



EMPRESA emprendedores INVESTIGACIÓN innovación SOCIEDAD cambio FUTURO

RETOS I+D+I UC3M para innovar juntos 2024



UC3M - Nosotros apoyamos los Objetivos de Desarrollo Sostenible

El programa RETOS I+D+I es un programa del Vicerrectorado de Investigación y Transferencia UC3M para la identificación de tendencias/retos de la sociedad y del sector productivo, de reflexión con expertos de los diferentes ámbitos del conocimiento y que tiene el fin de fomentar la innovación en el entorno empresarial.

Por su objetivo y su contenido, los Retos I+D+I de 2024 se implican con 11 de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para la agenda 2030 de Naciones Unidas: 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 y 17.

Este cuaderno ha sido coordinado por el Servicio de Apoyo al Emprendimiento y la Innovación, y elaborado por el equipo de Disruptores e Innovadores S.L. para la Universidad Carlos III de Madrid (UC3M) en febrero de 2024.

uc3m

Universidad **Carlos III** de Madrid

Vicerrectorado de Investigación y Transferencia

Servicio de Apoyo al Emprendimiento y la Innovación



Índice

La Inteligencia Artificial generativa para un mundo en evolución	3
La Era de la Conectividad, una nueva forma de comunicarnos.....	9
Cómo la Neurociencia está mejorando la Salud Mental y la Inclusión	17
Nuevos materiales y energía para una aviación más sostenible.....	25
De la Nanotecnología y Microtecnología a la Fabricación Aditiva	29



RETO 1 - La Inteligencia Artificial generativa para un mundo en evolución

Si 2023 tuvo un protagonista tecnológico ese fue la inteligencia artificial generativa, con ChatGPT como nombre propio desde noviembre de 2022. Tras años de desarrollo, esta tecnología se ha “popularizado” y, con ello, además de diversas aplicaciones más o menos sofisticadas como la generación de textos e imágenes o la búsqueda de información.

Avances significativos, impulsados por los desarrollos en el aprendizaje automático y las redes neuronales, también están provocando numerosos interrogantes sobre el futuro del pensamiento humano, la creatividad y la brecha digital. Y es que, la inteligencia artificial generativa, puede hoy producir obras de arte, música o escritura que rivalizan con las creaciones humanas, desafiando a la noción tradicional de pensamiento y creatividad. Esto plantea interrogantes sobre el papel del ser humano como único creador y cómo la inteligencia artificial puede complementar o incluso superar las capacidades humanas.

Sin embargo y como en cualquier debate, son muchos los que apuntan que la creatividad no se limita solo a la generación de contenido sino también a la capacidad de comprender y contextualizar conceptos, algo que sigue siendo una habilidad humana distintiva.

Una reflexión que está acompañada de preocupaciones sobre la privacidad, la ética y la dependencia excesiva de la tecnología y una voz prácticamente unánime que apunta que es necesario garantizar un uso responsable y beneficioso de la inteligencia artificial generativa, mediante regulaciones como la AI Act, la primera norma en el mundo que regula el uso y aplicación de la inteligencia artificial consensuada por la Unión Europea en diciembre de 2023, bajo la presidencia española del Consejo Europeo, y que será aprobada en el segundo trimestre del actual 2024.

“Las capacidades de aprendizaje de los sistemas de Inteligencia Artificial, su creciente potencial generativo de cada vez mayor alcance y variedad, y su sorprendente capacidad decisoria impactan frontalmente en las bases del Derecho, en particular, del Derecho Privado. Hay que repensar, o al menos visitar, conceptos básicos como la voluntad, la capacidad jurídica, la intención, el error, la culpa, la noción de autor, de creador o de inventor, el concepto mismo de contrato como acuerdo de voluntades, o la idea de persona. Por eso, a todos los niveles, desde la posición protagónica de la Unión Europea, hasta los trabajos de las organizaciones internacionales como Naciones Unidas, UNIDROIT, la Conferencia de la Haya o tantas otras, estamos trabajando en revisar, repensar y recontextualizar las reglas existentes y adoptar soluciones nuevas cuando las actuales muestran insuficiencia o incapacidad de resolver los problemas nuevos (o de mayor magnitud) que presenta el uso de IA”, explica en este sentido **Teresa Rodríguez de las Heras**, investigadora y profesora del grupo de **Sociedad, Tecnología y Derecho mercantil (SOCITEC)** del Departamento de **Derecho Privado** de



la UC3M además de delegada de España en Naciones Unidas (CNUDMI) para la elaboración de reglas para el uso de IA en la contratación internacional.

Afortunadamente, son más las voces que, con esa regulación y control, ven más aspectos positivos que negativos en la llegada y popularización de la inteligencia artificial a la sociedad.

Las luces de la IA generativa

“La IA y, en particular, la IA generativa, es en la actualidad una tecnología muy disruptiva por dos cuestiones primordiales. En primer lugar, la velocidad vertiginosa en la que se producen los avances desde el punto de vista técnico, lo que dificulta que vengan acompañados de una reflexión profunda sobre las cuestiones éticas que plantea su utilización. Y, en segundo lugar, las numerosas posibilidades de aplicación en muchos ámbitos de nuestra vida cotidiana: finanzas, salud, docencia, procesos administrativos, etc.”, afirma **Ascensión Gallardo**, investigadora del **Grupo de Procesado Multimedia** de la UC3M.

Algo en lo que coincide plenamente **Encarna Guillamón**, IP del grupo de **Contabilidad y Auditoría** e integrante también del grupo de **Economía Financiera** del Departamento de **Economía de la Empresa** de la UC3M, inmersa en una investigación sobre el efecto en las empresas de la implementación de IA: “Yo veo un potencial enorme y aunque también alguna sombra, sobre todo creo que la IA aporta nuevas oportunidades y ventajas si se usa de la forma correcta. En nuestro ámbito, el de la docencia, además te permite enfrentarte a una tarea o trabajo sin partir desde cero como antes; ahora un sistema como ChatGPT por ejemplo te ofrece una guía, una ruta, algo muy útil para los estudiantes. Nosotros, los profesores, lo que tenemos que transmitir a los estudiantes es explicarles cómo utilizarlo, que entiendan que es una herramienta más en la que apoyarse.”

Sobre los cambios que la inteligencia artificial generativa está provocando en la docencia también se manifiesta **Jesús Cid**, investigador del grupo **Machine Learning for Data Science (ML4DS)** de la UC3M. “Resume textos, nos propone índices para una presentación, es espectacular también como herramienta de ayuda a la programación... Hoy en día, las posibilidades que nos ofrece la IA generativa son inmensas, pero es verdad que, como profesores, nos enfrenta a una nueva forma de trabajar. A partir de ahora, si queremos saber si el alumno sabe o no sabe ya no bastará con pedirle un trabajo y que lo entregue, sino que tendremos que pedirle que en el aula nos explique cómo lo ha hecho y por qué lo ha hecho así”.

Más allá aún respecto a los beneficios que ya está aportando la inteligencia artificial en nuestros días se sitúa **Gonzalo Génova**, investigador del grupo **Knowledge Reusing** de la Universidad, que trabaja en el ámbito de la Ética en la IA. Para Génova, hay algo muy positivo y es que “a veces tecnologías disruptivas como la IA provocan un escándalo tan grande del que es imposible escapar. Por decirlo de algún modo, nos van a obligar a repensar cosas que tal vez dábamos demasiado por sentadas. Por ejemplo, ¿qué es un sesgo y por qué los sesgos son malos? Tal vez no todos los sesgos son malos. Al



enfrentarnos a preguntas como estas nos enfrentamos a pensar también qué es bueno o malo, qué es la justicia. Dudas que podíamos pensar que están resueltas y no. El aspecto positivo, en definitiva, es que nos va a obligar a repensarlo todo”.

Una idea a la que se suma **Ángel García Crespo**, IP del **Softlab UC3M** y socio de la startup **Unuware** que asegura que “una de las consecuencias más positivas de esta tecnología es la metacreatividad que genera; a la gente, al ver las posibilidades que ofrece, se le ocurren nuevas ideas”. Aunque también él mismo se pregunta si, como sociedad, estamos hoy preparados para ese tsunami de creatividad, una duda que señala solo es posible abordar con “formación, sentido crítico y gestión del cambio”.

Reflexión y sentido común

Porque, en línea con esta reflexión, es cierto que la inteligencia artificial generativa ha transformado el panorama tecnológico y plantea desafíos sustanciales en áreas como el pensamiento, la creatividad, la tecnología y la brecha digital. Si bien la inteligencia artificial generativa ofrece grandes promesas, también requiere una consideración ética y una gestión responsable. El futuro de la interacción entre humanos y máquinas dependerá de nuestra capacidad para aprovechar las oportunidades que ofrece esta tecnología, al tiempo que abordamos sus implicaciones sociales, éticas y económica.

“Hay empresas que ven esta tecnología como una oportunidad de aparentar; están posicionadas tecnológicamente en la frontera actual del conocimiento y la tecnología, se lanzan a decir yo también estoy incorporando IA pero sin mucho sentido y, lo peor, nadie se plantea nada. A mi especialmente me preocupa que la gente no lo aborda con el sentido crítico necesario que nosotros, al dedicarnos a la docencia y a la investigación, traemos ya de serie. Es fundamental que la sociedad tenga esa capacidad, ese sentido crítico porque de momento es todo muy visceral. Y también es muy importante esa oportunidad de democratizar el conocimiento y el acceso a muchas cosas”, apunta **Antonio Berlanga**, del Grupo de **Inteligencia Artificial Aplicada (GIAA)** de la Universidad.

Y añade una consecuencia más a tener en cuenta: “Una empresa que sepa utilizar esta tecnología puede aumentar su productividad muchísimo y, sin embargo, no hay un plan real de cómo los beneficios de ese incremento de productividad se van a devolver a la sociedad”.

Algo que también preocupa a **Teresa Sandoval Martín**, responsable del grupo **Periodismo y Análisis (PASEET)** de la UC3M y codirectora del proyecto **AIGENBIAS** (Identificación de sesgos de género en inteligencia artificial) que, incluso, abre la posibilidad de que se crease una especie de carnet o certificado que avale la capacidad de determinadas empresas o usuario para utilizar la IA generativa.



Un plan como sociedad

“Al que tiene un restaurante, le exigen contar con un certificado de manipulación de alimentos. ¿Por qué al que desarrolla un sistema de IA no? Tengo la impresión de que cualquiera puede desarrollar una herramienta de inteligencia artificial generativa y lanzarla sin control”, apunta Teresa Sandoval. Y por eso mismo señala que “es fundamental que haya organismos, formados por equipos diversos y en los que esté representada la sociedad civil también, investigadores, políticos, juristas, etc. que controlen el desarrollo de la IA. Además, yo también considero que se está hablando mucho del impacto que esta tecnología tiene y va a tener en los derechos sociales, pero se está trabajando, en mi opinión, poco para acoger esos cambios. Hablo de jubilaciones, pensiones, derechos de autor, etc. que son fuentes de ingresos que vamos a perder como sociedad. Pero también hablo de transparencia, explicabilidad, *fake news* y *deep fakes*. Es necesario sí o sí que haya auditorias de la IA, no puede desarrollarse sin control”.

