puede ser replicado a través de medios tradicionales como el video. La exposición demuestra el potencial de la realidad virtual para crear experiencias artísticas significativas y ofrece una nueva perspectiva sobre cómo los datos personales dan forma a nuestra identidad en el mundo digital (McMaster, 2023a).

Figura 44*El cuerpo electrónico*

Nota. "Conócete a ti mismo como una realidad virtual" sumerge a los espectadores en obras de arte que incorporan datos personales como escaneos médicos y publicaciones en redes sociales, por McMaster, C., 2023a, University of Alberta, (<https://www.ualberta.ca/folio/2023/03/virtual-reality-art-show-envisions-our-selves-as-digital-artifacts.html>), imagen de My Data Body.

En el área de la medicina se presentan cinco noticias destacadas: i) *Paciente virtual enseña habilidades de salud mental de la vida real*; ii) *Detectar de manera eficiente la ciberenfermedad de realidad aumentada y virtual*; iii) *Realidad virtual modificada puede medir la actividad cerebral*; iv) *Simulaciones de realidad virtual pueden ayudar a las personas autistas a completar tareas del mundo real*; y, v) *Gafas de realidad virtual inmersivas para ratones abren un nuevo potencial para la ciencia del cerebro*. Estas investigaciones tienen el propósito de aprovechar la tecnología de realidad virtual para mejorar la salud mental, la detección de enfermedades, la comprensión del cerebro y la ayuda a personas con autismo en la realización de tareas cotidianas, abriendo nuevas posibilidades tanto en la práctica clínica como en la investigación científica.

Una de las principales investigaciones mencionadas en el párrafo anterior es de la Universidad de Leeds (2023), la cual se centró en el desarrollo de una plataforma de realidad virtual para la formación en habilidades de salud mental perinatal. La mejora se logró mediante la creación de un paciente virtual llamada Stacey, como se muestra en la figura 45, con la cual los estudiantes pueden interactuar para ampliar sus habilidades en el manejo de pacientes con problemas de salud mental perinatales. El alcance de la investigación se extendió al diseño de escenarios realistas de conversación, controlados por un instructor, que permiten a los estudiantes practicar y reflexionar sobre sus experiencias de manera segura. El propósito fue proporcionar a los alumnos una experiencia inmersiva que los prepare para enfrentar situaciones reales en un

entorno clínico. Como resultado, se demostró que esta forma de entrenamiento mejora la comprensión cognitiva y emocional de los estudiantes, reduce la ansiedad en torno a las consultas de salud mental perinatales y aumenta la motivación para seguir una carrera especializada en este campo. La tecnología desarrollada ha sido bien recibida por los participantes, con casi el 80 % prefiriendo este enfoque de simulación sobre los métodos tradicionales de capacitación (Ballinger, 2023).

Figura 45

Paciente virtual Stacey



Nota. Paciente virtual enseña habilidades de salud mental en la vida real, por Ballinger, L., 2023, University of Leeds, (<https://www.leeds.ac.uk/main-index/news/article/5274/virtual-patient-teaches-real-life-mental-health-skills>).

Otra de las noticias que se aborda en el área de medicina es liderada por la Universidad de Texas (2023), que ha desarrollado una tecnología de realidad virtual modificada que puede medir la actividad cerebral de manera no invasiva. Han creado un sensor de electroencefalograma (EEG, por sus siglas en inglés), como se visualiza en la figura 46, que se integra en un casco de realidad virtual comercial, permitiendo la medición de la actividad eléctrica del cerebro durante las experiencias inmersivas de realidad virtual. El propósito principal es mejorar la precisión de las mediciones cerebrales en entornos virtuales, lo que tiene diversas aplicaciones, como ayudar a personas con ansiedad, medir la atención o el estrés mental, y permitir a los usuarios ver a través de los ojos de un robot. La mejora radica en la comodidad y la facilidad de uso del dispositivo, en comparación con los dispositivos convencionales de EEG, lo que amplía su potencial de uso y aplicaciones. Los resultados preliminares muestran la viabilidad y la eficacia del dispositivo en la medición de la actividad cerebral durante experiencias de realidad virtual (Levy, 2023).

Figura 46

Sensor de electroencefalograma (EEG)



Nota. Sensor de electroencefalograma (EEG) no invasivo instalado se utiliza para medir la actividad eléctrica del cerebro durante interacciones inmersivas de realidad virtual, por Levy, N., 2023, The University of Texas at Austin, (<https://news.utexas.edu/2023/08/03/modified-virtual-reality-tech-can-measure-brain-activity/>).

Por otro lado, en el área de Ciencias de la computación se han identificado dos noticias: i) *Nueva pantalla transparente de realidad aumentada para ver contenido digital en tiempo real* y ii) *Personalizar avatares para que se parezcan más a ti mejora el aprendizaje en entornos virtuales*.

Al respecto, la Universidad de Bath (2023) se centró en personalizar avatares en entornos virtuales para mejorar el aprendizaje, como se muestra en la figura 47. Se descubrió que incluso una mínima personalización de los avatares puede tener un impacto significativo en el proceso de aprendizaje. El estudio involucró a 97 participantes que aprendieron movimientos de baile a través de avatares en realidad virtual. Los resultados mostraron que los participantes aprendieron mejor cuando el avatar se parecía físicamente a ellos. Este efecto fue más notable en entornos de realidad virtual, donde la inmersión era mayor. El objetivo de la investigación fue explorar cómo la personalización de los avatares influye en el aprendizaje en entornos virtuales. Como resultado, se demostró que la personalización mínima de los avatares mejora la capacidad de los participantes para imaginar y ejecutar los movimientos de baile aprendidos (Just, 2023).

Figura 47*Personalización de avatares*

Nota. Los voluntarios aprendieron mejor cuando usaron avatares que compartían características físicas similares, por Just, V., 2023, University of Bath, (<https://www.bath.ac.uk/announcements/customising-avatars-to-look-more-like-you-improves-learning-in-virtual-environments/>). Imagen de Izzy Fitton.

