

Futuros posibles: innovación desde las tecnologías emergentes

Julian Cruz

Ingeniero Químico, Especialista en Gestión de Proyectos, Master en Innovación y Organizaciones Exponenciales

*Universidad de América, Universidad Externado, EADA Business School Barcelona
Bogotá, Colombia
julian.cruz@ingco.co*

Uniando puntos: ciencia e innovación

Antes de hablar de tecnologías emergentes y de introducir esta edición de nuestra *Revista Virtualpro*, cuya temática de enero es "Innovaciones tecnológicas emergentes", permítanme compartir una historia en la que ciencia e innovación se unieron para lograr resultados extraordinarios.

En 1965, el especialista en enfermedades renales Robert Cade, de la Universidad de Florida, fue abordado por Dwayne Douglas, asistente técnico del equipo de fútbol americano de los Gators, preocupado porque los jugadores perdían mucho peso y apenas orinaban después de los entrenamientos y partidos. Tras realizar varios exámenes, el doctor Cade confirmó su hipótesis: los deportistas sufrían un desequilibrio electrolítico causado por la pérdida de sales esenciales a través del sudor, lo que afectaba su rendimiento. La solución parecía sencilla: suministrarles agua con sales y azúcar. Sin embargo, la primera versión de esta mezcla, lo que hoy llamaríamos un *MVP* (producto mínimo viable), tenía un sabor tan desagradable que los jugadores se negaron a consumirla.

Lo que ocurrió después podría parecer un detalle menor, pero resultó crucial. La esposa de Cade sugirió agregar jugo de limón a la mezcla para mejorar su sabor. Así nació Gatorade. Ese mismo año, el equipo de los Gators ganó el campeonato, y pronto la bebida comenzó a ganar popularidad. Aquí es donde la innovación y el *marketing* jugaron un papel fundamental en su éxito. A pesar de disputas legales posteriores, este caso es un ejemplo magnífico de cómo el emprendimiento puede acercar los

avances científicos a la sociedad. Cuando la ciencia, la innovación y el emprendimiento se combinan, se producen los saltos económicos que impulsan el desarrollo social.

El éxito de Gatorade ha tenido un impacto significativo en el apoyo a la investigación y la ciencia en la Universidad de Florida. Desde 1973, se estima que la Universidad ha recibido cerca de mil millones de dólares en regalías, recursos que han financiado desde el Laboratorio Marino Whitney en St. Augustine hasta el Instituto de Genética en el campus. Estas regalías han permitido a la Universidad invertir en innumerables proyectos de investigación en diversas disciplinas, como destacó Win Phillips, exvicepresidente de investigación de la institución.

En un momento en el que varios países de América Latina enfrentan una crisis educativa, este caso, que tuvo lugar hace seis décadas, nos recuerda que el verdadero papel transformador de la sociedad ocurre cuando la ciencia y la técnica se combinan con la innovación y el emprendimiento. Cuando el conocimiento se convierte en un activo tangible para la sociedad, se generan cambios profundos y sostenibles.

La innovación no surge de manera aislada en las entidades ni en los centros de investigación y desarrollo tecnológico, sino que es el resultado de una red de agentes sociales. La creación, manipulación y control del conocimiento son instrumentos esenciales para garantizar el desarrollo de los países. Sin embargo, gestionar el conocimiento requiere un cambio profundo de mentalidad (*mindset*), tanto dentro de las organizaciones y de las personas como en las estructuras mismas de los sistemas económicos y de mercado.

Es aquí donde las tecnologías emergentes encuentran su lugar. Estas tecnologías, nacidas en centros de investigación, innovación y emprendimiento, están creando nuevas empresas y generando empleos. Esta dinámica es un ejemplo de la verdadera conexión que debe darse entre ciencia, técnica, innovación y emprendimiento. Al igual que una solución aparentemente simple —agua, sales y azúcar con un toque de creatividad e iniciativa— dio origen a la industria de las bebidas deportivas, las tecnologías emergentes tienen el potencial de transformar industrias enteras. Integrar estas tecnologías con metodologías ágiles y enfoques de innovación aplicada puede acelerar este impacto.

Tecnologías emergentes

Cada año, surgen innovaciones que no solo resuelven problemas actuales, sino que también abren nuevas posibilidades para el futuro. Desde la inteligencia artificial aplicada a descubrimientos científicos y creativos, hasta soluciones sostenibles como el hidrógeno verde y los bioplásticos, estas tecnologías están redefiniendo industrias y fomentando una economía más resiliente. La fabricación aditiva y las construcciones impresas en 3D están revolucionando la industria de la construcción, mientras que tecnologías como los sensores cuánticos y la química energizada por el sol prometen un futuro más conectado y ecológico.

