

REAL ACADEMIA DE INGENIERÍA

¿QUÉ HACEMOS LOS INGENIEROS  
Y CÓMO LO CONTAMOS?

DISCURSO MAGISTRAL DE CLAUSURA DE CURSO  
DEL ACADÉMICO

JOSÉ IGNACIO PÉREZ ARRIAGA

LEÍDO EL 21 DE OCTUBRE DE 2025



MADRID MMXXV



¿QUÉ HACEMOS LOS INGENIEROS Y CÓMO LO CONTAMOS?



REAL ACADEMIA DE INGENIERÍA

# ¿QUÉ HACEMOS LOS INGENIEROS Y CÓMO LO CONTAMOS?

DISCURSO MAGISTRAL DE CLAUSURA DE CURSO  
DEL ACADÉMICO

JOSÉ IGNACIO PÉREZ ARRIAGA

LEÍDO EL 21 DE OCTUBRE DE 2025



MADRID MMXXV

Obra producida en el ámbito de la subvención  
concedida a la Real Academia de Ingeniería  
por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades.

Editado por la Real Academia de Ingeniería  
© 2025, Real Academia de Ingeniería  
© 2025 del texto, José Ignacio Pérez Arriaga  
ISBN: 978-84-128890-6-2  
Impreso en España

Excelentísimo señor Presidente, excelentísimos señores académicos y señoras académicas, amigos que nos acompañan,

Los que estamos reunidos hoy en este acto –de forma presencial o virtual– tenemos claro lo que hacemos los ingenieros. Muchos de nosotros lo somos, amamos nuestro trabajo y apreciamos las posibilidades de mejora de las condiciones de vida de la gente que tiene el ejercicio de nuestra profesión. Pero existe abundante evidencia de que esta no es la imagen que de nosotros tiene la mayoría de la población española, especialmente entre las nuevas generaciones. Por tanto, parece que hay un desajuste entre lo que objetivamente los ingenieros hacemos o podemos hacer y cómo lo percibe la sociedad. Lo que sigue es una reflexión personal, apoyada en mis lecturas sobre el tema, conversaciones con colegas ingenieros –algunos de ellos miembros de esta Academia– y mi propia experiencia.

El tema que voy a abordar en esta charla, ante mis compañeros de la Real Academia de Ingeniería y todos los que asisten a este acto, y que sé que también preocupa al Instituto de la Ingeniería de España, a las escuelas de ingeniería y a los que trabajan en la educación de niños y jóvenes, es cómo se puede explicar qué es la ingeniería, en qué consiste esa profesión, qué hacen los ingenieros en su trabajo, y qué sentido tiene el trabajo que hacen. En resumen, poder responder a la pregunta de por qué alguien quisiera ser ingeniero.

Comenzaré hablando de lo que hacemos y podemos hacer los ingenieros, construyendo la sociedad tecnológica de la que una gran parte de la humanidad disfrutamos. Señalaré las consecuencias no deseadas más destacables de la tecnología, que incluso amenazan nuestra misma civilización. A continuación, trataré de describir cómo se nos percibe socialmente a los ingenieros, en particular por las nuevas generaciones, y cómo es de atractiva nuestra profesión para ellos. Luego describiré muy brevemente algunas líneas de actuación que creo conviene reforzar para eliminar los posibles desajustes en cómo se nos percibe como

colectivo, y prestaré atención a las perspectivas profesionales que se abren cada vez más en la aplicación de la ingeniería en mejorar el mundo que compartimos y, en particular, las condiciones de vida de los colectivos más desfavorecidos o vulnerables.

## EMPECEMOS POR LO QUE HACEMOS LOS INGENIEROS

En uno de los más conocidos mitos griegos, un titán, Prometeo, robó el fuego a los dioses para entregarlo a los hombres, que así pudieron calentarse, cocinar, construir herramientas y desarrollar la tecnología. El fuego simboliza el conocimiento técnico, la energía y la capacidad de crear herramientas, industrias y civilización. Es evidente que la tecnología –la ingeniería– ha cambiado el mundo en formas que Prometeo y los hombres que empezaron a utilizar el fuego no podrían nunca imaginar.

La tecnología hace posible que nos podamos comunicar con gran facilidad, permite desarrollar instrumentos de diagnóstico y tratamiento médico, y ha hecho posible enormes avances en la construcción de infraestructuras, la producción de alimentos, la creación de nuevos materiales, la astronomía y la exploración del espacio, los medios de transporte, la gestión y logística de todo tipo de actividades, el entretenimiento, la difusión y búsqueda de información, y en las transformaciones de energía en forma de calor, electricidad y trabajo mecánico que dan soporte a todas las demás actividades.