En el sector de ingeniería, se destaca la investigación realizada por la Universidad de Tsinghua (2023), la cual se basa en el desarrollo de una cámara transparente que se puede integrar con dispositivos de realidad aumentada (RA), superando las limitaciones de las cámaras convencionales opacas. Este avance permite el paso de la luz mientras captura imágenes, lo que la hace versátil y aplicable en diversos campos. La tecnología ofrece una mayor calidad de imagen y una integración más fluida con el entorno, ampliando sus aplicaciones potenciales en dispositivos RA, pantallas de teléfonos móviles, parabrisas de automóviles y elementos decorativos. El propósito de la investigación fue desarrollar una cámara transparente que pudiera integrarse con dispositivos de RA existentes, ofreciendo una captura de imágenes eficaz en un diseño transparente (Han, 2023).

Figura 48*Cámara transparente*

Nota. Cámara de nueva forma que genera imágenes sin bloquear toda la luz. Su LightguideCam emplea la guía de luz como elemento de transmisión de imágenes, lo que permite que la luz del objeto se refleje en el sensor manteniendo una ventana casi transparente, por Han, L., 2023, Tsinghua University, (<https://www.tsinghua.edu.cn/en/info/1245/12285.htm>).

En el campo de educación, se ha realizado un proyecto piloto por la Universidad de Leeds, en el que se busca inspirar a la próxima generación de científicos de datos mediante una experiencia inmersiva que involucra el uso de la Realidad Virtual (VR). Figura 49, estudiantes de octavo año exploraron paisajes virtuales: instalaciones de última generación, participaron en actividades prácticas de codificación y actuaron como expertos en datos en temas de la vida real, como transporte sostenible y atención médica. También probaron el escaneo cerebral y se aventuraron en entornos generados por computadora en el espacio digital de usos múltiples. El resultado obtenido fue la creación de una oportunidad para que los estudiantes exploraran instalaciones y participaran en actividades prácticas de codificación, actuando como expertos en datos en temas de la vida real (Newman, 2023).

Figura 49*Exploración de paisajes virtuales*

Nota. Los alumnos emocionados exploraron paisajes virtuales y aprendieron nuevas habilidades digitales, por Newman, D., 2023, University of Leeds, (<https://www.leeds.ac.uk/news-science/news/article/5342/inspiring-the-next-generation-of-data-scientists>). Imagen de Mark Webster Photography.

En el área de robótica, se destaca la investigación realizada por la Universidad de Cornell (2023) sobre un sistema robótico llamado VRoxy, tal como se visualiza en la figura 50, el cual permite a un usuario remoto en un espacio pequeño colaborar a través de la realidad virtual con compañeros de equipo en un espacio mucho más grande. VRoxy mejora la experiencia de telepresencia al responder automáticamente y en tiempo real a los movimientos y gestos del usuario remoto. También busca mejorar la comunicación no verbal al imitar automáticamente la posición del cuerpo del usuario y otras señales no verbales vitales. VRoxy es capaz de mapear pequeños movimientos de los usuarios remotos en realidad virtual a movimientos más grandes en el espacio físico. Está equipado con características como una cámara de 360 grados, un monitor que muestra las expresiones faciales del usuario, un dedo índice robótico y ruedas omnidireccionales. La naturaleza automática del sistema permite a los usuarios remotos centrarse en la colaboración en lugar de dirigir manualmente el robot (DiPietro, 2023).

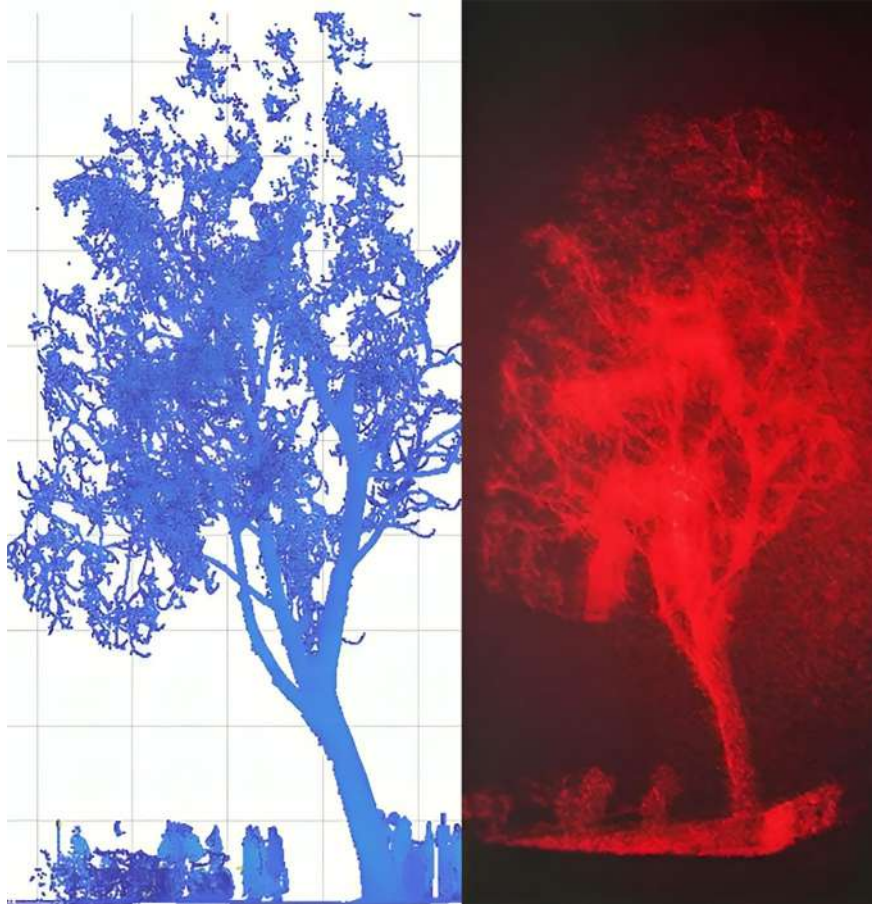
Figura 50

Sistema robótico VRoxy



Nota. Estudiante de doctorado en el campo de las ciencias de la información, con el sistema VRoxy, por DiPietro, L., 2023, Cornell University, (<https://news.cornell.edu/stories/2023/10/robot-stand-mimics-your-movements-vr>).