Estas innovaciones forman parte de un esfuerzo interdisciplinario que, desde hace más de una década, el Foro Económico Mundial recoge en su informe anual *Top 10 Emerging Technologies*. Este documento identifica las tecnologías con mayor potencial para impactar positivamente en la sociedad y ofrece una evaluación cualitativa de su impacto en las personas y el planeta.

En el informe más reciente, *Top 10 Emerging Technologies 2024*, se presentan desarrollos pioneros que abren nuevas posibilidades en diversas áreas, consolidando la misión del Foro de promover un diálogo global en torno a la innovación responsable y transformadora. A continuación, destacamos las tecnologías incluidas en el informe de este año, acompañadas de una breve descripción y sus principales áreas de aplicación. Además, en el anexo final se recopilan las tecnologías de informes previos junto con su descripción y aplicaciones.

Tecnología emergente	Descripción	Principales áreas de aplicación
IA para descubrimientos científicos	Uso de IA avanzada para acelerar descubrimientos en materiales, tratamientos médicos y más.	Medicina, investigación científica y tecnología.

Tecnologías que mejoran la privacidad	Herramientas como datos sintéticos que permiten compartir información sin comprometer la privacidad.	Ciberseguridad, tecnología y regulación.
Superficies inteligentes reconfigurables	Meta-materiales y algoritmos avanzados que optimizan la conectividad inalámbrica.	Telecomunicaciones, electrónica y tecnología.
Estaciones de plataformas de alta altitud	Globos y aviones que ofrecen conectividad en regiones remotas, reduciendo la brecha digital.	Telecomunicaciones, infraestructura y conectividad.
Sensores integrados en redes 6G	Sensores avanzados que combinan comunicación y análisis del entorno físico a través de señales de radio.	Telecomunicaciones, IoT y tecnología.
Tecnologías inmersivas para infraestructura	Soluciones virtuales que optimizan el diseño y operación de infraestructuras urbanas.	Urbanismo, infraestructura y tecnología.
Elastocalóricos	Materiales que absorben o liberan calor con presión mecánica, mejorando la eficiencia energética.	Energía, sostenibilidad y tecnología.
Microbios que capturan carbono	Organismos diseñados genéticamente para capturar CO ₂ y convertirlo en biocombustibles.	Biotecnología, energía y medioambiente.
Alimentos alternativos para el ganado	Fuentes alternativas de alimento para el ganado que reducen el impacto ambiental.	Agricultura, medioambiente e industria alimentaria.
Genómica para trasplantes	Uso de genómica para crear órganos animales modificados genéticamente aptos para trasplantes humanos.	Medicina, biotecnología y salud pública.

Fuente: World Economic Forum's Meta-Council on Emerging Technologies (2024).

En esta línea, quiero mencionar un libro publicado este año, titulado *Innovación con futuro. Las 10 tecnologías imprescindibles para adaptar tu modelo de negocio a las nuevas oportunidades*, de Javier García Martínez, director de la cátedra de Ciencia y Sociedad de la Fundación Rafael del Pino. Este libro da un paso certero en la identificación de tecnologías emergentes desde una visión endógena, es decir desde el contexto propio, en este caso de un país. El texto presenta diez tecnologías que pueden aplicarse en cualquier parte del mundo, pero que están analizadas con particular detalle para España, y es aquí donde radica su avance. Con la participación de científicos de primer nivel, el libro ofrece futuros posibles por construir. Estas tecnologías, tanto de manera individual como en su conjunto, tienen un gran potencial transformador y representan una oportunidad única para impulsar la economía española. Este enfoque debe ser imitado por otros países, especialmente en América Latina. Cada país o región debe identificar las tecnologías más apropiadas para su entorno, cultura, hábitat, recursos y alcance geográfico. Aunque vivimos en un mundo globalizado, es esencial pensar con criterio local y explotar el potencial endógeno.

Javier García comenta que, frente a los grandes protagonistas de la economía mundial, solo podemos competir desde la ciencia y la innovación. Además, destaca que es gracias al emprendimiento que las investigaciones pueden ponerse al alcance de todos. Ya en 2014, el informe del Banco Mundial titulado *El emprendimiento en América Latina: muchas empresas y poca innovación* señalaba que el desarrollo de nuestras regiones dependerá de alcanzar un mayor número de emprendedores “transformacionales” en comparación con la actualidad.