Así son muchos los proyectos de investigación que tratan de ayudar a resolver todos estos interrogantes como explica **Antonio Estella**, del grupo **Servicios de Interés General, Actividad Económica e Intervención Pública** y miembro del proyecto **SOLARIS**, “que se basa en examinar y analizar la IA generativa, su impacto en el debate público y en la calidad de nuestras democracias, las formas en las que sus usos negativos podrían ser contrarrestados, las razones por las que la gente le da credibilidad a las noticias falsas, la forma en la que se podrían usar estas tecnologías de forma positiva para mejorar la calidad de nuestras democracias, y, finalmente, pero no menos importante, porque esto es de lo que se ocupa la Carlos III concretamente, cómo se deberían regular las IA generativas.”

Una labor similar se realiza desde **Cassini**, una startup incubada en la UC3M y que precisamente está especializada en análisis de riesgos geopolíticos. Como apunta **Albert Borrás**, codirector de la empresa, “la Inteligencia Artificial es una vía para generar desinformación al tiempo que también es una herramienta para detectar esas prácticas y combatirlas”.

Sin embargo, la llegada de la inteligencia artificial generativa ha resaltado la brecha digital existente en la sociedad. Aquellos que tienen acceso limitado a la tecnología o carecen de las habilidades necesarias para aprovecharla se enfrentan a una desventaja significativa. Es crucial abordar esta brecha digital mediante políticas inclusivas que promuevan la alfabetización digital y el acceso equitativo a la tecnología. Además, se deben tomar medidas para garantizar que la inteligencia artificial generativa no perpetúe las desigualdades existentes, sino que sea una herramienta para el empoderamiento y la igualdad de oportunidades.

“Por ejemplo, en nuestro ámbito concreto, el de los investigadores, incluso es una herramienta democratizadora ya que solventa el, generalmente, menor conocimiento de la lengua inglesa que



tenemos en este país y en el que prácticamente se desarrolla cualquier investigación a nivel mundial”, opina **Ángel Cuevas**, del Grupo **Network Technologies** e **Instituto Big Data UC3M-Banco Santander**.

Sin embargo, Cuevas también apuesta por el control y la regulación de la IA generativa ya que el factor de la privacidad por sí mismo no cree tenga el peso necesario para que su desarrollo responda a los criterios éticos y de responsabilidad que exige esta tecnología.

“Habrá que auditar y pedir responsabilidades, pero al final quienes van a utilizar esta tecnología van a ser empresas para crear aplicaciones para el usuario final y, en ese sentido, yo soy bastante pesimista. A la gente la privacidad le importa relativamente; en general, aseguramos estar en contra de que utilicen nuestros datos para fines que no conocemos, etc. pero luego para un concurso damos todo tipo de información privada sin plantearnos nada más. Pues en la IA me temo muy mucho que lo que va a pasar va a ser similar. Si alguien hace una aplicación con IA que genera un valor muy importante, los usuarios la van a usar. Si le damos algo que mejora su productividad cinco veces, ¿cómo le convences de que eso tiene riesgos y que es mejor que no lo utilice? E incluso si lo conseguimos, ¿cómo le incentivamos a que lo utilice de forma responsable? Ese es el gran reto como sociedad y estamos lejos de alcanzarlo”.

Menos pesimista pero también consciente de la necesidad de implementar criterios éticos en el desarrollo de la inteligencia artificial, se posiciona **José Carlos Pulido**, CEO y fundador de **Inrobics**. “La IA generativa aporta, en nuestro sector, el de la robótica social, un inmenso valor al permitir la creación de robots que pueden adaptarse mejor a las necesidades emocionales y sociales de las personas. Pero es esencial abordar los riesgos éticos y de privacidad para garantizar que la tecnología se utilice de forma responsable y respetuosa”.

Manuel Joaquín García, director I+D+i en **Solusoft**, también considera que la inteligencia artificial viene a sumar “un valor increíble” y que aunque hay que tener en cuenta en todo momento los riesgos que también conlleva “como la transparencia de los modelos, la trazabilidad de los resultados, el posible impacto en el empleo o la legitimidad de su uso”, cree que las oportunidades superan a los riesgos y que hay que abordar esta tecnología “no solo desde una perspectiva proteccionista sino de forma que dotemos a las personas de la capacidad de sacarle el mayor valor que pueda ofrecer”.

Un desafío, el de gestionar expectativas y riesgos, que también apunta **Mario Muñoz Organero**, del **Grupo de Aplicaciones y Servicios Telemáticos (GAST)** e involucrado en varios proyectos relacionados con IA, *Machine Learning* y *Deep Learning*: “Cuando tienes una herramienta tan potente las posibilidades son enormes, tanto en positivo como en negativo. En tanto que la IA es capaz de generar datos que son mentira pero que son más creíbles que muchas verdades, los potenciales problemas son muchos, puedes generar opiniones falsas, caos, conducir a masas sociales, etc.”



Y añade: “Al final, los algoritmos no son ni buenos ni malos; al algoritmo de la IA hay que entrenarlo, si lo entrenas con datos buenos el algoritmo te dará respuestas o consejos buenos; si lo haces con datos erróneos o malintencionados, ya sabes cómo será el resultado. Garantizar que esta arma tan potente se va a usar bien es imposible; sería tan complicado como educar a toda la sociedad para que la utilice de una forma responsable”.

Formación que también defiende **Manuel Abellán**, director de Universidades de **Microsoft**: “Los usuarios tienen muchas expectativas en la inteligencia artificial y en especial en la inteligencia artificial generativa pero muchas veces no saben, algo en lo que me incluyo, cómo sacarle todo el partido. Tal vez por ello lo que vemos en la mayoría de los casos es que no es tanto una cuestión tecnológica sino un reto en cuanto a formación y gestión del cambio”. Su compañía, de hecho, ha anunciado recientemente que cuadruplicará su inversión en España, hasta los 2.100 millones de euros en 2025, de los que la mayor parte irá a parar a áreas relacionadas con la IA, su formación y divulgación. Entre las primeras iniciativas ya conocidas está la creación de un Centro de Innovación en Inteligencia Artificial Responsable, donde Microsoft colaborará con 16 socios locales para impulsar este conocimiento en la empresa española.

Retos a los que hay que sumar sin duda la necesidad de talento, “que las empresas también tenemos que contribuir a generar”, afirma **Julia Díaz**, representante de la asociación **IndesIA** y *Head of Data Science* de **Repsol**, que además destaca la importancia de la regulación en este ámbito. “El marco regulatorio no debemos verlo como un *stopper*, sino como una garantía. Son las reglas del juego y las empresas debemos ocuparnos, no preocuparnos, para adaptarnos a esas reglas y, en definitiva, hacer y promover un uso responsable de la inteligencia artificial”.

Sin duda un inmenso reto pero que es necesario abordar con legislación, formación y espíritu crítico. El futuro de la interacción entre humanos y máquinas dependerá, una vez más, de nuestra capacidad para aprovechar las oportunidades que ofrece la inteligencia artificial sin olvidar en ningún momento su desarrollo ético y responsable.

Más información de interés para innovar juntos:

Grupos de Investigación participantes en la validación de este reto:

- [Contabilidad y Auditoría](#)
- [Economía financiera](#)
- [Grupo de Aplicaciones y Servicios Telemáticos \(GAST\)](#)
- [Grupo de Inteligencia Artificial Aplicada \(GIAA\)](#)
- [Grupo de Procesado Multimedia](#)
- [Instituto Big Data Banco Santander](#)
- [Knowledge Reusing](#)



- [Machine Learning for Data Science \(ML4DS\)](#)
- [Network Technologies](#)
- [Periodismo y Análisis Social: Evolución, Efectos y Tendencias \(PASEET\)](#)
- [Servicios de Interés General, Actividad Económica e Intervención Pública](#)
- [Sociedad, Tecnología y Derecho mercantil \(SOCITEC\)](#)
- [Softlab](#)

Startups y Spinoffs del programa de Incubación de la UC3M relacionadas:

- [Cassini](#)
- [Inrobics](#)
- [Unuware](#)

Empresas / Entidades relacionadas:

- [Microsoft España](#)
- [Repsol IndesIA](#)
- [Solusoft](#)

ODS implicados



RETO 2 - La Era de la Conectividad, una nueva forma de comunicarnos

En la actual Era de la Conectividad, nuestras formas de comunicarnos experimentan una transformación sin precedentes, derribando barreras geográficas y acercando a individuos de todo el mundo. En este escenario, tecnologías emergentes como 5G, 6G, la computación cuántica y el Internet de las Cosas (IoT) lideran una revolución que promete mayor velocidad, capacidad y eficiencia en las comunicaciones.

El despliegue de la tecnología 5G ya es una realidad en nuestro país, marcando un hito al ofrecer velocidades de transmisión de datos más rápidas que sus predecesoras. Esta evolución no solo se traduce en conectividad más confiable y de baja latencia, sino que también facilita el uso de



aplicaciones exigentes en términos de ancho de banda, como realidad virtual y aumentada, video en alta definición e IoT. 5G se erige como un pilar fundamental para avances tecnológicos como la automatización industrial, vehículos autónomos y telemedicina. A su vez, 6G se presenta como la siguiente generación, prometiendo una conectividad aún más rápida y capacidades revolucionarias.

En este campo, **Carmen Guerrero**, investigadora del grupo **Network Technologies** de la UC3M, destaca el liderazgo en proyectos europeos para diseñar y desplegar redes 5G, brindando a investigadores la infraestructura necesaria para realizar experimentos y desarrollar nuevos algoritmos y protocolos. Ahora, el grupo se enfoca en la automatización y orquestación de las redes software, con el objetivo de simplificar la gestión y despliegue de servicios en estas redes. La investigadora subraya que están trabajando en la estandarización de 6G, enfrentándose a la complejidad de la orquestación y automatización de recursos en esta nueva infraestructura. Además, están explorando la implementación de 5G y 6G en entornos no terrestres, aprovechando la infraestructura de satélites existentes. Un aspecto clave es la integración de inteligencia artificial para optimizar el despliegue y los servicios en red, así como la investigación en redes que permitan una inteligencia artificial distribuida.

En ese sentido, un proyecto destacado en el que están involucrados es la creación de la infraestructura de investigación ESFRI-SLICES para científicos dedicados a redes de comunicaciones. Esta iniciativa, en colaboración con consorcios europeos, busca construir un laboratorio de experimentación distribuido a nivel europeo. Guerrero destaca la ambición del proyecto, que permitiría a los investigadores a nivel internacional probar y desarrollar sus experimentos en un entorno científico más robusto y especializado.