Finalmente, en el área de transporte, se destaca la investigación realizada por las universidades de Cambridge, Oxford y University College London (2023), desarrollando un *head-up display* de realidad aumentada que utiliza un escáner láser 3D y datos LiDAR (*light detection and ranging*) para crear una representación completamente en 3D de las calles de Londres, permitiendo proyecciones holográficas de alta resolución de obstáculos en la carretera que están ocultos del campo de visión del conductor, con el propósito de mejorar la seguridad vial al proporcionar información precisa sobre los peligros potenciales en tiempo real desde cualquier ángulo, lo que permite una evaluación integral de los peligros en la carretera y una adaptación dinámica a las condiciones cambiantes de la vía, con el objetivo de hacer el sistema más accesible e incluso para todos los usuarios de la carretera (Collins, 2023c).

Figura 51*Datos LiDAR*

Nota. Datos LiDAR (izquierda), resultado holográfico (derecha), por Collins, S., 2023c, University Cambridge, (<https://www.cam.ac.uk/stories/lidar-holograms-for-driving>).

Como se ha podido demostrar mediante las noticias destacadas sobre la tecnología emergente de realidad inmersiva en entornos tridimensionales, se utiliza para mejorar la experiencia del usuario en diversos campos, desde la educación hasta la seguridad vial. Permite la personalización en entornos virtuales para mejorar el aprendizaje, la capacitación del personal y la prevención de accidentes en carreteras mediante la proyección de hologramas tridimensionales. Es decir, la realidad inmersiva está transformando la manera cómo interactuamos, aprendemos y nos mantenemos seguros en entornos tridimensionales.

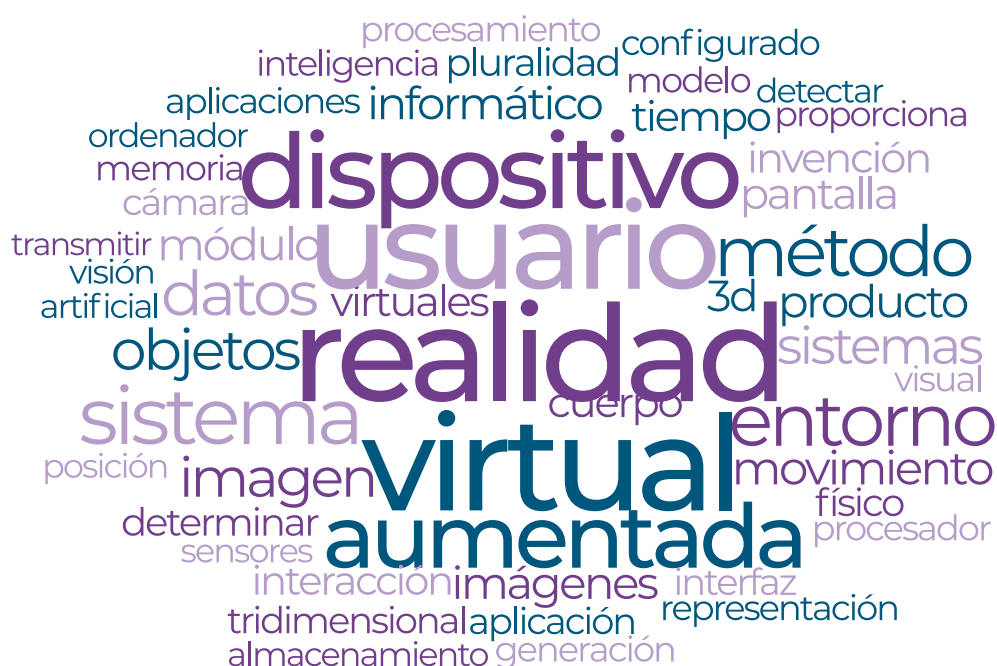
3.3. Análisis de las patentes Vitec 2023

Según WIPO, durante el año 2023 los países líderes en patentamiento de tecnologías emergentes de realidad inmersiva, virtual y aumentada se encuentran: China, encabezando la lista, con 3983 patentes, seguido por Estados Unidos de América con 2193, Japón con 237, República de Corea con 210 e India con 156. Asimismo, las principales empresas son: Snap INC con 467, seguido por Magic Leap INC con 308, Meta Platforms Tech LLC con 194, Beijing Baidu Netcom Science and Tech CO LTD con 187, Samsung Electronics CO LTD con 164, Beijing Zitiao Network Tech CO LTC con 113, Huawei Tech CO LTD con 79, Apple INC con 67, Google LLC con 65 e International Business Machines CO con 61.

Tras el análisis realizado a los 51 boletines Vitec publicados en el año 2023, se evidencia que las tecnologías emergentes enfocadas en realidad inmersiva, aumentada y virtual están presentes en 48 patentes identificadas en Espacenet y WIPO; asimismo, se observó que las palabras más recurrentes, como se muestra en la figura 52, incluyen: realidad, virtual, aumentada, cuerpo, 3D, entorno, objetos, visual, pantalla, movimiento, entre otros. Para este propósito, se utilizó la herramienta Orange para generar la nube de palabras.

Figura 52

Nube de palabras generada a partir de las patentes de los boletines Vitec 2023 sobre realidad inmersiva



Nota. Palabras claves más relevantes en las patentes de los boletines Vitec 2023, aplicando la herramienta Orange. De orange data mining, 2024 (<https://orangedatamining.com/>). De los boletines de vigilancia tecnológica, por Concytec, s. f. (<http://octi.concytec.gob.pe/index.php/boletin>).

Basándonos en la figura 52, la nube de palabras generada nos permite determinar que se optó por analizar las palabras relacionadas con “cuerpos virtuales” presentes en las patentes de los boletines Vitec 2023. Después de filtrar los temas según la información recopilada en los boletines, se identificaron un total de seis patentes relevantes de la fuente de patentes WIPO IP Portal y Spacenet.