El reto es inmenso. El *ranking* de investigación científica sigue liderado por Estados Unidos y China, mientras que España ocupa el décimo lugar. En América Latina, Brasil lidera la producción científica en el puesto 14, seguido por México (puesto 29), Argentina (puesto 35), Chile (puesto 39), Colombia (puesto 44) y Perú (puesto 60), solo por mencionar algunos. Sin embargo, como ya se mencionó, el reto principal es la innovación: llevar la ciencia al emprendimiento, donde el desafío es aún mayor.

El *Índice Mundial de Innovación 2023*, publicado por la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), clasifica a los países según su capacidad y resultados en innovación. Los países de América Latina siguen rezagados en este índice, mientras que los más destacados son Suiza, Suecia,

Estados Unidos, Reino Unido y Singapur. En cuanto a América Latina, las posiciones son las siguientes: Brasil, puesto 49; Chile, puesto 52; México, puesto 58; Uruguay, puesto 63; Colombia, puesto 66; y Argentina, puesto 73.

Futuros posibles: innovación endógena

Esta perspectiva que se propone y cuyos resultados hablan por sí mismos convive con los problemas de nuestra sociedad. Lo que escuchamos en los medios de comunicación muchas veces nos deja perplejos y genera un ambiente de desesperanza: guerras, atentados, narcotráfico, terrorismo, persecuciones ideológicas, desplazamientos, falta de libertades, trata de personas, hipersexualización de la población, ideología de género, entre muchas otras.

Aunque siempre son más las cosas buenas que las malas, se genera un ambiente de pesimismo que, unido a la falta de oportunidades en el triángulo empresa, educación y Estado, ha hecho que muchos jóvenes, buscando un mejor porvenir, se vean obligados a abandonar su país de origen e incluso su vocación profesional. Esto es un daño gravísimo para el desarrollo endógeno de la ciencia y la innovación.

Necesitamos más oportunidades, mejores políticas, mayor inversión, más ciencia, más emprendedores, pero también mejores personas: personas con gallardía, que vayan contracorriente, que en medio de las dificultades no se amilanen, sino que, al contrario, puedan perseguir sus sueños dentro de esta propuesta de integrar la ciencia y la técnica a la innovación y el emprendimiento, siempre en busca del bien. Para ello se necesita coraje y no perder la esperanza, aún en un ambiente de desesperanza.

Esto fue lo que hizo el doctor Paolo Lugari, colombiano, doctor en Ciencia y Tecnología otorgado en grado honorario por la Universidad de Carnegie Mellon, creador y director del Centro Las Gaviotas. Esta comunidad autosostenible vive en armonía productiva con el medio ambiente, ha sido galardonada con premios mundiales en este ámbito y, como su fundador dice, está ubicada "lejos de todo y cerca de nada". Localizada en el departamento del Vichada, un territorio que pertenece a la

Orinoquía colombiana, esta región ha sido olvidada por los gobiernos durante mucho tiempo: carece de buenas vías de acceso, enfrenta un clima extremo, suelos difíciles, está desprovista de industria y agricultura escasa, además de sufrir los problemas de violencia que han afectado al país durante décadas.

Para tener una referencia, el área del Vichada es tres veces la de Bélgica, más grande que Portugal, Hungría o Austria, y la región de la Orinoquía es tan grande como Alemania.

Allí, en medio de las condiciones más extremas, hace más de 50 años nació el proyecto Las Gaviotas: un mundo pequeño, ubicado en la franja tropical del planeta que coincide con la franja de la pobreza. Con cierta ironía, Paolo Lugari comenta que es "el milagro de la pobreza" porque, paradójicamente, la riqueza biológica de esta zona viene acompañada de la mayor pobreza de su población. En donde debería ser imposible ser pobre, se es.

Uno de los ejes de innovación de Gaviotas es el bosque tropical plantado más grande de Colombia, mezclado y biodiverso, con intervalos de siembra y aprovechamientos parciales que permiten tener siempre un crecimiento real del bosque, asegurando su aporte a los ciclos vitales. Este bosque creció en un suelo que los expertos consideraban contraindicado, a pesar de estar ubicado en el cinturón ecuatorial del planeta, es decir, en el "trópico del trópico", la zona con mayor índice de radiación solar y la más alta productividad biológica primaria de la Tierra. Con humor, el doctor Paolo comenta: "En Gaviotas decíamos que eran suelos estériles, pero para cerebros estériles, cuando lo que realmente teníamos eran suelos diferentes".