“5G ha introducido la computación en el borde (*Edge Computing*), convirtiendo la red en un supercomputador distribuido en tiempo real. 6G introducirá inteligencia artificial, *sensing* y almacenamiento masivo de datos, con lo que se convertirá en un supercerebro capaz de contestar a cualquiera de nuestras preguntas, y proporcionar un inmenso rango de servicios extremadamente personalizados”, explica a su vez **Arturo Azcorra**, colíder del grupo **Network Technologies** de la UC3M. El proyecto ESFRI-SLICES, en el que tiene un papel muy destacado, construirá una infraestructura de investigación paneuropea para la experimentación de los distintos avances científicos que harán de 6G una realidad.”

No en vano, la Era de la Conectividad ha propiciado una nueva forma de comunicarnos, generando una sociedad progresivamente alfabetizada digitalmente. Aunque las tecnologías como 5G, 6G, computación cuántica e IoT han abierto puertas a nuevas posibilidades, es crucial abordar desafíos relacionados con la privacidad, la seguridad y la brecha digital. Este continuo avance promete un futuro cada vez más conectado, donde la interacción entre personas y tecnología seguirá evolucionando y transformando nuestras vidas.



Daniel Segovia, investigador del grupo de **Radiofrecuencia, Electromagnetismo, Microondas y Antenas (GREMA)**, añade una visión más inmediata a los retos pendientes en materia de infraestructuras: “En la era digital y de conectividad completa en la que estamos inmersos, la necesidad de tecnologías hardware habilitadoras es imprescindible. Esto ha sido así en la actual implantación de 5G y deberá seguir siéndolo en el futuro 6G. En este sentido, la necesidad de mejorar y hacer sostenibles los transmisores y receptores inalámbricos es más que una obligación. Así, el paso de 5G a 6G va a requerir un trabajo conjunto en: aumento de las bandas de frecuencias de trabajo (lo que requiere del uso de antenas de mayor ancho de banda con integración de los sistemas de transmisión y recepción), subida de las frecuencias de trabajo a bandas todavía no utilizadas como pueden ser las ondas milimétricas y submilimétricas; integración en módulos compactos de antenas, transmisores y receptores, etc. Este último punto supone la integración en chips semiconductores tanto de la antena como del transceptor. Tecnologías fotónicas (en lo que a calidad de portadoras se refiere), de nitruro de galio (GaN, en lo que a incremento de potencia se refiere) y de Silicio-Germanio (SiGe en lo que a nivel de integración se refiere) son imprescindibles, así como su integración conjunta y empaquetado para la mejora en lo que a conectividad completa se refiere”.

Sin olvidarnos de la fibra óptica y el WiFi

Carmen Vázquez, colíder del grupo **Displays y Aplicaciones Fotónicas** de la UC3M, destaca la importancia de las fibras ópticas en el ámbito de las comunicaciones y conectividad, resaltando la aplicación actual de estos cables para monitorizar fenómenos como la actividad sísmica en el fondo del mar. En su investigación, se enfoca en aplicar estas fibras tanto en el campo de las comunicaciones como en la instrumentación, específicamente en el contexto emergente de 5G y 6G. Su objetivo es desarrollar una infraestructura que permita alimentar parcialmente los nodos de antenas remotas en estas nuevas configuraciones, buscando reducir el consumo de energía en los nodos y considerando la necesidad de desplegar un gran número de ellos para cubrir áreas extensas.

En palabras de Vázquez, "la idea es utilizar las fibras para aprovechar su gran ancho de banda, no solo para transmitir señales, sino también para integrar la alimentación". Esto implica la posibilidad de apagar y encender nodos según sea necesario, contribuyendo a una mayor eficiencia energética en el despliegue de estas tecnologías. Además, destaca la aplicación de las fibras en el entorno de la Industria 4.0 (y ahora 5.0), mejorando las prestaciones en el ámbito manufacturero. En el contexto de la fabricación aditiva, Vázquez señala que las características únicas de las fibras ópticas permiten monitorizar parámetros en entornos extremos. Esto se traduce en la capacidad de integrar datos en la red y, mediante inteligencia artificial, evaluar la calidad del mecanizado de piezas, identificando aquellas que deben desecharse y las útiles.

Si la fibra óptica sigue siendo esencial, también lo es la comunicación WiFi que todos conocemos. Al menos así lo cree **Pedro Martínez Busto**, responsable del Desarrollo de Negocio para el Sur de Europa en **Aruba Network**, la empresa de redes y comunicaciones integrada en la multinacional **Hewlett Packard Enterprise** (HPE). De acuerdo a este experto, “lo que ha ocurrido en los últimos años es la



transición de los modelos tradicionales de conectividad de las organizaciones, donde todas las personas accedían desde las dependencias de la compañía a sus centros de datos corporativos, hacia otro modelo más híbrido, con usuarios que pueden estar en cualquier ubicación y donde las aplicaciones pueden estar hospedadas en un hiperescalar fuera de su perímetro”. En su opinión, la clave con este paso no está tan solo en proveer la conexión mucho más extendida que ello requiere, sino de hacerlo de forma segura y con una experiencia de usuario óptima.

Dentro de estos entornos, afirma Martínez, las redes WiFi siguen siendo la opción prevalente, con el actual estándar WiFi 6 y la utilización de la banda de 6Hz para la versión WiFi 6E como joyas de la corona. Aunque este mundo está también en constante evolución: “A mediados de este año empezaremos a ver dispositivos certificados con WiFi 7, quizás más en el ámbito residencial al principio, pero que también llegarán a las empresas, complementando las redes 5G privadas que están dentro del paraguas de control de las organizaciones en sectores como la industria y que proporcionan esa conexión en tiempo real y cobertura que no se puede obtener con la actual WiFi”.

Pasos hacia el Internet de las Cosas

El Internet de las Cosas, por otro lado, ha configurado una red de objetos físicos interconectados que recopilan y comparten datos. Desde sensores hasta electrodomésticos inteligentes, estos dispositivos se comunican entre sí y con los usuarios a través de Internet, transformando la interacción con el entorno. A medida que el IoT se expande, nuestras ciudades, hogares y lugares de trabajo se vuelven más conectados, generando una avalancha de datos que ofrece oportunidades para mejorar la calidad de vida en diversos aspectos.

Borja Genovés, investigador "Marie Curie" del grupo de **Comunicaciones** en la UC3M, se enfoca en el Internet de las cosas (IoT) con el objetivo de abordar el creciente número de dispositivos IoT que dependen de baterías. Genovés destaca la problemática ambiental asociada con el uso y desecho de baterías. Su investigación se centra en la tecnología LiFi, transmitiendo información a través de la luz y utilizando celdas solares en dispositivos IoT para capturar energía y reducir la dependencia de baterías. La visión a largo plazo es lograr que los dispositivos IoT funcionen sin batería.

El Grupo de Comunicaciones también investiga la tecnología masiva MIMO, aprovechando múltiples antenas para formar haces y controlar interferencias en redes heterogéneas. Genovés destaca la importancia de la flexibilidad en las redes para adaptarse a las demandas variables de los usuarios. Además, exploran inteligencia artificial y aprendizaje automático para facilitar el diseño de redes más flexibles y adaptativas. Por último, el grupo también investiga sobre las comunicaciones vehiculares 6G, donde las condiciones son exigentes por su rápido y continuo cambio.

Por otro lado, **Mercedes Caridad**, colíder del grupo **Análisis de Contenido de Recursos para la Organización y Políticas de Información hacia la Sociedad del Conocimiento (ACROPOLIS)**, destaca el interés en archivos televisivos y la reutilización de imágenes, centrando su trabajo en la digitalización y acceso rápido a la información. Utilizando inteligencia artificial, el grupo busca



mejorar la eficiencia en el acceso y recuperación de datos de archivos audiovisuales. También brindan asesoramiento, como en el Instituto de Estudios Fiscales, para mejorar el acceso y la visibilidad de la información almacenada en bibliotecas. Caridad destaca el trabajo en políticas públicas de información y gestión de contenidos, con un enfoque constante en facilitar el acceso y la reutilización de información científica y no científica. Actualmente, colaboran con la Biblioteca Nacional utilizando herramientas de inteligencia artificial para mejorar el acceso y la catalogación de información.

En la misma línea se encuentra **José Antonio Moreira**, profesor emérito del Dpto. de **Biblioteconomía y Documentación**, y actualmente enfocado en proyectos más afines a sus intereses, involucrado en dos iniciativas distintas. La primera se centra en las competencias de los profesionales de la información en la gestión de datos, específicamente en equipos multidisciplinares. A través de un análisis de contenido de anuncios de empleo a nivel global, provenientes de plataformas como LinkedIn, Glassdoor Jobs y la American Library Association, busca identificar oportunidades para que estos profesionales trabajen en equipos internacionales, analizando datos y organizándolos mediante taxonomías. Este proyecto está orientado hacia el ámbito empresarial y se desarrolla con un equipo internacional, con una previsión de conclusión el próximo año.

Por otro lado, Moreira está involucrado en un proyecto más personal y apasionante, financiado por la institución brasileña NPQ. Se centra en el análisis de bancos de imágenes relacionadas con el Patrimonio Cultural Inmaterial del Estado de Bahía en Brasil. El objetivo es evaluar cómo se están divulgando las características distintivas de este Estado, conocido por reflejar fuertemente la huella africana en Brasil. Realizan un análisis pasivo a través de redes sociales y folksonomías, etiquetando fotografías que representen el patrimonio cultural inmaterial, como celebraciones, conocimientos, lugares simbólicos, rituales, música, danza, teatro, festividades populares, religiosas y gastronomía.

El análisis activo implica la participación directa, donde Moreira y estudiantes de la Universidad Federal de Bahía visitan estos lugares, capturan fotografías y las comparten en plataformas con una indización dirigida. El objetivo es hacer que estas imágenes sean accesibles para quienes deseen explorar y estudiar el patrimonio cultural intangible de Bahía, influyendo positivamente en la preservación y comprensión de estas tradiciones antes de que desaparezcan con el tiempo.

También en la parcela más social de esta Era de la Conectividad encontramos a **José Carlos Castillo**, investigador del **Robotics Lab** de la UC3M, colíder del proyecto "SoRoGAP - Robots sociales para reducir la brecha digital". Su enfoque está en la robótica social, específicamente en robots diseñados para interactuar de manera natural con las personas, alejándose de aplicaciones como aspiradoras automáticas o vehículos inteligentes. Desde 2015, se han centrado en abordar problemas asociados al envejecimiento de la población.

El equipo del Robotics Lab comenzó trabajando en proyectos de estimulación cognitiva, colaborando con terapeutas para comprender cómo un robot podría complementar sus habilidades. Estos robots actúan como herramientas en entornos como centros de día, donde el terapeuta los programa para



realizar ejercicios de estimulación cognitiva de manera dinámica, reaccionando al entorno y a las acciones del usuario.

Más recientemente, han dirigido su atención a problemas de soledad y brecha digital en la población mayor, exacerbados por la pandemia. Los robots actúan como tutores, ayudando a las personas mayores a realizar tareas como transacciones bancarias o utilizar aplicaciones médicas. El proyecto ha implicado una colaboración estrecha con expertos, psicólogos, terapeutas ocupacionales y asociaciones como la Fundación Alzheimer España y ASISPA.