3.3.1. Cuerpos virtuales

Tabla 7

Resultados de las patentes de los boletines Vitec 2023 relacionados con cuerpos virtuales

TITULAR	ÁREA	OBJETIVO
Realidad aumentada habilitada por voz	Método y sistema	Integración de sistemas robóticos y dispositivos de sujeción de objetos que pueden interactuar con el entorno virtual.
Sistema y método de realidad virtual	Método	Permitir la interacción del usuario con la escena virtual al variar la apariencia de elementos dentro de la escena en respuesta a cambios en el tiempo o condiciones climáticas.
Método, dispositivo, sistema y medio de almacenamiento de adquisición y generación de pistas de movimiento espacio - tiempo	Método y aparato	Generación de pistas de movimiento espacio-temporal.
Sistema de simulación de partidos de tenis equipado con una raqueta inteligente	Sistema	Simular partidos de tenis que utilice una raqueta inteligente.
Sistemas y métodos para emplear a un ser vivo como marcador para contenido de realidad aumentada	Sistema y método	Utilizar seres vivos como marcadores para contenido virtual en un entorno de realidad aumentada.

TITULAR	ÁREA	OBJETIVO
Sistema, método y producto de programa informático para la visualización de objetos virtuales en realidad aumentada	Método	Reajustar la posición y orientación del modelo tridimensional del objeto de interés en tiempo real.

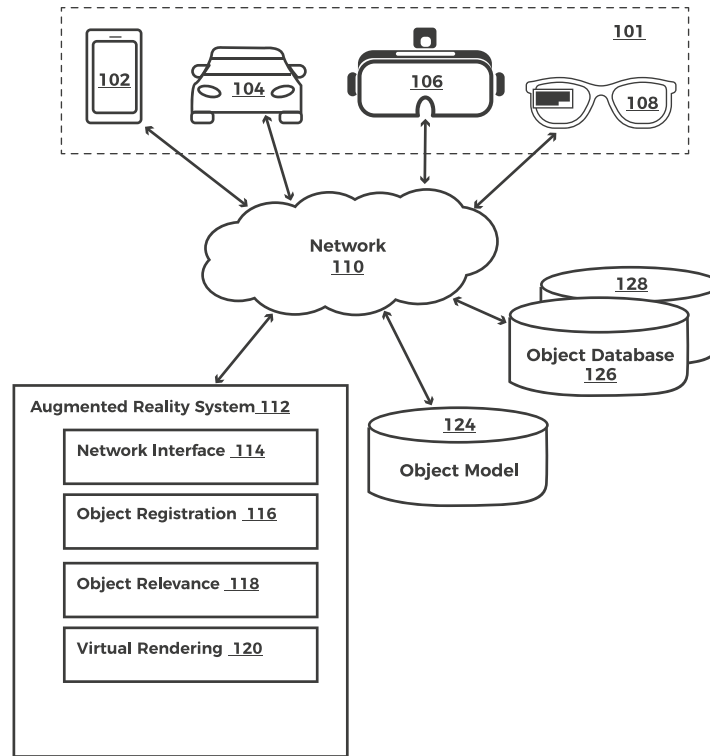
Nota. Adaptado de los boletines de vigilancia tecnológica, 2023. (<http://octi.concytec.gob.pe/index.php/boletin>).

Mediante el análisis realizado a las patentes presentadas en los boletines Vitec 2023 sobre cuerpos virtuales, como se observa en la tabla 7, se observa que los tipos de patentes son: métodos, sistemas y aparatos. Asimismo, se ha identificado una variedad de enfoques relacionados con la interacción y visualización de cuerpos virtuales en diferentes contextos tecnológicos. Incluye la utilización de realidad aumentada habilitada por voz, sistemas y métodos de realidad virtual, así como tecnologías para la adquisición y generación de datos de movimiento espacio-tiempo. También aborda la simulación de actividades físicas, como partidos de tenis con dispositivos inteligentes, y propone métodos para emplear seres vivos como marcadores en entornos de realidad aumentada. Además, se presenta un sistema, método y producto de *software* para la visualización de objetos virtuales dentro de entornos de realidad aumentada, ampliando las posibilidades de interacción con cuerpos virtuales.

Una de las patentes de Espacenet Patent Search (2023), presenta un sistema y método de realidad virtual que permite mostrar escenas generadas por computadora en un entorno virtual, como se muestra en la figura 53, ajustando el movimiento de un cuerpo virtual en función del movimiento físico del usuario en el mundo real. Este ajuste considera efectos de gravedad y la presencia de objetos en la escena virtual, lo que resulta en un movimiento del cuerpo virtual que puede no corresponder directamente con el movimiento físico del usuario en el mundo real. La innovación radica en proporcionar una interacción más inmersiva y realista entre el usuario y el entorno virtual, mejorando así la experiencia del usuario en aplicaciones de realidad virtual, con un amplio alcance en áreas como juegos, simulaciones y entrenamiento (Mohajer, 2023).