Por supuesto, la tecnología también nos ha permitido fabricar espadas más afiladas, ballestas más precisas, cañones más potentes y de mayor alcance, tanques, misiles, bombas atómicas y drones que permiten destruir y matar con control remoto o con decisiones autónomas inteligentes y también los medios para tratar de defendernos de esos ataques.

En el sitio web de la Real Academia de Ingeniería ([www.raing.es](http://www.raing.es)) se encuentran los discursos de toma de posesión de todos sus miembros, lo que permite apreciar la variedad de áreas de conocimientos y temas que abarca nuestra profesión.

Basta con abrir la prensa o alguna revista de divulgación científica para quedarse asombrado de cómo utilizamos crecientemente tecnologías avanzadas en las actividades de cada día y de los increíbles progresos que se suceden incesantemente. A principio de año, el MIT Technology Review presentaba las tecnologías que estimaba tendrían pronto avances considerables y un impacto global significativo. Estas tecnologías incluyen desde producción de acero sin emisiones de efecto

invernadero, terapias avanzadas con células madre, telescopios más potentes situados en el espacio, robots que aprenden, robotaxis, reducción de las emisiones de metano del ganado, interfaces cerebro-ordenador, y los métodos de tratamiento y búsqueda de la información con IA generativa.<sup>1</sup>

Los avances son incesantes y en todas las áreas. El 30 de septiembre pasado se anunciaba un nuevo modelo de AirPods que permite escuchar una traducción simultánea en tu propia lengua de lo que otra persona habla en tiempo real en un idioma diferente, conservando el tono de su voz. E inversamente, si la otra persona tiene un dispositivo similar.<sup>2</sup>

El mismo día se publicaban los avances en robótica industrial en China, donde ya hay más de dos millones de robots trabajando en fábricas, más que todo el resto del mundo. 300.000 robots se habían instalado en China durante el año anterior, combinados con aplicaciones de inteligencia artificial para automatizar los procesos de producción.<sup>3</sup>

En la primera página del último número (Septiembre 2025) del MIT Technology Review se informa de las nuevas tecnologías que se están desarrollando para detectar con mucha anticipación y protegernos contra potenciales amenazas de asteroides. También contra ataques con misiles.

Hace unos minutos acaba de terminar un seminario web organizado por las “National Academies” de los EE. UU. –que engloban las disciplinas de ciencias, ingeniería y medicina– sobre los nuevos métodos de predicción de la meteorología y el clima, en los que se están realizando rápidos avances con la ayuda de la IA.<sup>4</sup>

En este mismo sitio web de las National Academies se puede encontrar información sobre cómo la tecnología está permitiendo desarrollar las medicinas del futuro, y también cómo evaluar y verificar los sistemas críticos que utilizan IA como en la conducción automatizada, la red eléctrica o la sanidad.

La tecnología “Pay-as-you-go” permite cobrar semanalmente por el uso de sistemas solares domiciliarios situados en lugares remotos, bloquearlos cuando el pago no se realiza, y supervisar su funciona-

<sup>1</sup> <https://www.technologyreview.com/2025/01/03/1109178/10-breakthrough-technologies-2025/#vera-c-rubin-observatory>

<sup>2</sup> <https://www.nytimes.com/2025/09/18/technology/personaltech/new-airpods-language-translation-feature.html?nl=On+Tech>

<sup>3</sup> <https://www.nytimes.com/2025/09/25/business/china-factory-robots.html?nl=On+Tech>

<sup>4</sup> <https://www.nationalacademies.org/our-work/ai-for-weather-and-climate-forecasting-webinar-series>

miento desde cualquier parte del planeta. Muchos millones de estos dispositivos están en funcionamiento por todo el mundo, sobre todo en África sub-Sahariana.<sup>5</sup>

Pero estos ejemplos del uso de la tecnología pueden no representar lo que hacen la mayor parte de los ingenieros españoles hoy día. Una imagen precisa puede encontrarse en el último informe del Observatorio de la Ingeniería de España, publicado en diciembre de 2022, que ofrece una descripción detallada de la composición y actividades de los 750.000 profesionales de la ingeniería en España, de los que el 20% son mujeres. El 65% del total han cursado ingeniería técnica o de grado, 25% ingeniería o máster y 6% tienen el título de doctor. El porcentaje de mujeres ha descendido en la última década y son el 15% de los ingenieros de 35 años o menos, que representan el 40% del total. Las mujeres son el 8% de los ingenieros en puestos de director general, CEO o gerente de sus empresas, y son el 32% de los puestos de ingeniero con menor responsabilidad ejecutiva.