El grupo desarrolla sus propios robots, incluyendo modelos de sobremesa para interacción individual, robots móviles que ofrecen estimulación cognitiva y asistencia, y robots abrazables para aquellos con problemas cognitivos más avanzados. La inteligencia artificial juega un papel clave en áreas como detección del entorno y toma de decisiones sobre la mejor manera de comunicarse con el usuario.

El objetivo a largo plazo del proyecto es tener un robot asistiendo a las personas las 24 horas del día en sus hogares, brindando tranquilidad a los familiares al saber que la persona está siendo atendida y monitorizada de manera continua.

Gonzalo Gil, es otro buen exponente de los avances en el IoT, en este caso en el ámbito comercial. Cofundador y CTO de **Plantae Garden**, startup incubada en el Parque Científico y Tecnológico de la UC3M, está especializado en hacer dispositivos conectados para la agricultura y en el acompañamiento al agricultor o técnico de campo en todo el proceso, asistido con la información obtenida por sus herramientas del IoT. “A través de una serie de dispositivos que hemos desarrollado internamente, al igual que los protocolos de comunicación propios, podemos obtener una visión completa de lo que está sucediendo bajo la tierra, también de información meteorológica”, detalla. Explica que por el momento están utilizando la tecnología LoRa para establecer las conexiones internas entre sus equipos en el campo y un Gateway que lleva esos datos a la nube para poder ser explotadas y contribuir a la tan necesaria “digitalización del campo”.

Desde el espacio a la Tierra

José Luis Alcolea, 5G Strategy Manager en **Hispasat**, coincide en la importancia capital que tienen y tendrán las redes 5G, pero pide no olvidarnos de integrar en el nuevo ecosistema de hiperconectividad alternativas tecnológicas como el satélite. “Estamos trabajando en integrar el satélite dentro del protocolo 5G y también en el futuro 6G que se espera conozcamos algunos detalles en 2028. El satélite ofrece la ubicuidad, poder llevar la conectividad allá donde las redes móviles no llegan, como las zonas rurales aquejadas de la brecha digital, océanos o aviones volando por el aire”. Entiende el rol de compañías como la suya, en este caso, como un “complemento a los operadores móviles terrestres” y, también, como un actor destacado en las futuras comunicaciones cuánticas.



Sobre este último punto, Alcolea destaca que “con la computación cuántica es muy probable que los protocolos de encriptación actuales sean fácilmente vulnerables y el satélite al final jugará un papel importante en cuanto a implicación y comunicación cuántica, ya sea vía entrelazamiento cuántico o vía protocolos de activación cuántica, o utilizando las características propias de superposición de estados de la mecánica cuántica”. Afirmar el experto que ya están investigando cómo desarrollar este ámbito, como lo están haciendo con el Internet de las Cosas y otros paradigmas que requieren de esa conectividad ubicua que proporciona el satélite.

Sin movernos del espacio, **Pablo Durbán**, CEO de **Hydra Space** (startup incubada en el Parque Científico y Tecnológico de la UC3M), detalla que su empresa comenzó desarrollando tecnología satelital de muy bajo coste para satélites muy pequeños (“De cinco por diez centímetros y apenas 500 gramos de peso”) pero ahora está centrándose en lo que han venido a definir como el “acceso ágil y eficiente al espacio”. Se trata de permitir a estas compañías, muchas de ellas dedicadas a la conectividad, que pongan en órbita cualquier elemento por “100.000 euros en seis meses”. Una propuesta especialmente orientada a compañías e instituciones que quieren hacer pruebas en el espacio con presupuestos ajustados, como una compañía británica que ya está usando su plataforma para testar una tecnología que permite disipar el calor.

Durban conoce igualmente bien el campo de las comunicaciones satelitales, ya que “con los satélites tan pequeños que desarrollamos no podemos transmitir grandes cantidades de datos, por lo que nos centramos en el mundo IoT, para proporcionar conectividad a sensores y dispositivos en zonas donde no llegan los operadores de telecomunicaciones y que requieren pequeñas cantidades de datos, como temperatura, posición, humedad o velocidad del viento”. Sin olvidar la mentada convergencia con el sector teleco tradicional, donde coincide en la existencia de una “apuesta firme de toda la industria por integrar redes espaciales y terrestres en las plataformas 5G y 6G”. Eso sí, reconoce que encuentran todavía una gran complejidad en estos protocolos, “que ponen muchas demandas importantes en la plataforma satelital para que actúe casi como una estación base 5G, pero eso requiere un mínimo de energía, de capacidad de proceso que encarece mucho el desarrollo de los satélites de bajo coste”.

Ethernet e Inteligencia Artificial

Andreu Vilamitjana, director general de **Cisco España**, reconoce por su lado que “pocas tecnologías transformadoras han generado tanta expectación como la Inteligencia Artificial. Todo tipo de organizaciones están integrándola de formas muy interesantes para optimizar sus herramientas de colaboración, gestión de aplicaciones, ciberseguridad y experiencia de usuarios y clientes”. En el caso de lo que atañe a la red, el ejecutivo plantea que con la implementación “de GPUs y almacenes de datos y computación escalables en plataformas AI/ML de escala y rendimiento sin precedentes, se necesitará un *fabric* o tejido de red que satisfaga las considerables demandas de estas plataformas”. En su opinión, “Ethernet ofrece ventajas de economía y escala. Y es difícil encontrar una tecnología de red de centro de datos más ampliamente implementada. Además, una tecnología familiar y



consistente para todas las estructuras del centro de datos produce eficiencias en capacitación, adquisiciones y soporte”.

La relación de las personas y las máquinas

En otro orden, Carmen Guerrero, experta en comunicaciones, destaca la relevancia de mejorar los valores de latencia y ancho de banda, crucial para adaptarse a los requisitos más exigentes del IoT. Va más allá de la facilitación de la comunicación entre usuarios, subrayando la evolución de las redes hacia la recopilación eficiente de datos en tiempo real. Guerrero enfatiza la capacidad de la infraestructura para el *sensing*, una función que permitirá monitorizar entornos en formas novedosas y abrirá un mundo de posibilidades en interacciones máquina-máquina y persona-máquina.

Borja Genovés aborda el desafío energético en dispositivos del Internet de las Cosas (IoT), proponiendo un diseño eficiente que reduzca el consumo. Destaca la idea innovadora de transmitir información de manera no activa, utilizando señales ambientales para disminuir el gasto energético en dispositivos sensores. Genovés señala que estas iniciativas no solo benefician al medio ambiente, sino que también ofrecen alternativas cruciales en situaciones de emergencia, donde las comunicaciones tradicionales pueden fallar.

Mercedes Caridad subraya la preocupación por la falta de difusión y reutilización de la información en archivos audiovisuales, especialmente en el contexto de patrimonio cultural. Destaca la importancia de maximizar el uso de estos archivos, proponiendo medidas legislativas, como el depósito legal de documentación audiovisual, para impulsar la preservación y el acceso a la información valiosa.

José Carlos Castillo se sumerge en la interacción humano-robot, enfatizando la necesidad de comprender cómo se comunican las personas para lograr una comunicación natural y efectiva. Destaca la adaptabilidad de los robots para comunicarse de manera multimodal, utilizando diferentes canales según las necesidades del usuario. Castillo subraya la importancia de mantener tiempos cortos de respuesta y la comunicación efectiva con otros dispositivos para crear la ilusión de una interacción más humana.

José Antonio Moreira aborda la comunicación de personas con personas a través de tecnologías de la información. Destaca la importancia del acceso para evitar brechas digitales y desglosa la comunicación en proyectos específicos, como el análisis de fotografías para informar sobre aspectos turísticos y culturales. Moreira resalta la necesidad de intervención en la representación de datos para diferentes públicos, contribuyendo así a la reducción de brechas en el acceso a la información y la tecnología.



Más información de interés para innovar juntos:

Grupos de Investigación participantes en la validación de este reto:

- [Análisis de Contenido de Recursos para la Organización y Políticas de Información hacia la Sociedad del Conocimiento \(ACROPOLIS\)](#)
- [Comunicaciones](#)
- [Departamento de Biblioteconomía y Documentación](#)
- [Displays y Aplicaciones Fotónicas](#)
- [Network Technologies](#)
- [Radiofrecuencia, Electromagnetismo, Microondas y Antenas \(GREMA\)](#)
- [Robotics Lab](#)

Startups y Spinoffs del programa de Incubación de la UC3M relacionadas:

- [Hydra Space](#)
- [Plantae Garden](#)

Empresas / Entidades relacionadas:

- [Cisco Systems](#)
- [Hewlett Packard Enterprise \(HPE\)](#)
- [Hispasat](#)

ODS implicados



RETO 3 - Cómo la Neurociencia está mejorando la Salud Mental y la Inclusión

Comprender cómo funciona el sistema nervioso para producir y regular emociones, pensamientos, conductas y funciones corporales básicas, incluidas la respiración y mantener el latido del corazón es el objetivo de la neurociencia, una disciplina que no deja de mejorar gracias, en gran parte, a la tecnología.



Esta unión está revolucionando la forma en que se aborda la salud en la actualidad, con un enfoque más personalizado en el cuidado de la salud, mejorando los diagnósticos, los tratamientos y la experiencia del paciente además de haciendo posible una sociedad más inclusiva y accesible.

Así, son muchas las tecnologías que están protagonizando un salto cualitativo en la neurociencia como, por ejemplo, la inteligencia artificial que ha demostrado ser una herramienta invaluable en especialidades médicas como la radiología, la patología y la genética.

Los algoritmos de aprendizaje automático pueden analizar grandes cantidades de datos médicos, como imágenes, para detectar patrones y ayudar en el diagnóstico precoz de enfermedades además de mejorar la precisión de las intervenciones quirúrgicas al proporcionar asistencia en tiempo real a los cirujanos.

Pero también dispositivos portátiles, sensores biométricos, herramientas de telemedicina, nuevos sistemas de neuroimagen funcional o electroencefalografía (EEG) o *chatbots* están ayudando a ofrecer una información invaluable sobre los mecanismos cerebrales involucrados en trastornos mentales y con ello a un mejor entendimiento y tratamiento de estos trastornos.

Oportunidades que la simbiosis de la neurociencia y la tecnología conocen bien investigadores como **Juan José Vaquero**, investigador del **Laboratorio de Ciencia e Ingeniería Biomédica (BSEL)** de la Universidad Carlos III de Madrid (UC3M).

Especialista en el desarrollo de instrumentación y sistemas de imagen molecular preclínica, Vaquero está actualmente inmerso en el estudio de la tomografía de misión por positrones, una técnica que “actualmente aporta una información que el resto no puede ya que no visualiza el órgano tal y como es morfológicamente sino lo que está haciendo; es decir, ofrece imágenes funcionales con las que podemos saber cómo funciona el cerebro durante una estimulación, un episodio epiléptico o una reacción frente a un fármaco”.