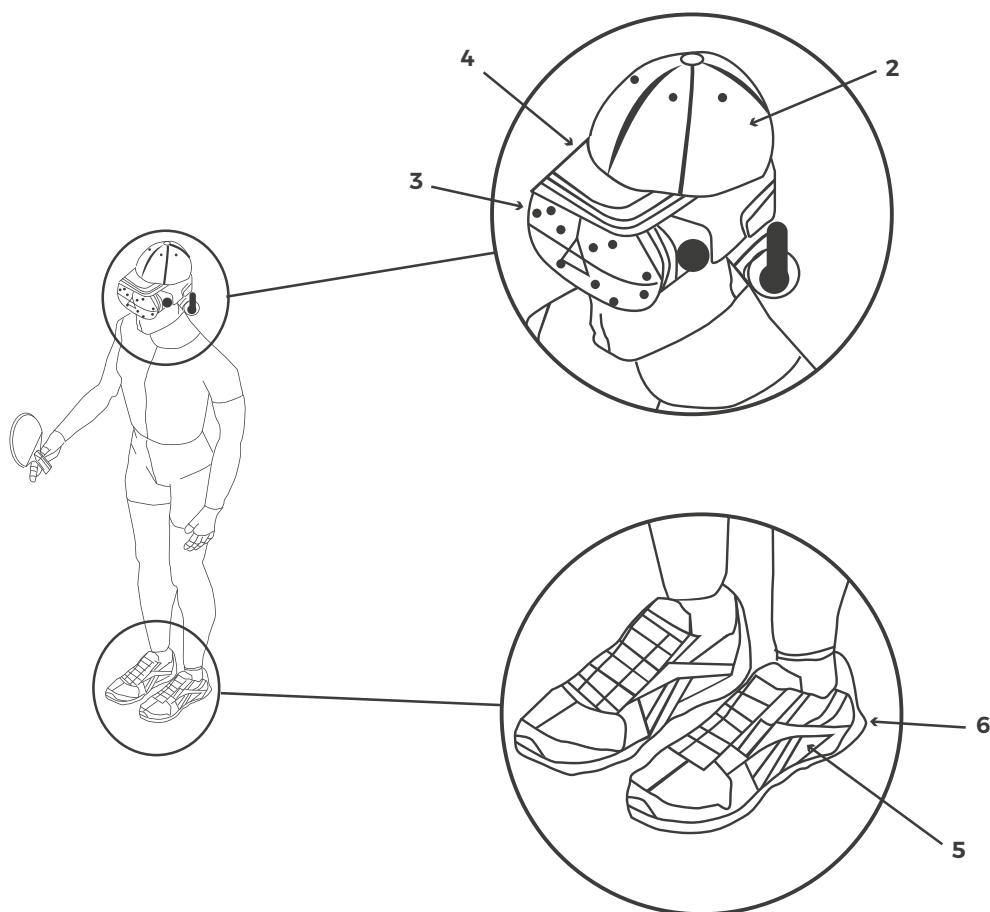
Figura 53

Dispositivo que genera escenas computarizadas en entornos virtuales



Nota. Sistema que está configurado para implementar un modo de consulta AR de un dispositivo. De 1. US2023055477A1 - Speech-enabled augmented reality, por Mohajer et al., 2023, Espacenet Patent Search (<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/085227695/publication/US2023055477A1?q=VIRTUAL%20REALITY>).

También, otra de las patentes publicadas en WIPO IP Portal (2023), presenta un sistema de simulación de partidos de tenis con una raqueta inteligente en el marco del Internet de las Cosas (IoT, por sus siglas en inglés), realizando partidos virtuales en tiempo real sin restricciones geográficas y entrenamientos inmersivos en entornos de realidad virtual. Figura 54, utiliza sensores para capturar el movimiento del cuerpo humano y analizar el ángulo de articulaciones y aceleración, mejorando la experiencia de juego y entrenamiento al ofrecer una representación precisa de los movimientos y comportamientos deportivos. La innovación radica en la integración de tecnologías para ofrecer una plataforma que no solo facilita la participación remota de jugadores de diferentes países, sino que también mejora las habilidades a través de un análisis detallado de movimientos, contribuyendo así al desarrollo y accesibilidad del deporte (Peyman, 2023).

Figura 54*Sensores de movimiento*

Nota. sistema de simulación de componentes utilizados por el tenista (sombrero, gafas y zapatos). De 1. WO2023111638 - Tennis game simulation system equipped with a smart racket, por Peyman et al., 2023, WIPO IP Portal (https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=WO2023111638&_cid=P22LJOH4X-25661-5).

Según las patentes presentadas, la tecnología de cuerpos virtuales en entornos de realidad virtual ha avanzado significativamente, ofreciendo un método innovador para ajustar el movimiento de los cuerpos virtuales en función del movimiento físico del usuario y los elementos presentes en la escena virtual. Esta tecnología permite una interacción más inmersiva y realista entre el usuario y el entorno virtual, mejorando la experiencia del usuario en diversas aplicaciones como juegos, simulaciones y entrenamiento. La capacidad de ajustar dinámicamente el movimiento del cuerpo virtual en respuesta a las acciones del usuario y al entorno virtual señala un paso adelante hacia la creación de experiencias de realidad virtual más envolventes y adaptativas.

REFERENCIAS



Web

- Ballinger, L. (2023, 03 de abril). *Virtual patient teaches real-life mental health skills*. University of Leeds. <https://www.leeds.ac.uk/mainindex/news/article/5274/virtual-patient-teaches-real-life-mental-health-skills>
- Barzler, C. (2023, 09 de febrero). *Research Reveals Thermal Instability of Solar Cells but Offers a Bright Path Forward*. Georgia Institute of Technology. <https://research.gatech.edu/research-reveals-thermal-instability-solar-cells-offers-bright-path-forward>
- Billau, C. (2023, 16 de febrero). *Physicists solve durability issue in next-generation solar cells*. The University of Toledo. https://news.utoledo.edu/index.php/02_16_2023/physicists-solve-durability-issue-in-next-generation-solar-cells
- Brännström, S. (2023, 08 de junio). *A step closer towards cheap hydrogen*. Umeå University. https://www.umu.se/en/news/a-step-closetowards-cheap-hydrogen_11779256/
- Cernea, S. (2023, 20 de julio). *Device makes hydrogen from sunlight with record efficiency*. Rice University. <https://news.rice.edu/news/2023/device-makes-hydrogen-sunlight-record-efficiency>
- Chase, B. (2023, 02 de marzo). *Artificial intelligence approach may help detect alzheimer's disease from routine brain imaging tests*. Massachusetts General Hospital. <https://www.massgeneral.org/news/press-release/artificial-intelligence-may-help-detect-alzheimers-disease-from-routine-brain-tests>
- Chu, J. (2023a, 16 de octubre). *MIT design would harness 40 percent of the sun's heat to produce clean hydrogen fuel*. Massachusetts Institute of Technology. <https://news.mit.edu/2023/mit-design-harness-suns-heat-produce-clean-hydrogen-fuel-1016>
- Chu, J. (2023b, 19 de octubre). *To excel at engineering design, generative AI must learn to innovate, study finds*. Massachusetts Institute of Technology. <https://news.mit.edu/2023/generative-ai-must-innovate-engineering-design-1019>
- CIC energiGUNE. (s.f.). *Métodos de producción de hidrógeno y sus colores*. <https://cicenergigune.com/es/blog/metodos-produccion-hidrogeno-colores>
- City University of Hong Kong (2023a, 20 de octubre). *Pivotal breakthrough in adapting perovskite solar cells for renewable energy at City University of Hong Kong; published in science*. <https://www.cityu.edu.hk/research/stories/2023/10/20/pivotal-breakthrough-adapting-perovskite-solar-cells-renewable-energy-published-science>
- City University of Hong Kong. (2023b, 04 de mayo). *CityU researchers develop an additive to efficiently improve the efficiency and stability of perovskite solar cells*. <https://www.cityu.edu.hk/research/stories/2023/05/04/cityu-researchers-develop-additive-efficiently-improve-efficiency-and-stability-perovskite-solar-cells>