Del bosque gira una bioeconomía: el bosque es resinado. La resina se procesa en una biofactoría situada dentro del mismo bosque, de la cual se obtiene colofonia, trementina, biodiésel y otros productos de la arboquímica. Entre otros desarrollos de Las Gaviotas se destacan energía solar, eólica, hidráulica, agricultura perenne e industria agroalimentaria.

Paolo Lugari comenta: "La gran revolución de nuestros países sería pensar tropicalmente", refiriéndose a los países del trópico, y añade que si en las condiciones donde surgió Gaviotas fue posible, en cualquier lugar y condiciones es posible desarrollar proyectos sostenibles y en armonía

productiva. Si no hay un desarrollo endógeno propio, es más difícil generar proyectos de desarrollo. Paolo Lugari, su equipo y tantos otros innovadores han entendido las necesidades endógenas de la sociedad y de la industria en particular y les han dado solución con innovación y emprendimiento. Una solución que ha generado empleo, desarrollo y ha transformado sociedades.

Revista Virtualpro

¿Por qué hemos llegado hasta donde hemos llegado y a dónde podemos llegar en un futuro? No hay que tener miedo a las preguntas ambiciosas. Empezamos preguntándonos por el color de las hojas de los árboles y terminamos descubriendo la clorofila y la fotosíntesis. El progreso de la humanidad ha consistido precisamente en esa continua relación de preguntas, respuestas y nuevos interrogantes para ir abriendo nuevos campos al conocimiento y a la acción.

En un mundo en rápida evolución y con ideas muchas veces efímeras, ¿qué tecnologías emergentes deberían estar en la agenda de los tomadores de decisiones, empresarios y ciudadanos en los próximos años? El trabajo que ha liderado Javier García Martínez debería ser replicado por todos los países, allanando el camino de innovaciones emergentes con pensamiento global pero actuando de manera local. Estas innovaciones presentan un gran potencial para revitalizar el sector productivo, afianzar otros sectores y generar nuevas industrias que diversifiquen la economía. El reto es transferir ese conocimiento en valor, en innovación y en la habilidad para conectar la ciencia y la técnica con las adecuadas propuestas de valor.

Los dejo con este número de la *Revista Virtualpro*, que, como comenté al inicio de esta editorial, se centra en "Innovaciones tecnológicas emergentes". Hacer accionables estas tecnologías depende de la innovación y el emprendimiento que los diferentes actores se arriesguen a tomar. Las oportunidades actuales son inmensas. Estamos en la era de los múltiples momentos Gutenberg, en la que, como en el Renacimiento, confluyeron diversos factores cuando se dio el salto de la imprenta. Hoy, los factores se multiplican exponencialmente con el desarrollo de la tecnología, la ciencia, las tecnologías emergentes, la innovación y las comunicaciones, para que se den múltiples momentos Gutenberg.

Finalizo con la invitación a estar pendientes del lanzamiento de nuestra nueva revista *VirtualScience*. Queremos dar a conocer la ciencia y la ingeniería aplicada de nuestros países en esta nueva publicación y motivar el desarrollo de investigaciones que conecten la ciencia, la técnica, la innovación y el emprendimiento.

Anexo A:

	Año	Tecnología emergente	Descripción	Principales áreas de aplicación
1	2024	IA para descubrimientos científicos	Uso de IA avanzada para acelerar descubrimientos en materiales, tratamientos médicos y comprensión del cuerpo humano, mejorando la eficiencia de la investigación científica.	Medicina, investigación científica y tecnología.
2	2024	Tecnologías que mejoran la privacidad	Herramientas como los datos sintéticos que permiten compartir información sin comprometer la privacidad.	Ciberseguridad, tecnología y regulación.
3	2024	Superficies inteligentes reconfigurables	Meta-materiales y algoritmos avanzados que permiten optimizar la conectividad inalámbrica manipulando ondas electromagnéticas, mejorando la eficiencia de las redes móviles.	Telecomunicaciones, electrónica y tecnología.
4	2024	Estaciones de plataformas de alta altitud	Globos y aviones que ofrecen conectividad móvil en regiones remotas, ayudando a reducir la brecha digital y mejorando el acceso a la información global.	Telecomunicaciones, accesibilidad digital, e infraestructura.
5	2024	Sensores integrados en redes 6G	Sensores avanzados que combinan comunicación y escaneo del entorno físico a través de señales de radio en redes de próxima generación (6G), permitiendo interacciones más dinámicas y personalizadas.	Telecomunicaciones, IoT y tecnología.