Diseñar un escáner cerebral con una resolución submilimétrica y por tanto mucho más precisa y con una importante mejora en la sensibilidad del mismo es otra de las investigaciones que protagoniza Vaquero que, como explica, trabaja para “conseguir los mejores datos posibles porque si estos no son de calidad de poco nos sirve su análisis o la aplicación de Inteligencia Artificial”.

Precisamente ese es uno de los beneficios que destaca de tecnologías como la Inteligencia Artificial y su aplicación a la neurociencia **Antonio Artes**, IP del **Grupo de Tratamiento de la Señal y Aprendizaje (GTSA)** y cofundador de **EB2**, una empresa spinoff de la UC3M que desarrolla soluciones basadas en IA para el diagnóstico y la atención de personas con problemas de salud mental.

“La IA permite llegar donde antes no se podía; nosotros recogemos los hábitos diarios de una persona y los convertimos en marcadores con los que conocer y diseñar métodos predictivos, de evaluación



de riesgos de suicidio, de recaídas en trastornos alimenticios, depresiones, etc. y, sobre todo, hace posible mejorar la calidad de los datos”, afirma.

Lograr también la información más precisa es el objetivo de **Evan Balaban**, también del **Laboratorio de Ciencia e Ingeniería Biomédica** de la UC3M, en este caso para poder estudiar el desarrollo del cerebro de los bebés que nacen prematuramente.

Su investigación principal, que se realiza utilizando embriones de animales y nuevas técnicas de imagen molecular (PET, TAC e IRM de alta resolución) se centra en tratar de visualizar y dilucidar qué papel juega la estimulación prematura o el exceso de la misma en el desarrollo del cerebro normal. “Alrededor del 10 por ciento de los bebés nacen prematuramente, lo que implica un importante riesgo de sufrir problemas cognitivos o de desarrollo cerebral. Nuestra investigación trata de identificar cuándo aparece la función cerebral integrada antes del nacimiento, y comprender los mecanismos metabólicos que protegen al cerebro del daño isquémico durante la transición a la respiración aeróbica que acontece en el momento del nacimiento. Es decir, descubrir si sería posible hacer algo para que, inmediatamente después de un nacimiento prematuro, se maximizaran las posibilidades de que el cerebro continuara desarrollándose normalmente”.

Dispositivos y señales

En el avance de la neurociencia hay una meta indiscutible: comprender mejor cómo funciona nuestro cerebro, nuestra mente, para así poder combatir de forma más eficaz las patologías y desequilibrios y lo que es más importante incluso: poder adelantarnos a que estas anomalías aparezcan.

Un desafío en el que es vital contar con información de cómo se comporta el cerebro y más concretamente, como sucede en la investigación de **Wilfried Coenen**, investigador del grupo **Mecánica de Fluidos** de la UC3M, el del líquido cefalorraquídeo.

“El movimiento incorrecto de este líquido está relacionado directamente con distintas patologías neurológicas como la hidrocefalia o el desarrollo de Alzheimer, entre otras”, explica Coenen. Una investigación en la que, como añade, colaboran con un centro de investigación de Granada “donde adquirimos datos de resonancia magnética, campos de velocidad del líquido cefalorraquídeo, etc. para conocer mejor cómo es ese movimiento en personas sanas y en personas con algún tipo de patología” y con la startup **NeuroStech** “con la que estamos desarrollando un dispositivo que va implantado dentro del canal raquídeo con el objetivo de limpiar ese canal de sustancias nocivas”.

El sistema funciona aprovechando las propias fluctuaciones de presión del movimiento del líquido, lo que resulta especialmente novedoso.

También un dispositivo, en este caso, una pulsera, ayuda a analizar el estado psicológico de los pacientes en el trabajo que está realizando **José Antonio Belloch**, investigador del grupo de **Diseño**



Microelectrónico y Aplicaciones (DMA) de la UC3M. “Hemos participado en un proyecto valenciano que, por un lado, es un gabinete psicológico con una aplicación en la que el propio paciente puede ir introduciendo, bien por escrito o bien mediante mensajes de voz, cómo se encuentra, qué siente y piensa en cada momento, etc. Nosotros, mediante técnicas de Machine Learning, desarrollamos modelos analizar esos mensajes y así detectar si se está produciendo una situación de estrés, ira, miedo, etc. y aceleramos su respuesta implantando técnicas de paralelismo; es decir, utilizamos los recursos computacionales de manera más eficiente gracias a nuestra experiencia”.

Una investigación en la que, el equipo ha diseñado además una pulsera que capta y registra las señales fisiológicas del paciente “como la respiración o el flujo sanguíneo, que aportan al proyecto también resultados e información objetiva sobre la salud física de los pacientes”, explica Belloch.

De nuevo los dispositivos y los datos son protagonistas en las investigaciones que está realizando desde la UC3M **Ana Tajadura**, del grupo de **Sistemas Interactivos (DEI)**. Como nos explica en sus investigaciones la base es la percepción multisensorial “pero sobre todo de nuestro propio cuerpo”.

Así, Tajadura apunta que la forma en la que percibimos nuestro cuerpo “influye en nuestra salud y en nuestro estado emocional, en nuestro comportamiento, tanto en nuestra forma de movernos (y, por eso, monitorizamos a través de sensores cómo las personas se mueven) pero también en nuestro comportamiento social, cómo yo me percibo a mí mismo, a mi cuerpo, también está muy unido a la parte de identidad, a mi yo, lo que yo me considero y esto va a influir también en tus relaciones sociales”.

Personas que han sufrido un ictus, pacientes de dolor crónico, con desórdenes alimenticios... Todos son objeto de la investigación de Tajadura que para recoger la información de esos movimientos y poder monitorizarla se está apoyando también en dispositivos con sensores como una pulsera o unos zapatos, que “cambian el sonido de las pisadas y dan la sensación de que el cuerpo es más ligero o más pesado”.

Actualmente, además, están introduciendo inteligencia artificial para “intentar encontrar relaciones entre toda esta información que recogemos y así tratar de predecir mediante las señales de movimiento, por ejemplo, cómo se sienten las personas. Esto nos abriría la puerta a poder adaptar nuestra tecnología y personalizarla”.

Ayudar y acompañar

Muchos de los avances de la neurociencia y la tecnología tienen como objetivo analizar el porqué de las patologías mentales y así poder prevenirlas o tratarlas de forma más efectiva, pero este no es el único reto. La ayuda, el acompañamiento o la accesibilidad son también desafíos a los que se trata de responder día a día.



Ese es el caso de la investigación que está desarrollando **David Delgado**, del grupo de **Investigación Operativa** de la UC3M con el Proyecto “PiTDAHgoras” de detección precoz y terapia de juego en menores con Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH). Un proyecto en el que, a través de una aplicación móvil basada en los videojuegos, “trabajamos la detección y tratamiento de niños con trastornos del neurodesarrollo” y en el que colaboran con hospitales como el Doce de Octubre, la Fundación Jiménez Díaz, el Hospital Universitario de Granada, el Hospital Niño Jesús, colegios como el Moncayo de Fuenlabrada, e investigadores de otras universidades como la UAM y la URJC.

“Nos estamos basando en los videojuegos primero por la adherencia que tienen entre los niños y porque es una plataforma que permite introducir cualquier tipo de estímulos y así tratar funciones ejecutivas, objetivos académicos, etc. El objetivo es dotarles de herramientas para mejorar su capacidad de atención, formación, etc. pero también su autoestima, sobrecarga de los padres, etc.”, asegura Delgado.

Desde el grupo **Human Language and Accessibility Technologies (HULAT)** de la UC3M, la accesibilidad es el objetivo del trabajo de **Lourdes Moreno**. Una accesibilidad “en cualquier ámbito y para todo tipo de discapacidades; físicas, sensoriales y cognitivas” como nos explica y que, entre otras aplicaciones, se está desplegando en las plataformas de videoconferencia.

“Es un proyecto nacional que busca crear plataformas de videoconferencia accesibles desde el punto de vista sensorial, físico, etc. siempre optimizando la accesibilidad cognitiva y que trata de ver cómo se tiene que diseñar una interfaz para que cognitivamente sea más fácil de utilizar tanto desde el punto de vista de presentación como de navegación, realización de tareas, etc.”, señala Moreno que también ha participado en el diseño de una aplicación móvil para el Servicio de Emergencia 112 para mejorar su accesibilidad, aplicando, entre otras, “técnicas de Inteligencia Artificial para hacer más sencillo desde el contenido hasta el propio interfaz de usuario”.

En el caso de **María Malfaz**, investigadora del **Robotics Lab** de la Universidad, la tecnología robótica es la protagonista de sus proyectos, en especial, de los dirigidos a la estimulación física, cognitiva y afectiva de las personas mayores. “Tenemos varias acciones en marcha orientadas a paliar la soledad no voluntaria de la gente mayor, con robots sociales como para analizar patrones de comportamiento que nos puedan alertar de, por ejemplo, situaciones de depresión o de un estado emocional más bajo de lo habitual. También de estimulación afectiva ya que está demostrado que se crea un vínculo afectivo con el robot que mejora de forma importante el estado anímico de las personas mayores”.

Pero, además, los robots sociales, añade Malfaz, pueden ser de gran ayuda, para cerrar la brecha digital de este colectivo. “Utilizamos el robot para animarles y enseñarles por ejemplo a pedir cita con el médico a través de Internet, hacer operaciones como consultar el saldo en el banco, etc. En definitiva, buscamos una mejora de la calidad de vida de los mayores y una atención lo más personalizada posible ya que el robot va aprendiendo a mejorar esa interacción en función de, por



ejemplo, el deterioro cognitivo de la persona, sus preferencias, necesidades, etc. No puedes hacer un robot social para todo el mundo, lo primero que tienes que tener en cuenta al diseñar el robot es el usuario, algo que antes no se hacía”.

Ética y derechos

Como cualquier disrupción, estos avances en la neurociencia y la tecnología aplicada a la salud mental abren grandes oportunidades, pero también preguntas y nuevos desafíos. Por ello, es esencial analizar todos estos desarrollos desde un plano crítico como es en el que se encuentra **Gonzalo Velasco**, del grupo de **Filosofía y Crítica Cultural** de la UC3M, especializado en la Filosofía social.

“Hoy sabemos mucho más acerca de cómo reaccionamos y cómo conocemos y sabemos que muchos de los discursos sociales e incluso educativos están pasados de moda. No porque no sean actuales sino por que imponen exigencias a los individuos que no son realizables y que muchas veces nos generan ansiedad. Es necesario actualizar todo el paradigma educativo, humanístico, en función de lo que nos va enseñando la neurociencia”, asegura Velasco.

Analizar, por tanto, qué implican las innovaciones tecnológicas en nuestra concepción de la sociedad, en la concepción de la autonomía y la libertad o en la concepción de los gobiernos, es por tanto una de los cometidos de su investigación para, apunta, “aportar modelos teóricos acerca de emociones y una visión más amplia de cómo cambia la sociedad a la luz de la acelerada transformación tecnológica”. En la misma línea se sitúa **Rafael de Asís**, colíder del grupo **Derechos Humanos, Estado de Derecho y Democracia**, que va un paso más allá e introduce nuevos términos, como la neuroética y los neuroderechos.