- City University of Hong Kong. (2023c, 20 de abril). *One-step solution-coating method to advance perovskite solar cell manufacturing and commercialisation*. <https://www.cityu.edu.hk/research/stories/2023/04/20/one-step-solution-coating-method-advance-perovskite-solar-cell-manufacturing-and-commercialisation>
- Collins, S. (2023a, 10 de agosto). *How sure is sure? Incorporating human error into Machine Learning*. University of Cambridge. <https://www.cam.ac.uk/research/news/how-sure-is-sure-incorporating-human-error-into-machine-learning>
- Collins, S. (2023b, 19 de setiembre). *Machine Learning models can produce reliable results even with limited training data*. University of Cambridge. <https://www.cam.ac.uk/research/news/machine-learning-models-can-produce-reliable-results-even-with-limited-training-data>
- Collins, S. (2023c, 20 de diciembre). *360-degree head-up display view could warn drivers of road obstacles in real time*. University of Cambridge. <https://www.cam.ac.uk/stories/lidar-holograms-for-driving>
- Consiglio, B. (2023, 07 de diciembre). *Virtual reality simulations can help autistic people complete realworld tasks, MU study finds*. University of Missouri. <https://showme.missouri.edu/2023/virtual-reality-simulations-can-help-autistic-people-complete-real-world-tasks-mu-study-finds/>
- DiPietro, L. (2023, 26 de octubre). *Robot stand-in mimics your movements in VR*. Cornell University. <https://news.cornell.edu/stories/2023/10/robot-stand-mimics-your-movements-vr>
- Elhardt, C. (2023, 14 de diciembre). *Accurate snow measurement thanks to AI and satellites*. Eidgenössische Technische Hochschule Zürich. <https://baug.ethz.ch/en/news-and-events/news/2023/12/accurate-snow-measurement-thanks-to-ai-and-satellites.html>
- Enel x. (s.f.). *Electrificación: definición y significado*. <https://corporate.enelx.com/es/question-and-answers/what-is-electrification>
- Fennessy, C. (2023, 10 de julio). *Biomarkers may hold key to precision mental health diagnosis, care*. Lehigh University. <https://engineering.lehigh.edu/news/article/biomarkers-may-hold-key-precision-mental-health-diagnosis-care>
- Gordon, R. (2023, 15 de diciembre). *Image recognition accuracy: An unseen challenge confounding today's AI*. Massachusetts Institute of Technology. <https://news.mit.edu/2023/image-recognition-accuracy-minimum-viewing-time-metric-1215>
- Greaves, M. (2023, 03 de enero). *UCL-led team wins time on world's most powerful computer*. University College London. <https://www.ucl.ac.uk/news/2023/jan/ucl-led-team-wins-time-worlds-most-powerful-computer>
- H2Lac. (2022, 20 de julio). *Tipos de hidrógeno*. <https://h2lac.org/noticias/infografia-los-tipos-de-hidrogeno/>

- Han, L. (2023, 23 de junio). *Tsinghua researchers developed flexible, see-through camera for integration with AR devices*. Tsinghua University. <https://www.tsinghua.edu.cn/en/info/1245/12285.htm>
- Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (2023, 20 de marzo). *Green hydrogen: How photoelectrochemical water splitting may become competitive*. https://www.helmholtz-berlin.de/pubbin/news_seite?nid=24748&sprache=en&seitenid=
- Istituto Italiano di Tecnologia. (2023, 12 de diciembre). *A new system for producing green hydrogen cheaply and efficiently*. Istituto Italiano di Tecnologia. <https://opentalk.iit.it/en/a-new-system-for-producing-green-hydrogen-cheaply-and-efficiently/>
- Just, V. (2023, 09 de agosto). *Customising avatars to look more like you improves learning in virtual environments*. University of Bath. <https://www.bath.ac.uk/announcements/customising-avatars-to-look-more-like-you-improves-learning-in-virtual-environments/>
- Lai, I. & Wong, A. (2023, 29 de mayo). *PolyU researchers achieve record 19.31% efficiency with organic solar cells*. The Hong Kong Polytechnic University. https://www.polyu.edu.hk/en/media/media-releases/2023/0529_polyu-researchers-achieve-record-efficiency/
- Levy, N. (2023, 03 de agosto). *Modified virtual reality tech can measure brain activity*. The University of Texas at Austin. <https://news.utexas.edu/2023/08/03/modified-virtual-reality-tech-can-measure-brain-activity/>
- Luterbacher, C. (2023, 17 de abril). *A solar hydrogen system that co-generates heat and oxygen*. Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne. <https://actu.epfl.ch/news/a-solar-hydrogen-system-that-co-generates-heat-and/>
- Magubane, N. (2023, 16 de noviembre). *A peek into the future of visual data interpretation*. University of Pennsylvania. <https://penntoday.upenn.edu/news/peek-future-visual-data-interpretation>
- Martialay, M. (2023, 16 de noviembre). *The mind's eye of a neural network system*. Purdue University. <https://www.purdue.edu/newsroom/releases/2023/Q4/the-minds-eye-of-a-neural-network-system.html>
- McAlpine, K. (2023, 04 de enero). *Cheap, sustainable hydrogen through solar power*. University of Michigan. <https://news.umich.edu/cheap-sustainable-hydrogen-through-solar-power/>
- McInnes, B. (2023, 21 de agosto). *Augmented reality technology helps non-speaking autistic population find their voice*. University of Calgary. <https://ucalgary.ca/news/augmented-reality-technology-helps-non-speaking-autistic-population-find-their-voice>