6	2024	Tecnologías inmersivas para infraestructura	Uso de soluciones virtuales que optimizan el diseño y operación de infraestructuras urbanas, mejorando la eficiencia y la sostenibilidad en ciudades inteligentes.	Urbanismo, infraestructura y tecnología.
7	2024	Elastocalóricos	Materiales que absorben o liberan calor cuando se les aplica presión mecánica, lo que mejora la eficiencia energética en sistemas de refrigeración y calefacción.	Energía, sostenibilidad y tecnología.
8	2024	Microbios que capturan carbono	Organismos diseñados genéticamente para capturar CO ₂ y convertirlo en productos útiles, como biocombustibles, reduciendo el impacto ambiental.	Biotecnología, energía y medioambiente.
9	2024	Alimentos alternativos para el ganado	Desarrollo de fuentes de alimento alternativas para ganado, que reducen el impacto ambiental y mejoran la sostenibilidad en la agroindustria.	Agricultura, medioambiente e industria alimentaria.
10	2024	Genómica para trasplantes	Investigación en genómica que permite la creación de órganos de animales modificados genéticamente para ser utilizados en trasplantes humanos, ayudando a resolver la escasez de donantes.	Medicina, biotecnología y salud pública.
11	2023	Baterías flexibles	Baterías ligeras y flexibles que pueden doblarse y torcerse, ideales para dispositivos médicos portátiles y tecnología <i>wearable</i> .	Tecnología portátil, dispositivos médicos, y energía.

12	2023	Inteligencia artificial generativa	Herramientas de IA que crean contenido nuevo a partir de datos existentes, con aplicaciones en la creación de arte, investigación y educación.	Tecnología, educación, investigación y creatividad.
13	2023	Combustible sostenible para aviación	Combustibles derivados de fuentes biológicas o CO ₂ , cruciales para descarbonizar la industria aérea y reducir las emisiones de carbono.	Energía, aviación y sostenibilidad.
14	2023	Fagos diseñados	Virus modificados genéticamente que atacan bacterias específicas, utilizados en la salud y la seguridad alimentaria para tratar infecciones resistentes.	Salud, biotecnología y agricultura.
15	2023	Metaverso para la salud mental	Espacios virtuales diseñados para tratar problemas de salud mental, como la ansiedad y la depresión, mediante simulaciones inmersivas y terapias virtuales.	Salud mental, psicología y tecnología.
16	2023	Sensores portátiles para plantas	Sensores pequeños que monitorean en tiempo real variables como la humedad y los nutrientes, lo cual mejora la gestión agrícola y la sostenibilidad.	Agricultura, sostenibilidad y tecnología ambiental.
17	2023	Ómica espacial	Tecnologías que combinan imágenes avanzadas y secuenciación de ADN para estudiar procesos biológicos a nivel molecular.	Biotecnología, medicina y genética.
18	2023	Electrónica neural flexible	Interfaces cerebro-computadora fabricadas con materiales biocompatibles, que mejoran tratamientos neurológicos y la	Medicina, neurología y tecnología.

			comunicación con dispositivos externos.	
19	2023	Computación sostenible	Tecnologías enfocadas en la eficiencia de los centros de datos, como sistemas de refrigeración líquida y algoritmos de IA para optimizar el consumo energético.	Energía y sostenibilidad.
20	2023	Salud facilitada por IA	Uso de IA para optimizar sistemas de salud, desde diagnósticos médicos hasta la asignación de recursos y gestión en hospitales.	Salud, medicina y tecnología.
21	2021	Cultivos autófalos	Plantas modificadas genéticamente para crear su propio fertilizante, reduciendo la necesidad de fertilizantes químicos y el impacto ambiental.	Agricultura, biotecnología y medio ambiente.
22	2021	Diagnósticos mediante el aliento	Sensores que analizan el aliento para detectar enfermedades, utilizando sustancias químicas exhaladas como indicadores biológicos de condiciones de salud.	Salud y medicina.
23	2021	Fusión nuclear compacta	Avances en la fusión nuclear para generar energía limpia de forma más accesible y compacta.	Energía, sostenibilidad e investigación científica.
24	2021	Casas impresas en 3D	Uso de impresoras 3D para construir viviendas de forma rápida, económica y personalizada, reduciendo costos y tiempos.	Construcción, innovación y energía sostenible.