“Nuestra investigación está muy vinculada a los derechos humanos, sobre todo de personas mayores, colectivos en situación de vulnerabilidad, personas con algún tipo de discapacidad, etc. En el ámbito de la tecnología lo que hacemos es el análisis de éstas en términos de oportunidades y desafíos para los derechos humanos”, aclara.

Involucrado en proyectos sobre tecnología y voluntad en el ámbito de la salud mental o de aplicación de la tecnología en el apoyo a la toma de decisiones, entre otros, De Asís explica que es necesario analizar los llamados neuroderechos, aquellos que surgen como consecuencia de los propios avances neurotecnológicos para proteger a los ciudadanos de posibles usos y aplicaciones indebidas. “Estamos en un momento crucial en el que hay que analizar aspectos como qué catálogo tiene que haber de neuroderechos, su justificación, si son derechos distintos a los de siempre, si estos se pueden garantizar de la misma manera, etc. Y siempre desde el punto de vista de las oportunidades, qué opciones abren nuevas”, afirma De Asís.



Regulación y financiación. Claves

Derechos, ética y regulación, tres pasos que sin lugar a dudas marcan el camino hacia el mañana del desarrollo de la neurociencia y de tecnologías como la IA.

“Estamos cerca de ver cómo se hacen realidad dos regulaciones que van a tener un gran impacto en la innovación tecnológica en este campo. Una será la aplicación de la ley de Inteligencia Artificial que ya ha aprobado la Unión Europea y que ahora hay que aterrizar, y otra la que regule la creación del llamado Espacio Europeo de Datos Sanitarios, que será especialmente valioso para la investigación”, apunta **Izabel Alfany, Managing Director de EIT Health Spain**.

Llevar a la práctica esas normas no es fácil cuando además se pone sobre la mesa otro criterio más, el de la atracción de inversión y así añade Alfany es “muy importante ver cómo se aplican estas regulaciones para que no sean un freno al desarrollo y a la inversión que se va muchas veces a otros sitios del mundo con normas menos estrictas”.

También la agilidad en regular es otra de las demandas del sector. Así lo expresa **Natalia Rodríguez, fundadora y CEO de Saturno Labs**. “Creo que todos estamos de acuerdo en que regular, por ejemplo, el desarrollo de la IA o el acceso a los datos sanitarios es tan importante como necesario, pero no pueden darse plazos tan largos; es un proceso que se extiende tanto en el tiempo que, muchas startups no pueden sobrevivir siquiera y mueren antes de lograr que les den una certificación determinada o de poder realizar un estudio previo a la comercialización de sus soluciones”.

Desafíos a los que **Alicia Martínez Piñeiro**, CEO y cofundadora de **Time is Brain**, cree que tal vez sería más fácil responder con “una mayor sensibilización a nivel gubernamental e institucional para apostar por la innovación en un sector como este, económicamente potente y de futuro. Así que a nivel gubernamental e institucional creo que debe haber personas que fomenten y promuevan estos proyectos, con capacidad para implementarlo además y sobre todo que se fomente la cultura de la innovación”.

Sensibilidad y, sobre todo, no olvidar el porqué de innovar en este ámbito, como recuerda **Josep Lluís, Chief Scientific Officer at MJN-Neuro**: “Sin duda la tecnología nos permite mejorar procesos, diagnósticos, tratamientos, etc. De hecho, en el caso concreto de la IA nos ayuda a poder explotar información para generar hipótesis y para poder crecer en evidencia clínica pero no podemos olvidar algo: Al final lo que tenemos es un conjunto de herramientas tecnológicas que nos sirven para distintos propósitos, pero lo importante no es la tecnología, sino los problemas que tenemos y cómo podemos resolverlos con ellas”.

En definitiva, la convergencia de la neurociencia y la tecnología ya está siendo decisiva en la carrera por comprender el cerebro y lograr así grandes avances en salud mental, combatir el amplio abanico de enfermedades neurodegenerativas y tumores cerebrales, apoyar la inclusión de la



neurodivergencia, facilitar la accesibilidad cognitiva y física e, incluso, lograr la recuperación de los sentidos dañados. Pero su análisis desde la crítica, la ética y la regulación resulta imprescindible para que ese avance se produzca de forma positiva y con todas las garantías.

Más información de interés para innovar juntos:

Grupos de Investigación participantes en la validación de este reto:

- [Derechos Humanos, Estado de Derecho y Democracia](#)
- [Diseño Microelectrónico y Aplicaciones \(DMA\)](#)
- [Filosofía y Crítica Cultural](#)
- [Grupo de Tratamiento de la Señal y Aprendizaje \(GTSA\)](#)
- [Human Language and Accessibility Technologies \(HULAT\)](#)
- [Investigación Operativa](#)
- [Laboratorio de Ciencia e Ingeniería Biomédica \(BSEL\)](#)
- [Mecánica de Fluidos](#)
- [Robotics Lab](#)
- [Sistemas Interactivos \(DEI\)](#)

Startups y Spinoffs del programa de Incubación de la UC3M relacionadas:

- [eB2](#)

Empresas / Entidades relacionadas:

- [EIT Health Spain](#)
- [MJN-Neuro](#)
- [Saturno Labs](#)
- [Time is Brain](#)

ODS implicados





RETO 4 - Nuevos materiales y energía para una aviación más sostenible

La aviación es una de las industrias de más rápido crecimiento en el mundo, pero también es una de las que más contribuye a las emisiones de gases de efecto invernadero y al impacto ambiental.

Con el objetivo de abordar estos desafíos, los investigadores y la industria aeroespacial están trabajando en el desarrollo de nuevos materiales y avances en ingeniería estructural para lograr una aviación más sostenible. Unos avances que están impulsando una mayor eficiencia energética, la reducción de emisiones y la disminución del consumo de combustible.

“La descarbonización en la industria aeronáutica implica tres pasos clave. En primer lugar, hacer aviones más eficientes mediante el desarrollo de estructuras más ligeras, orientadas a lograr un ahorro de combustible. El segundo paso es transitar hacia combustibles sintéticos tipo SAF, teniendo en cuenta desafíos tecnológicos y de distribución. Y, por último, adoptar aviones basados en hidrógeno”, enumera **Ernesto González Durán**, director de la **Fundación para la Investigación, Desarrollo y Aplicación de los Materiales (FIDAMC)**.

En esa búsqueda de la eficiencia, los nuevos materiales, como los compuestos de fibra de carbono, ya están siendo utilizados en la construcción de aeronaves. Estos materiales ofrecen una mayor resistencia y rigidez en comparación con los tradicionales, como es el caso del aluminio, al tiempo que son más livianos. Además, en términos de características mecánicas, los materiales compuestos reducen el peso en un 15%, según datos del FIDAMC.

“Hemos evolucionado desde la necesidad de fabricar y ensamblar 200 o 300 piezas por separado a integrar estas estructuras en una sola pieza, eliminando remaches y sellantes. Esto tiene un impacto significativo tanto en el rendimiento operativo de la aeronave, al contar con una estructura más ligera; como en la eficiencia de la producción, al ahorrar recursos que de otra manera requerirían una implementación costosa en términos energéticos y de producción”, explica Durán.

Estructuras más ligeras

Esa disminución del peso de la estructura conduce a un menor consumo de combustible y reduce las emisiones de CO₂. Además, los compuestos de fibra de carbono tienen propiedades de resistencia a la fatiga y durabilidad superiores, lo que mejora la vida útil de los componentes y reduce la necesidad de mantenimiento.

“Nuestro objetivo es crear materiales que sean ligeros, pero al mismo tiempo más resistentes”, explica **Antonia Jiménez** colíder del grupo de investigación de **Tecnología de polvos** de la UC3M. En



este contexto, están trabajando, principalmente, en dos líneas de investigación: “Por un lado, nos centramos en el desarrollo de materiales de aluminio mediante la tecnología de impresión 3D, lo que nos permite potencialmente ahorrar costos. Y, además, estamos investigando la resistencia a la corrosión de ciertas partes del fuselaje”.

En la investigación de nuevos materiales también trabaja **Enrique Barbero**, investigador principal del grupo de **Mecánica de Materiales Avanzados** junto a **Sonia Sánchez Sáez**. En su equipo se centran en los materiales reciclables a través de dos vías: no sólo en su obtención a partir de la reutilización de desechos, también en el uso de materiales a los que se les pueda dar una segunda vida cuando las aeronaves dejen de estar operativas. “Estamos explorando la posibilidad de emplear materiales con una menor huella de carbono debido a su origen natural y su capacidad de reciclaje, junto a la investigación del uso de materiales que reduzcan el consumo de combustible durante los procesos de fabricación de las estructuras”, detalla Barbero.

En este sentido, **Eva Novillo**, responsable de innovación de **Compañía Española de Sistemas Aeronáuticos (CESA)**, considera que es importante vincular el desarrollo y empleo de materiales compuestos con la integración del hidrógeno a bordo: “Tenemos el reto de manejar el hidrógeno a bajas temperaturas, lo que implica el desarrollo de intercambiadores de calor eficientes”. Además, resalta el papel clave de la fabricación aditiva en la revolución de aplicaciones con plásticos y metales, generando diseños más eficientes y reduciendo costos y tiempo de desarrollo. Así, “la superconductividad a bajas temperaturas se presenta como una oportunidad para mejorar la eficiencia en sistemas eléctricos a bordo, como motores eléctricos y sistemas de actuación”.

Nuevos combustibles

Uno de los principales desafíos del sector aeronáutico es reducir el consumo de combustible y buscar alternativas más sostenibles. Lo que también implica entender el comportamiento de las estructuras en condiciones extremas, ya sea en términos de temperatura o carga. En este sentido, desde el proyecto **FASTER H2** (*Fuselage, rear fuselage and empennage with cabin and cargo architecture solution validation and technologies for H2 integration*) coordinado por **Airbus Operations** se buscan fórmulas para integrar el tanque de hidrógeno en la aviación comercial.

Jesús Pernas, del grupo de **Dinámica de Estructuras Ligeras** e IP en la UC3M del proyecto **FASTER H2**, explica que “la incorporación del tanque de hidrógeno en las aeronaves reduce significativamente la huella de carbono de la aviación comercial, un aspecto crucial para mantener nuestra actual forma de viajar. Sin embargo, nos enfrentamos el desafío de cumplir con los estándares de seguridad y las regulaciones de las agencias de aviación, muy estrictas en esta industrial. Dado que el hidrógeno es un combustible que se encuentra en el fuselaje y no en las alas, tenemos el reto adicional de proteger adecuadamente el combustible en caso de cualquier eventualidad”, explica el IP del proyecto.