- McKinsey Digital. (2023, 20 de julio). *McKinsey Technology Trends Outlook 2023* <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-top-trends-in-tech>
- McMaster, G. (2023a, 03 de marzo). *Virtual reality art show envisions our selves as digital artifacts*. University of Alberta. <https://www.ualberta.ca/folio/2023/03/virtual-reality-art-show-envisions-our-selves-as-digital-artifacts.html>
- McMaster, G. (2023b, 07 de febrero). *Blending hydrogen with natural gas could help fuel energy transition*. University of Alberta. <https://www.ualberta.ca/folio/2023/02/blending-hydrogen-with-natural-gas-could-help-fuel-energy-transition.html>
- Monash University. (2023, 25 de julio). *New research shows AI can ask another AI for a second opinion on medical scans*. <https://www.monash.edu/news/articles/new-research-shows-ai-can-ask-another-ai-for-a-second-opinion-on-medical-scans>
- Morris, A. (2023, 08 de diciembre). *Immersive VR goggles for mice unlock new potential for brain science*. Northwestern University. <https://news.northwestern.edu/stories/2023/12/immersive-vr-goggles-for-mice-unlock-new-potential-for-brain-science/>
- Moskal, E. (2023, 02 de marzo). *App recognizes suspected MPOX rashes using artificial intelligence*. Stanford Medicine. <https://med.stanford.edu/news/all-news/2023/03/mpox-vaccination.html>
- Naciones Unidas. (s.f.). *¿Qué son las energías renovables?* <https://www.un.org/es/climatechange/what-is-renewable-energy>
- National University of Singapore. (2023, 22 de junio). *Perovskite solar cells invented by NUS scientists set new world record for power conversion efficiency*. <https://news.nus.edu.sg/perovskite-solar-cells-set-new-world-record-for-power-conversion-efficiency/>
- Newman, D. (2023, 05 de julio). *Inspiring the next generation of data scientists*. University of Leeds. <https://www.leeds.ac.uk/news-science/news/article/5342/inspiring-the-next-generation-of-data-scientists>
- Okada, K. (2023, 13 de julio). *Drexel's titanium oxide material lets sunlight drive green hydrogen production*. Drexel University. <https://drexel.edu/news/archive/2023/July/titanium-oxide-photocatalyst-green-hydrogen-production>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2024). *Green hydrogen*. <https://www.oecd.org/cefim/green-hydrogen/>
- Ortmann, F. (2023, 26 de setiembre). *How organic solar cells could become significantly more efficient*. Technical University of Munich. <https://www.tum.de/en/news-and-events/all-news/press-releases/details/how-organic-solar-cells-could-become-significantly-more-efficient>

- Ouyang, A. (2023, 20 de enero). *MIT researchers develop an AI model that can detect future lung cancer risk*. Massachusetts Institute of Technology. <https://news.mit.edu/2023/ai-model-can-detect-future-lung-cancer-0120>
- Papageorgiou, N. (2023a, 18 de julio). *Improving high-temperature stability of perovskite solar cells*. Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne. <https://actu.epfl.ch/news/improving-high-temperature-stability-of-perovskite/>
- Papageorgiou, N. (2023b, 24 de octubre). *New design solves stability and efficiency of perovskite solar cells*. Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne. <https://actu.epfl.ch/news/new-design-solves-stability-and-efficiency-of-pero/>
- Revels, M. (2023, 17 de octubre). *Developing novel deep learning technologies for medical image classification*. Texas A&M University College of Engineering. <https://engineering.tamu.edu/news/2023/10/developing-novel-deep-learning-technologies-for-medical-image-classification.html>
- Sanctuary, H. (2023, 04 de enero). *A step towards solar fuels out of thin air*. Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL). <https://actu.epfl.ch/news/a-step-towards-solar-fuels-out-of-thin-air/>
- Schnabel, J. (2023, 30 de noviembre). *AI-generated images map visual functions in the brain*. Cornell University. <https://news.cornell.edu/stories/2023/11/ai-generated-images-map-visual-functions-brain>
- Stann, E. (2023, 02 de mayo). *"Explainable AI" can efficiently detect AR/VR cybersickness*. University of Missouri. <https://showme.missouri.edu/2023/explainable-ai-can-efficiently-detect-ar-vr-cybersickness/>
- Sternudd, K. (2023, 20 de marzo). *Now local hospitals can determine how AI systems would detect breast cancer*. Karolinska Institute. <https://news.ki.se/now-local-hospitals-can-determine-how-ai-systems-would-detect-breast-cancer>
- The University of Melbourne. (2023, 29 de mayo). *New transparent Augmented Reality display opens possibilities to see digital content in real-time*. The University of Melbourne. <https://www.unimelb.edu.au/newsroom/news/2023/may/world-first-transparent-augmented-reality-display-opens-possibilities-to-see-digital-content-in-real-time>
- Toon, J. (2023, 15 de setiembre). *TRIAD streamlines edge processing of data in phased-array antennas*. Georgia Institute of Technology. <https://research.gatech.edu/triad-streamlines-edge-processing-data-phased-array-antennas>
- University of Oxford (2023a, 20 de marzo). *New study shows Artificial Intelligence could help locate life on Mars*. <https://www.ox.ac.uk/news/2023-03-20-new-study-shows-artificial-intelligence-could-help-locate-life-mars>