25	2021	Envejecimiento epigenético reversible	Investigaciones sobre cómo revertir o ralentizar el envejecimiento celular, centrado en la epigenética y sus aplicaciones.	Medicina, biología e investigación en salud.
26	2021	Fabricación bajo demanda de medicamentos	Tecnologías automatizadas para producir medicamentos personalizados y adaptados a las necesidades de los pacientes, a demanda y localmente.	Salud, farmacéutica y biotecnología.
27	2021	Avances en biomarcadores para la salud mental	Uso de biomarcadores para diagnósticos más precisos de trastornos psicológicos, mejorando la personalización de los tratamientos.	Salud, psicología y psiquiatría.
28	2021	Tecnologías para eliminar plásticos	Nuevas tecnologías para biodegradar y reciclar plásticos de manera más eficiente, abordando el problema ambiental global de la contaminación por plásticos.	Medio ambiente e innovación tecnológica.
29	2021	Desarrollo de microbios diseñados para fines agrícolas	Uso de bacterias modificadas para mejorar la productividad de los cultivos y la gestión de recursos como el agua y los nutrientes.	Agricultura, biotecnología y sostenibilidad.
30	2021	Inteligencia artificial para modelado molecular	Aplicación de IA para diseñar y predecir compuestos químicos, acelerando el desarrollo de nuevas sustancias con aplicaciones en diversos sectores.	Química, medicina e investigación científica.
31	2020	Pacientes virtuales	Modelos computarizados de pacientes utilizados para pruebas y ensayos	Salud, investigación médica y educación médica.

			médicos, eliminando la necesidad de sujetos humanos.	
32	2020	Microneedles para Inyecciones y Pruebas	Agujas diminutas y no invasivas que facilitan la administración de medicamentos y la realización de pruebas médicas de manera menos dolorosa.	Salud, medicina y tecnología médica.
33	2020	Síntesis de genomas completos	Técnicas para escribir genomas completos, lo que permite avances en la ingeniería celular y el tratamiento de enfermedades genéticas.	Biotecnología, medicina y genómica.
34	2020	Medicina digital	Aplicaciones y <i>bots</i> de salud que monitorean el bienestar físico y mental, mejorando el acceso a servicios médicos y el seguimiento remoto de los pacientes.	Salud, tecnología y medicina digital.
35	2020	Aviación eléctrica	Motores eléctricos diseñados para aviones que eliminan emisiones directas de carbono y reducen los costos operativos en la aviación.	Transporte, energía sostenible y aviación.
36	2020	Cemento con menor emisión de carbono	Innovaciones en la formulación de concreto que permiten reducir las emisiones de carbono, ayudando a mitigar el impacto ambiental de la industria de la construcción.	Construcción, medio ambiente y energía sostenible.
37	2020	Química energizada por el sol	Uso de energía solar para convertir dióxido de carbono en productos químicos útiles, sustituyendo los	Energía, medio ambiente y química.

			procesos tradicionales que dependen de combustibles fósiles.	
38	2020	Hidrógeno verde	Producción de hidrógeno mediante electrólisis utilizando energía renovable, sin la liberación de emisiones contaminantes.	Energía, sostenibilidad y química.
39	2020	Computación espacial	Tecnologías que combinan sensores y realidad aumentada para mejorar las interacciones entre los humanos y los sistemas informáticos en entornos tridimensionales.	Tecnología, ingeniería y realidad aumentada.
40	2020	Sensores cuánticos	Sensores extremadamente sensibles que pueden ser utilizados para mejorar la navegación de vehículos autónomos, la detección submarina y el monitoreo de desastres naturales.	Tecnologías cuánticas, navegación e investigación y rescate.
41	2019	Bioplásticos para una economía circular	Plásticos biodegradables fabricados a partir de residuos vegetales como la celulosa y lignina, con características que evitan la competencia con cultivos alimentarios.	Medio ambiente, sostenibilidad e industria del plástico.
42	2019	Robots sociales	Robots diseñados para interpretar y responder a emociones y gestos, utilizados en aplicaciones como el cuidado de personas mayores y la educación infantil.	Salud, educación, robótica y tecnología social.
43	2019	Metalentos	Lentes ultrapequeñas fabricadas con materiales avanzados que permiten	Medicina, tecnología y sensores.