Los avances en ingeniería estructural están permitiendo la optimización del diseño y la fabricación



de aeronaves más eficientes. Las técnicas de diseño asistido por ordenador y simulación por elementos finitos permiten una evaluación más precisa del rendimiento y la resistencia de los materiales. Además, se están implementando técnicas avanzadas de fabricación, como la fabricación aditiva, que permite la creación de componentes más livianos y complejos, reduciendo así el consumo de materiales y energía en la producción.

“El propósito es trabajar en el desarrollo continuo de materiales avanzados y estructuras innovadoras que faciliten y promuevan la evolución sostenible de las aeronaves”, defiende el investigador italiano **Andrea Cini**, del grupo de **Ingeniería aeroespacial**, quien participa en proyectos como INDIGO (*Integration and digital demonstration of low-emission aircraft technologies and airport operations*), centrado en el diseño de fuselajes para una aviación más sostenible, concretamente en el desarrollo e integración de sistemas de propulsión de hidrógeno para aviones de pasajeros ecológicos de corto alcance”.

“Uno de los retos más importantes a los que se enfrenta el sector aeroespacial en la inclusión del hidrógeno (H₂) está directamente relacionado con la seguridad, puesto que el H₂ tiene propiedades aerotermoquímicas que lo hacen singular: alta difusividad, muy baja densidad que obliga a almacenarse a muy alta presión o muy baja temperatura, baja energía de autoignición, alta temperatura adiabática de llama, alta detonabilidad, entre otros. Todas estas propiedades han de considerarse en el desarrollo de nuevos materiales que permitan operar con H₂ en condiciones exigentes y seguras”, sostiene **César Huete**, investigador del grupo de **Mecánica de Fluidos**.

En esta línea, **Jose Antonio García Souto**, investigador del grupo de **Sensores y Técnicas de Instrumentación**, lidera proyecto ESCAPHIB (Estructuras y sistemas en cola para un avión de pasajeros de propulsión híbrida), centrado en la monitorización de la temperatura de los motores híbridos. “Utilizamos sensores especiales de fibra óptica para detectar posibles fallos por fuego y condiciones de criogenización”, aporta. Unos sensores, que, a su vez, también se emplean en el proyecto AEROMIC para realizar mediciones acústicas. “Nos encargamos de la parte de la electrónica de control y diseño de sensores para monitorizar emisiones acústicas del fuselaje durante ensayos en túneles de viento y vuelos. Esto permite modificar previamente el diseño de los aviones para reducir emisiones acústicas”.

Mejoras operativas

Junto con los avances en materiales y diseño estructural, la aviación sostenible también se está enfocando en la mejora de la propulsión y la reducción de emisiones. Se están desarrollando motores más eficientes y menos contaminantes, como los de baja emisión de carbono y los motores híbridos-eléctricos. Además, se están investigando otras fuentes de energía alternativas, como biocombustibles y celdas de combustible, para reducir aún más la dependencia de los combustibles fósiles.



Guillermo Robles, investigador del grupo de **Diagnóstico de Máquinas Eléctricas y Materiales Aislantes (DIAMAT)** y del grupo **Redes y Sistemas de Energía Eléctrica (REDES)**, trabaja en el proyecto HECATE (*Hybrid electric regional Aircraft distribution technologies*). “Queremos cambiar el paradigma, buscamos cambiar el sistema eléctrico del avión para que pueda soportar más potencia, permitiendo así la sustitución de actuadores mecánicos por actuadores eléctricos que son más ligeros y tienen un mantenimiento más sencillo. El aumento de potencia debe hacerse de forma segura y el grupo DIAMAT está desarrollando métodos de detección de fallos en los aislamientos eléctricos. En definitiva, la idea final es crear un avión más eléctrico para reducir el peso y, por ende, el consumo de combustible”, afirma Robles.

En este sentido, no hay que perder de vista que, en las aeronaves cada vez habrá más componentes electrónicos, actualmente superan incluso el 10% del peso total debido, principalmente a los cables y la aviónica necesaria. A medida que esta industria se enfrenta a nuevos desafíos, como la incorporación de más sensores, cables y computadoras, hay que considerar que ya existen casuísticas claras relacionadas con la operativa y el tipo de material utilizado para transportar esta energía eléctrica, diferenciándola de otros sectores.

“Aunque la aplicación de estos avances a la aviación civil aún está en desarrollo, la fotónica, busca reemplazar a la electrónica tradicional. Una transición que podría dar lugar a variaciones de peso significativas y tener un gran impacto en la eficiencia, permitiéndonos reducir el porcentaje actualmente asignado a la electrónica”, asegura **Miguel Ángel de Frutos**, director de **UAV Navigation – Grupo Oesía**. “La sostenibilidad en la aviación va más allá de la aeronave y abarca toda la cadena de valor, desde el vuelo hasta el mantenimiento preventivo y el uso eficiente de los residuos. Para agregar valor, la adopción de nuevas tecnologías, como el manejo de grandes cantidades de datos y sistemas de procesamiento más potentes, es esencial”.

Con todo ello, los nuevos materiales y avances en ingeniería estructural están desempeñando un papel crucial en la búsqueda de una aviación más sostenible. Los compuestos de fibra de carbono y otros materiales avanzados están permitiendo la construcción de aeronaves más livianas y eficientes, lo que reduce el consumo de combustible y las emisiones. Además, los avances en diseño y fabricación están optimizando la eficiencia y la resistencia de las estructuras aeroespaciales. Junto con mejoras en la propulsión y la reducción de emisiones, estos avances están allanando el camino hacia una aviación más sostenible, con un menor impacto ambiental y una mayor eficiencia energética.

Más información de interés para innovar juntos:

Grupos de Investigación participantes en la validación de este reto:

- [Diagnóstico de Máquinas Eléctricas y Materiales Aislantes \(DIAMAT\)](#)



- [Dinámica de Estructuras Ligeras](#)
- [Ingeniería Aeroespacial](#)
- [Mecánica de Fluidos](#)
- [Mecánica de Materiales Avanzados](#)
- [Sensores y Técnicas de Instrumentación](#)
- [Tecnología de Polvos](#)

Empresas / Entidades relacionadas:

- [Compañía Española de Sistemas Aeronáuticos \(CESA\)](#)
- [Fundación para la Investigación, Desarrollo y Aplicación de los Materiales \(FIDAMC\)](#)
- [UAV Navigation – Grupo Oesía](#)

ODS implicados



RETO 5 - De la Nanotecnología y Microtecnología a la Fabricación Aditiva

La nanotecnología, la microtecnología y la fabricación aditiva (impresión 3D y 4D) están revolucionando la forma en que se lleva a cabo la producción industrial en todo el mundo. Estas tecnologías facilitan la fabricación de materiales y productos con mayor precisión, menor desperdicio y mayor eficiencia energética. En Europa, estos avances están impulsando la relocalización de activos estratégicos, generando nuevas oportunidades económicas y políticas.

Europa está experimentando un avance significativo en los campos de la nanotecnología y la fabricación aditiva, tecnologías que prometen ser fundamentales para su liderazgo en innovación. La nanotecnología, con su capacidad única para manipular materiales a una escala nanométrica, presenta oportunidades para revolucionar industrias diversas, desde la medicina hasta la energía, sin olvidar los diferentes sectores industriales. Este enfoque en la manipulación de materiales a escala tan pequeña podría ser un punto de inflexión para desarrollos disruptivos y transformadores que conlleva mejoras significativas en la eficiencia y funcionalidad de los productos, así como la capacidad de diseñar materiales con propiedades específicas y personalizadas.



Europa está experimentando un avance significativo en los campos de la nanotecnología y la fabricación aditiva, tecnologías que prometen ser fundamentales para su liderazgo en innovación. La nanotecnología, con su capacidad única para manipular materiales a una escala nanométrica, presenta oportunidades para revolucionar industrias diversas, desde la medicina hasta la energía, sin olvidar los diferentes sectores industriales. Este enfoque en la manipulación de materiales a escala tan pequeña podría ser un punto de inflexión para desarrollos disruptivos y transformadores que conlleva mejoras significativas en la eficiencia y funcionalidad de los productos, así como la capacidad de diseñar materiales con propiedades específicas y personalizadas.

En una de estas líneas de trabajo investiga **Diego Velasco**, colíder del grupo ***Tissue Engineering and Regenerative Medicine (TERMEG)*** de la Universidad Carlos III de Madrid. Velasco destaca el cambio hacia métodos alternativos para el testeo de fármacos, como la piel humana artificial y el uso de ‘órganos en chips’ para automatizar procesos. “La legislación europea de 2013 que prohibió el testeo de cosméticos en animales fue un catalizador para buscar alternativas”, resalta el investigador... El grupo trabaja en correlación con estas leyes para crear modelos alternativos, centrándose en la piel humana artificial. Además, exploran la introducción de sensores en estos chips para analizar los cambios a nivel molecular durante los testeos.

No sólo hablamos de importantes logros en la aplicación de estas tecnologías, sino también en el ámbito teórico. Es el caso de **Luis López Bonilla**, director del Instituto Universitario sobre **Modelización y Simulación en Fluidodinámica, Nanociencia y Matemática Industrial "Gregorio Millán"** e investigador principal del grupo **Modelización, Simulación Numérica y Matemática Industrial**. López Bonilla investiga el diseño de dispositivos electrónicos para generar números aleatorios con aplicaciones en encriptación y comercio electrónico. También trabaja en la extracción de energía de fluctuaciones térmicas en grafeno y estudia el crecimiento de vasos sanguíneos y el movimiento de células epiteliales.

Braulio García Cámara, investigador del Grupo **Displays y Aplicaciones Fotónicas** de la UC3M, se enfoca a su vez en descubrir estructuras a nanoescala (“estructuras de cientos o decenas de nanómetros”) para aplicaciones como sensores y células solares. Ha colaborado en el desarrollo de sensores de temperatura y está investigando materiales para mejorar la eficiencia de células solares. Aunque su trabajo es principalmente teórico, enfrenta desafíos prácticos en la fabricación y en atraer el interés de las empresas.

No obstante, coinciden todos los expertos, la nanotecnología enfrenta desafíos significativos, especialmente en la escalabilidad de su fabricación. Aunque se han logrado avances prometedores en laboratorios, la transición a la producción a gran escala es un obstáculo importante. Este desafío subraya la necesidad de una colaboración estrecha entre la academia y la industria, así como inversiones considerables para superar las barreras hacia la comercialización.



A su vez, la impresión 3D, también conocida como fabricación aditiva, ha experimentado avances significativos en los últimos años. Ahora es posible imprimir objetos tridimensionales utilizando una amplia gama de materiales, incluyendo plásticos, metales e incluso células y componentes biológicos. Esta tecnología permite la producción rápida y personalizada, reduce la necesidad de herramientas y moldes costosos, y minimiza el desperdicio de materiales. Estas ventajas están impulsando la relocalización de la fabricación en Europa, ya que reduce la dependencia de la producción en masa en otros países.