- University of Oxford (2023b, 26 de octubre). *First digital atlas of human fetal brain development published*. <https://www.ox.ac.uk/news/2023-10-26-first-digital-atlas-human-fetal-brain-development-published>
- University of Oxford. (2023c, 23 de noviembre). *AI that automatically detects methane plumes from space could be a powerful tool in combating climate change*. <https://www.ox.ac.uk/news/2023-11-23-ai-automatically-detects-methane-plumes-space-could-be-powerful-tool-combating>
- University of Oxford. (2023d, 28 de julio). *Researchers successfully train a Machine Learning model in outer space for the first time*. <https://www.ox.ac.uk/news/2023-07-28-researchers-successfully-train-machine-learning-model-outer-space-first-time>
- Ursache, M. (2023, 04 de mayo). *New project to help solve energy poverty for isolated communities in Africa through cooking fuel solution*. Loughborough University. <https://www.lboro.ac.uk/schools/meme/news/2023/locel-h2-project/>
- Wadduwage, D. (2023, 16 de octubre). *A DEEPER (squared) dive into AI*. The Harvard Gazette. <https://news.harvard.edu/gazette/story/2023/10/a-deeper-squared-dive-into-ai/>
- Walsh, L. (2023, 27 de julio). *What is the metaverse*. University of Cambridge. <https://www.cam.ac.uk/stories/metaverse>
- Wendt, O. (2023, 12 de octubre). *New catalyst could provide liquid hydrogen fuel of the future*. Lund University. <https://www.lunduniversity.lu.se/article/new-catalyst-could-provide-liquid-hydrogen-fuel-future>
- Woods Hole Oceanographic Institution. (2023, 24 de agosto). *New framework for oceanographic research provides potential for broader access to deep sea scientific exploration*. <https://www.whoi.edu/press-room/news-release/new-framework-provides-broader-access-to-deep-sea-scientific-exploration/>
- Zhang, J. (2023, 23 de agosto). *Driverless cars worse at detecting children and darker-skinned pedestrians say scientists*. King's College London. <https://www.kcl.ac.uk/news/driverless-cars-worse-at-detecting-children-and-darker-skinned-pedestrians-say-scientists>

PATENTES

- Alam, S.; Dsouza, K.; Kadam, K.; Ostrem, A. & Prajapati, A. (2023). *Passive assistive alerts using artificial intelligence assistants* (Estados Unidos, n.º, US2023210372A1). Espacenet Patent Search. <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/086992826/publication/US2023210372A1?q=artificial%20intelligence>
- Belilovski, V. & Gitis, D. (2023). *System, method, and computer program product for augmented reality visualization of virtual objects* (Estados Unidos, n.º US20230385917). WIPO IP Portal. <https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=US415367274>
- Dongxu, W., Xiaosong, Z., Yuanzhi, G., & Zhaofeng, D. (2023). *Saline wastewater treatment system using solar-assisted heat pump* (Estados Unidos, n.º WO2023284566). WIPO IP Portal. https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=WO2023284566&_cid=P10-LD4ZWE-61403-1
- Günemann-Gholizadeh, N. & Galabov, F. (2023). *Automatically generating training data of a time series of sensor data* (Estados Unidos, n.º US20230351214). WIPO IP Portal. https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=US412498622&_cid=P21-LT4IPM-64242-1
- Hariton, N. (2023). *Systems and methods for utilizing a living entity as a marker for augmented reality content* (Estados Unidos, n.º US20230368433). WIPO IP Portal. https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=US414438807&_cid=P21-LPBU3K-40965-1
- Huke, C.; Beyers, J.; Cronin, J.; D'andrea, M.; Grant, H. & Bodkin, J. (2023). *Methods, systems, and apparatuses for processing sports-related data* (Estados Unidos, n.º WO2023064563). WIPO IP Portal. https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2023064563&_cid=P20LGVA3N-53707-3
- Krishnaswamy, D.; Bhatnagar, A. & Bhardwaj, N. (2023). *System and method for generating personalized and community-based recommendations* (Estados Unidos, n.º US2023368882A1). Espacenet Patent Search. <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/088699399/publication/US2023368882A1?q=blockchain>
- Lee, Y.; Choi, J.; Lee, K.; Kim, Min G. & Costello, F. (2023). *Artificial Intelligence-based posture discrimination device using body pressure sensors and method thereof* (Estados Unidos, n.º US2023355166A1). Espacenet Patent Search. <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/088647998/publication/US2023355166A1?q=artificial%20intelligence>
- Modugula, V. & Vinukollu, R. (2023). *Systems and methods for automatic environmental planning and decision support using Artificial Intelligence and data fusion techniques on distributed sensor network data* (Estados Unidos, n.º US20230259798). WIPO IP Portal. https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=US404729577&_cid=P20-LLPAES-42554-1

- Mohajer, K., Michael, M., & Mont-Reynaud, B. (2023). *Speech-enabled augmented reality* (Estados Unidos, n.º US2023055477A1). Espacenet Patent Search. [https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/085227695/publication/US2023055477A1?q=VIRTU AL%20REALITY](https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/085227695/publication/US2023055477A1?q=VIRTU%20AL%20REALITY)
- Peter, L. (2023). *Virtual Reality system and method* (Estados Unidos, n.º US20230090043). WIPO IP Portal. https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=US394063809&_cid=P10LFSDHW-27035-1
- Peyman, B. & Samin, B. (2023). *Tennis game simulation system equipped with a smart racket* (Estados Unidos, n.º WO2023111638). WIPO IP Portal. https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=WO2023111638&_cid=P22LJOH4X-25661-5
- SatyaDeep, S. (2023). *Cloud-based AI-powered entrepreneurship training system and method* (Estados Unidos, n.º US20230334999). WIPO IP Portal. https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=US411170793&_cid=P10-LO5SL5-13026-4
- Yao, X., Cheng, Y., & Duan, G. (2023). *Photovoltaic power generation system and method* (Estados Unidos, n.º US20230058643). WIPO IP Portal. https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=US392325399&_cid=P10-LEJ1LO-84084-1
- Zhao, Q. & Yang, R. (2023). *Time-space movement track acquisition and generation method and apparatus, device, system, and storage medium* (Estados Unidos, n.º WO2023056753). WIPO IP Portal. https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2023056753&_cid=P11LGMEMS-02718-1