Mientras el paro en España en 2022 era del 13%, entre los ingenieros era del 2%, y el 87% trabajaba ejerciendo su profesión. El 3,7% estaban jubilados. El Observatorio de la Ingeniería, en función de las opiniones recabadas y su propia valoración, sitúa en una cifra de alrededor de 200.000 ingenieros e ingenieras los profesionales que la industria española querrá incorporar a sus plantillas en los próximos 10 años. En el año 2022 el salario medio de los ingenieros era un 40% superior al salario medio en el país. Ese salario medio de todos los ingenieros es un 27% y 43% superior a la media salarial en España para hombres y mujeres, respectivamente, con una reducida brecha salarial entre ingenieros e ingenieras que se sitúa en un 10% (frente al 24% en la totalidad de la población española activa).

Según el Observatorio, en 2022 el 85% de los ingenieros trabajaban en 2022 por cuenta ajena (asalariados) y el 59% de ellos en empresas de más de 250 personas. El 11% trabajaba por cuenta propia (autónomos) y 3% eran empresarios con asalariados. ¿Y qué hacían estos ingenieros? El 31% trabajaban en el desarrollo de proyectos, el 15% en docencia y/o I+D, el 13% en producción y/o operaciones, otro 13% en asesoramiento y/o consultoría, el 11% en gestión, el 6% en comercialización y/o servicios, y finalmente el 11% en otros trabajos o bien NS/NC. Más de la mitad de los ingenieros trabajan en los sectores de

---

<sup>5</sup> <https://www.pv-magazine.com/2025/05/27/hard-times-for-pay-as-you-go-model/>

la informática y comunicaciones, la industria manufacturera, la construcción y las administraciones públicas.

Por tanto, observamos que el trabajo de los ingenieros tiene lugar en una gran variedad de empresas y organizaciones, en todos los sectores industriales, de administración y de servicios. ¿Cómo explicar esta dispersión?

Como dijo hace unas semanas en su discurso de investidura José Manuel Torralba, nuestro académico más reciente, las escuelas de ingeniería “troquelan a sus estudiantes”, para que adquieran la mentalidad... ingenieril, por supuesto. ¿Y eso en qué consiste? Esa mentalidad no consiste en ser un “friqui” de las matemáticas o de una tecnología en particular o tener una forma de actuar “cuadrículada”. La formación de ingeniero desarrolla la capacidad de saber enfrentarse a un problema complejo, típicamente asociado a la tecnología, pero no necesariamente, y saber analizarlo para comprender su estructura interna, formularlo cualitativa y si es posible cuantitativamente, para poder encontrar soluciones realizables en la práctica.<sup>6</sup>

Esta formación permite optar a una gran diversidad de opciones profesionales. Un ingeniero puede trabajar en el desarrollo de proyectos para aplicaciones técnicas específicas, pero también en finanzas,

---

<sup>6</sup> Definición sintética:

La mentalidad ingenieril es una forma de razonar y actuar que combina el rigor científico-matemático con la creatividad práctica, orientada a resolver problemas complejos bajo restricciones reales, optimizando soluciones que sean técnicas, económicas, sociales y ambientalmente sostenibles. Implica pensamiento sistémico, capacidad de iteración, trabajo colaborativo y responsabilidad ética en la toma de decisiones (ABET, 2023; NAE, 2008; Royal Academy of Engineering, 2014; MIT, 2020).

#### Referencias:

ABET (2023). Criteria for Accrediting Engineering Programs. ABET, Baltimore, MD. Disponible en: <https://www.abet.org/accreditation/accreditation-criteria/criteria-for-accrediting-engineering-programs-2023-2024/>

National Academy of Engineering (2008). Changing the Conversation: Messages for Improving Public Understanding of Engineering. The National Academies Press, Washington, DC. Disponible en: <https://nap.nationalacademies.org/catalog/12187/changing-the-conversation>

MIT School of Engineering (2020). What is Engineering? Disponible en: <https://engineering.mit.edu/engage/ask-an-engineer/what-is-engineering/>

Royal Academy of Engineering (2014). Thinking Like an Engineer: Implications for the Education System. Royal Academy of Engineering, London. Disponible en: <https://raeng.org.uk/publications/reports/thinking-like-an-engineer-implications-for-education>

gestión de datos, consultoría estratégica, emprendimiento tecnológico o salud digital. La formación en resolución de problemas complejos es un “pasaporte” versátil para muchas industrias.