			revolucionar la miniaturización en dispositivos médicos y sensores.	
44	2019	Proteínas desordenadas como objetivos farmacológicos	Investigación sobre proteínas que no tienen una estructura fija, enfocándose en su potencial para tratar enfermedades complejas como el cáncer.	Salud, biotecnología e investigación médica.
45	2019	Telepresencia colaborativa	Tecnologías que permiten reuniones virtuales inmersivas, con interacción que incluye sensaciones táctiles y entornos virtuales.	Comunicación, tecnología y colaboración empresarial.
46	2019	Fertilizantes más inteligentes	Fertilizantes que incorporan microorganismos para mejorar la absorción de nutrientes, lo que reduce el impacto ambiental de su uso.	Agricultura, medio ambiente y ciencia agrícola.
47	2019	Rastreo avanzado y embalaje de alimentos	Uso de <i>blockchain</i> y sensores para mejorar el rastreo de alimentos, reduciendo el desperdicio y mejorando la seguridad alimentaria.	Agricultura, seguridad alimentaria y logística.
48	2019	Reactores nucleares más seguros	Nuevas tecnologías de reactores nucleares que mejoran la seguridad, utilizando combustibles que reducen el riesgo de sobrecalentamiento y explosión de hidrógeno.	Energía, investigación nuclear y seguridad.
49	2019	Almacenamiento de datos en ADN	Tecnología emergente que permite almacenar grandes cantidades de datos en estructuras de ADN, lo que promete una solución sostenible y compacta para la gestión de datos.	Tecnología, biotecnología y computación.

50	2019	Almacenamiento de energía renovable a escala industrial	Mejora en las baterías de ion de litio para el almacenamiento eficiente de energía renovable a gran escala.	Energía, sostenibilidad y tecnología de almacenamiento de energía.
51	2016	Materiales de dos dimensiones	Materiales como el grafeno, que tienen propiedades únicas como alta conductividad y resistencia, y aplicaciones en electrónica, energía y transporte.	Electrónica, energía, transporte y ciencia de materiales.
52	2016	Sistemas de energía solar fotovoltaica de nueva generación	Tecnologías avanzadas en paneles solares que mejoran la eficiencia y reducen los costos, haciendo la energía solar más accesible.	Energía, sostenibilidad y tecnología de energía renovable.
53	2016	Vehículos autónomos	Automóviles capaces de operar sin intervención humana, revolucionando el transporte y la logística.	Transporte, logística, robótica e inteligencia artificial.
54	2016	Organoides	Miniórganos cultivados en laboratorio que permiten investigar enfermedades y desarrollar nuevos tratamientos médicos.	Medicina, biotecnología e investigación biomédica.
55	2016	Internet de las Cosas (IoT)	Interconexión de dispositivos para optimizar procesos industriales y en la vida cotidiana, mejorando la eficiencia y la toma de decisiones.	Industria, salud, agricultura, domótica y tecnología de conectividad.
56	2016	Blockchain	Tecnología de registros distribuidos que permite realizar transacciones seguras, con aplicaciones en finanzas, gestión de datos y cadenas de suministro.	Finanzas, logística, gestión de datos, cadenas de suministro.

57	2016	Nanosensores e IoT	Sensores extremadamente pequeños que permiten monitorear y analizar datos en tiempo real para aplicaciones médicas, ambientales e industriales.	Medicina, medio ambiente, industria y salud pública.
58	2016	Inteligencia Artificial (IA)	Algoritmos y sistemas que aprenden y toman decisiones por sí mismos, aplicados en una variedad de contextos, desde salud hasta finanzas.	Salud, finanzas, educación, robótica e industria.
59	2016	Optogenética	Técnica que utiliza luz para controlar la actividad de células, con aplicaciones en neurociencia, tratamiento de enfermedades y mejora de terapias.	Medicina, neurociencia, biotecnología y terapias innovadoras.
60	2016	Sistemas de almacenamiento de energía	Nuevas tecnologías para almacenar energía, como baterías avanzadas, para complementar fuentes de energía renovables y estabilizar la red eléctrica.	Energía, sostenibilidad, redes eléctricas y energías renovables.
61	2015	Vehículos con celdas de combustible	Autos que funcionan con hidrógeno, emitiendo solo vapor de agua.	Transporte, energía y sostenibilidad.
62	2015	Robótica de próxima generación	Robots avanzados, conectados a internet y capaces de tareas diversas como la agricultura y la salud.	Agricultura, salud, manufactura y logística.
63	2015	Plásticos termoestables reciclables	Nuevos plásticos que pueden reciclarse, reduciendo los desechos.	Industria química y gestión de residuos.
64	2015	Ingeniería genética precisa	Técnicas avanzadas para modificar genes sin introducir material genético extraño, minimizando controversias.	Agricultura, biotecnología y salud.