“Hablamos de una tecnología que se descubrió en los años 80 pero que sigue sin estar implementada en masa porque es un proceso muy complejo que abarca una amplia cadena de valor, desde el propio material al procesado y postprocesado. Ya está más que superada la fase de prototipado, pero es necesario buscar casos de uso y modelos de negocio que sean viables a gran escala”, explica **Paula Queipo**, directora de Operaciones Externas de **IDONIAL**. Su centro tecnológico trabaja desde hace tiempo en fabricación aditiva con aplicaciones en sectores muy diversos, como el de salud, donde colaboran con el Hospital de Asturias en el desarrollo de corsés personalizados mediante impresión 3D “que cuestan la mitad que uno normal, son más ligeros y biocompatibles con la piel”.

Otro ejemplo cercano es el que pone sobre la mesa **Santiago Martínez de la Casa**, miembro del grupo de investigación **Robotics Lab** de la UC3M y de la asociación **HISPAROB**: “Nos dedicamos a la producción de robótica humanoide, por lo que estamos muy cercanos a la fabricación aditiva porque nos aporta muchas ventajas en diseño, conceptos y nuevas ideas. Pero también nos ha dado nuevos problemas, porque muchos ingenieros trabajan todavía pensando de forma clásica y no tienen en cuenta las posibilidades y retos que tiene la impresión 3D”.

Esta tecnología permite la creación de estructuras complejas y personalizadas, lo que es particularmente prometedor para industrias como la aeroespacial, automotriz y biomédica. La capacidad de producir diseños a medida abre nuevas posibilidades en la fabricación y el diseño de productos. A pesar de su potencial, la fabricación aditiva también enfrenta desafíos propios, como la precisión en la fabricación de materiales blandos y la necesidad de mejorar la escala de producción. Además, el desarrollo de un conocimiento detallado sobre los materiales adecuados para la impresión 3D es un área en constante evolución. La intersección de la nanotecnología y la fabricación aditiva es particularmente prometedora, ya que combinar estas tecnologías podría llevar a la creación de dispositivos y materiales con propiedades únicas y altamente especializadas.

“Llevamos a cabo el diseño y fabricación de prototipos de implantes poliméricos fabricados mediante impresión 3D”, explica **Miguel Marco**, investigador del grupo de **Tecnologías de Fabricación y Diseño de Componentes Mecánicos y Biomecánicos (FABDIS)** de la Universidad Carlos III de Madrid. “Abarcamos tanto el diseño personalizado para el paciente a partir de imágenes médicas, como análisis de parámetros de fabricación que puedan afectar al comportamiento mecánico a lo largo de la vida útil del implante”. Gracias a materiales poliméricos avanzados, este tipo de implantes pueden ser absorbidos por el cuerpo humano de manera natural ayudando a la regeneración ósea y evitando



segundas cirugías de sustracción. Este tipo de opciones pueden ser aplicadas a implantes que no requieran de cargas elevadas, como las fijaciones de costilla fracturadas, ofrece el experto como ejemplo.

Sophia A. Tsipas es investigadora de la Universidad Carlos III de Madrid en el Grupo de **Tecnología de Polvos**. Ella y su equipo están especializados en la impresión 3D de metales y cerámicos para industrias clave, como el sector aeroespacial y automovilístico. “A pesar de la madurez de las máquinas de impresión 3D, existe un vacío en el conocimiento sobre los materiales adecuados para estas tecnologías”, reconoce. A pesar de ello, Tsipas trabaja en el diseño de materias primas para impresión 3D y en la integración de nanotecnología para mejorar las propiedades de los materiales finales.

En otro campo completamente distinto, el aeroespacial, la ya mentada IDONIAL colabora con **ACITURRI**, empresa dedicada a la fabricación de componentes estructurales para aviones y elementos espaciales. **Isabel Ruiz Martínez**, su responsable de Materiales y Procesos, añade que están buscando esas aplicaciones reales de la fabricación aditiva y usándola en pequeños elementos de poca criticidad, pero enfrentan una importante barrera con los “requisitos de certificación para poner en vuelo un material desarrollado con un proceso novedoso, porque eso requiere de mucho tiempo y dinero, además de que debe ofrecer un retorno de la inversión inmediato”. A pesar de ello, reconoce el potencial de esta tecnología “capaz de producir diseños imposibles con los sistemas tradicionales y que además sean muy ligeros en peso”.

Situación similar a la que vive **Andrés Monzón**, *Worldwide Chief Engineer de Light Duty Platforms* en **OTIS**: “Mi carga no vale millones y no puedo hacer pruebas con materiales ilimitados. Fabricamos series muy limitadas, todavía algunas con inyección de plástico, y encontramos un importante límite en el postprocesado, donde entran en juego temas químicos que se escapan a nuestro proceso habitual. Además, la fabricación en metal tiene riesgos laborales importantes, pero, aun así, tenemos la fabricación aditiva plenamente integrada en nuestra I+D+I y llevamos fabricando algunas piezas con esta tecnología desde 1996”.

En la fase de probar sus usos está también **Juan Valle**, CEO de **Silcotech**. Esta empresa, que produce grandes volúmenes de piezas de silicona para el sector de la automoción, está usando la fabricación aditiva en el prototipado, por ejemplo, de sus moldes. Su visión, pese a enfrentar esas limitaciones de dar el salto a gran escala, es de clara apuesta por la impresión 3D: “Hemos comprado un robot de seis ejes en lugar de usar un motor cartesiano. Y en el futuro esperamos usar dos robots que jueguen entre ellos, para poder dar vida a nuevas formas. Pero, por ahora, lo hacemos todo para uso propio”.

Dos mercados en auge

El mercado europeo de la nanotecnología se espera que crezca a una tasa anual compuesta del 32% de 2023 a 2030. Esta tecnología tiene aplicaciones extensas en diversas industrias, incluyendo el



diagnóstico y tratamiento médico, la detección temprana de enfermedades y el desarrollo de terapias innovadoras como el tratamiento del cáncer.

De manera similar, el mercado de la impresión 3D en Europa proyecta un crecimiento del 20.9% entre 2023 y 2030. Los usos principales de la impresión 3D en la fabricación incluyen el prototipado y la creación de herramientas, complementando los métodos de producción tradicionales. La tecnología permite un prototipado rápido y una iteración de diseños, reduciendo significativamente el desperdicio de materiales y haciéndola una opción sostenible desde el punto de vista medioambiental.

Sirva como ejemplo **Daniel García González**, investigador del Grupo de **Dinámica y Fractura de Elementos Estructurales** de la UC3M, quien trabaja en varios proyectos sobre Impresión 4D y materiales inteligentes. Específicamente, se concentra en la creación de “materiales funcionales blandos” que responden a estímulos externos, como campos magnéticos, para aplicaciones en salud y defensa. Un proyecto notable involucra la reproducción de procesos cancerosos y el daño a células cerebrales para acelerar el diseño de terapias avanzadas. También trabaja en robótica para aplicaciones defensivas, como robots inspirados en formas marinas. En cuanto a la fabricación aditiva, enfrenta el desafío de trabajar con materiales blandos y lograr una precisión elevada.

O **Javier Pozuelo**, investigador del Grupo de **Polímeros y Composites** de la Universidad Carlos III de Madrid, que desarrolla nanocompuestos para el almacenamiento de energía, pantallas electromagnéticas y propiedades biocidas. Su investigación incluye la creación de materiales porosos para supercondensadores, geles que absorben radiación electromagnética, y recubrimientos con propiedades bactericidas. Eso sí, coincide con el resto de sus compañeros en los retos pendientes “en la captación de talento y la colaboración con la industria”.

A sumar **Mario García Valderas**, investigador del grupo de **Diseño Microelectrónico y Aplicaciones (DMA)**, especializado en el diseño de circuitos digitales para el espacio, abordando el problema de la radiación en satélites. “Investigamos cómo utilizar tecnologías de circuitos más económicas en aplicaciones espaciales y desarrollamos métodos para detectar y corregir errores causados por la radiación”, explica. Su propósito es acercar la microelectrónica que usamos en nuestro día a día a una aplicación tan específica y exigente como la espacial, para lo cual sería indispensable contar con tecnologías de fabricación propia en España, algo de lo que nuestro país carece en su opinión.

Así podemos concluir que la combinación de la nanotecnología, la microtecnología y la fabricación aditiva está generando un nuevo paradigma industrial en Europa. Con una combinación de inversión en investigación y desarrollo, políticas favorables y una fuerza laboral capacitada, Europa puede estar bien posicionada para liderar este nuevo panorama industrial y aprovechar los beneficios económicos y políticos que conlleva la relocalización de activos estratégicos.



Más formación

Pero no podemos olvidar que esta transformación y adopción de tecnologías disruptivas también requiere una adaptación en los perfiles profesionales y una actualización en los sistemas de educación y formación laboral. Se necesitan nuevos conocimientos y habilidades para trabajar con nanomateriales, desarrollar diseños para la fabricación aditiva y operar equipos de impresión 3D. Además, se requiere una mayor integración de habilidades técnicas y creativas en el proceso de fabricación. Esto implica la necesidad de una educación y formación laboral actualizada que prepare a los trabajadores para las demandas del nuevo paradigma industrial. En ese sentido coinciden Paula Queipo (IDONIAL), Juan Valle (Silcotech) y Andrés Monzón (OTIS), que demandan una mayor penetración entre el mundo académico y el empresarial para dotar a los profesionales del conocimiento actualizado que se exige en el entorno laboral.

En este contexto educativo, los expertos enfatizan la importancia de invertir en formación y educación para preparar a futuros científicos e ingenieros. Esta inversión es crucial para avanzar en estas tecnologías emergentes. Además, la colaboración internacional y la financiación adecuada son esenciales para promover el desarrollo tecnológico y la innovación en estos campos.

Los investigadores también resaltan en pleno la relevancia de la sostenibilidad en el desarrollo de la nanotecnología y la fabricación aditiva. Estas tecnologías ofrecen la posibilidad de desarrollar procesos y materiales más eficientes y menos dañinos para el medio ambiente, un factor clave para el futuro de la innovación.

Más información de interés para innovar juntos:

Grupos de Investigación participantes en la validación de este reto:

- [Dinámica y Fractura de Elementos Estructurales](#)
- [Diseño Microelectrónico y Aplicaciones \(DMA\)](#)
- [Displays y Aplicaciones Fotónicas](#)
- [Modelización, Simulación Numérica y Matemática Industrial, Instituto Universitario sobre Modelización y Simulación en Fluidodinámica, Nanociencia y Matemática Industrial "Gregorio Millán"](#)
- [Polímeros y Composites](#)
- [Robotics Lab](#)
- [Tecnología de Polvos](#)
- [Tecnologías de Fabricación y Diseño de Componentes Mecánicos y Biomecánicos \(FABDIS\)](#)
- [Tissue Engineering and Regenerative Medicine \(TERMEG\)](#)



Entidades en el Parque Científico UC3M relacionadas:

- Plataforma [HispaRob](#)
- Centro tecnológico [IDONIAL](#)

Empresas relacionadas:

- [ACITURRI](#)
- [OTIS](#)
- [Silcotech](#)

ODS implicados