65	2015	Fabricación aditiva (impresión 3D)	Tecnología de fabricación que permite crear objetos capa por capa, desde órganos imprimibles hasta productos personalizados.	Medicina, manufactura, moda y diseño.
66	2015	Inteligencia artificial emergente	Máquinas que pueden aprender y mejorar, superando a humanos en algunas tareas.	Tecnología, transporte, salud y educación.
67	2015	Fabricación distribuida	Producción local mediante sistemas conectados, alterando cadenas de suministro tradicionales.	Industria, logística y tecnología.
68	2015	Drones (<i>sense and avoid</i>)	Robots voladores con sensores para evitar colisiones, útiles en tareas críticas como inspección de infraestructuras y ayuda humanitaria.	Emergencias, infraestructura y transporte.
69	2015	Tecnología neuromórfica	Chips que imitan las conexiones del cerebro humano, aumentando el procesamiento eficiente de datos.	Tecnología, inteligencia artificial y neurociencia.
70	2015	Genoma digital	Almacenamiento y análisis del código genético personal en dispositivos portátiles.	Salud, biotecnología e investigación genética.

Referencias

- Academia Joven. (2023, 18 de noviembre). *Discurso de Javier García Martínez* [Vídeo]. YouTube. [Disponible aquí](#)
- Buckup, S. (2024 24 de octubre). *How the top 10 emerging technologies of 2024 will impact the world*. World Economic Forum. [Disponible aquí](#)
- Cantero, J. G. (2024, 10 de noviembre). *Daniel Innerarity y Javier García: ¿un nuevo modelo de relación entre la ciencia y la política?* Retina. [Disponible aquí](#)
- Centro Las Gaviotas. (2021). *Fundación Centro Las Gaviotas* [Perfil]. Virtualpro. [Disponible aquí](#)
- Cruz, J. A. (2021). *Paolo Lugari Castrillón* [Perfil]. Virtualpro. [Disponible aquí](#)
- Dagen, S. (2021, 20 de septiembre). *Why the University of Florida Gets a ~\$20M Cut of Gatorade Profits Every Year*. UF Innovate. [Disponible aquí](#)
- Rovell, D. (2015, 1 de octubre). *Royalties for Gatorade inventors surpass \$1 billion* - ESPN. *ESPN.com*. [Disponible aquí](#)
- García, J. M. (2014). *Innovación con futuro, las 10 tecnologías imprescindibles para adaptar tu modelo de negocio a las nuevas oportunidades*. Gestión 2000.
- Kays, J, y Phillips–Han, A. (s.f.). *Gatorade: The Idea that Launched an Industry*. Internet Archive. [Disponible aquí](#)
- Madiedo, S. R. (2014, 11 de marzo). *Brasil lidera naciones de Latam en el Índice Mundial de Innovación 2023*. Fundación Hergar. [Disponible aquí](#)
- Vasserot, C. V. (2010). *La titularidad de las patentes universitarias: el caso Gatorade*. *Uciencia: revista de divulgación científica de la Universidad de Málaga*, (5), 14-15. [Disponible aquí](#)
- Villalba, L. (2024, 8 de julio). *Ranking investigación científica por Países*. Revista NUVE. [Disponible aquí](#)
- Wipo. (s. f.). *Índice Mundial de Innovación de 2023: Suiza, Suecia y los Estados Unidos lideran la clasificación mundial de innovación; la innovación se muestra sólida, pero la financiación de las empresas emergentes es cada vez más incierta*. Global Innovation Index 2023, 15th Edition. [Disponible aquí](#)
- World Economic Forum’s Meta-Council on Emerging Technologies. (2015). *Top 10 Emerging Technologies of 2015*. Global Agenda Council. [Disponible aquí](#)

- World Economic Forum's Meta-Council on Emerging Technologies. (2016). *Top 10 Emerging Technologies of 2016*. Global Agenda Council. [Disponible aquí](#)
- World Economic Forum's Meta-Council on Emerging Technologies. (2019). *Top 10 Emerging Technologies of 2019*. Global Agenda Council. [Disponible aquí](#)
- World Economic Forum's Meta-Council on Emerging Technologies. (2020). *Top 10 Emerging Technologies of 2020*. Global Agenda Council. [Disponible aquí](#)
- World Economic Forum's Meta-Council on Emerging Technologies. (2021). *Top 10 Emerging Technologies of 2021*. Global Agenda Council. [Disponible aquí](#)
- World Economic Forum's Meta-Council on Emerging Technologies. (2023). *Top 10 Emerging Technologies of 2023*. Global Agenda Council. [Disponible aquí](#)
- World Economic Forum's Meta-Council on Emerging Technologies. (2024). *Top 10 Emerging Technologies of 2024*. Global Agenda Council. [Disponible aquí](#)