Yo mismo comencé trabajando como profesor de física en mi escuela técnica del ICAI, hice un doctorado sobre la estabilidad de grandes sistemas de potencia eléctrica, soy profesor universitario y puse en marcha un instituto de investigación sobre modelado y regulación del sector eléctrico, he sido miembro de comisiones reguladoras y consultor internacional en estos temas y he dirigido una escuela de regulación de energía en África, en la que sigo trabajando como asesor. Mi área actual de especialización –la regulación del sector energético– necesita en partes iguales la tecnología, la microeconomía, así como los aspectos legales y de política económica. Y mi formación como ingeniero me ha sido tremendamente útil durante toda mi vida profesional.

## LAS CONSECUENCIAS NO DESEADAS DE LA TECNOLOGÍA

Tenemos ahora que cambiar de perspectiva y admitir que, unidos a los aspectos fundamentalmente positivos de la ingeniería que acabo de exponer, aparecen importantes consecuencias no deseadas en el desarrollo y utilización de la tecnología, lo que en parte explica algunos aspectos negativos en la percepción de la ingeniería por la sociedad.

El fuego que Prometeo entregó a los hombres se ha transformado en una poderosísima herramienta presente en todas dimensiones de las actividades humanas, con un enorme potencial para mejorar las condiciones de vida, la productividad, el conocimiento, la salud o la interacción entre personas y comunidades, pero también para obtener poder por la fuerza de las armas o del control de la información, y para destruir el medioambiente o incluso la civilización humana.

La importancia de la prudencia y el conocimiento para manejar la tecnología, y el poder, se ilustran certeramente en “El aprendiz de brujo”, la balada romántica escrita por Goethe en 1797 y conocida mundialmente por la película de Walt Disney “Fantasía”, que narra cómo un aprendiz de magia, deseoso de aligerar sus tareas domésticas, anima a una escoba para que transporte agua, pero olvida la fórmula para detenerla, desatando un caos de inundación que sólo puede solucionar el regreso del maestro. El problema es que esta vez el maestro brujo se fue y no se le espera.

Entre los muchos ejemplos de las consecuencias no deseadas de la tecnología que podría citar, me centraré solamente en dos de enorme

relevancia actual: el calentamiento global y los peligros del desarrollo y utilización de la inteligencia artificial.

### **El calentamiento global**

El mensaje central del último informe del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC) es que las actividades humanas están causando inequívocamente el calentamiento global, lo que está provocando cambios climáticos generalizados y rápidos. El informe subraya que limitar el calentamiento global a 1,5 °C es cada vez más difícil y que ello requiere reducciones inmediatas y a gran escala de las emisiones de gases de efecto invernadero.

El informe señala que ya hoy el cambio climático está provocando olas de calor más intensas, sequías, inundaciones, pérdidas de glaciares, elevación del nivel del mar y alteraciones en ecosistemas terrestres y marinos, con impactos sobre la agricultura, la salud, los suministros hídricos y la infraestructura. Se constata que en muchas regiones se han alcanzado límites de adaptación, de forma que algunas pérdidas y daños ya no pueden evitarse. De cara al futuro, el informe advierte que, si las emisiones continúan al ritmo actual, el calentamiento global podría superar con creces 1,5 °C durante este siglo, intensificando fenómenos extremos, acelerando la subida del mar, ocasionando migraciones forzadas, inseguridad alimentaria y destrucción de ecosistemas, y aumentando los riesgos sociales asociados con desigualdad y vulnerabilidad.

La Organización Meteorológica Mundial (OMM) afirma en su último boletín sobre los gases de efecto invernadero –publicado la semana pasada– que los niveles de dióxido de carbono aumentaron el año pasado en la mayor proporción registrada hasta la fecha, con tasas de crecimiento del CO<sub>2</sub> triplicadas desde la década de 1960 y que han alcanzado niveles que no se veían desde hace más de 800 000 años.<sup>7</sup>

Tanto las actividades humanas que provocan el calentamiento global, como las medidas de mitigación y adaptación que el IPCC recomienda adoptar, están en su mayor parte dentro del amplio campo de la ingeniería, en combinación con otras disciplinas.

---

<sup>7</sup> Las tasas de crecimiento del CO<sub>2</sub> se han acelerado, pasando de un aumento medio anual de 2,4 partes por millón por año en la década de 2011 a 2020, a 3,5 partes por millón entre 2023 y 2024.

Las siguientes diapositivas explicitan las medidas necesarias de reducción de emisiones y de adaptación a sus efectos, en las que, de nuevo, en su mayor parte ha de participar la ingeniería.

Se estima que las emisiones antropogénicas netas de gases de efecto invernadero a nivel mundial en 2019 fueron aproximadamente un 12 % superiores a las de 2010 y un 54 % superiores a las de 1990, y que la mayor parte y el mayor crecimiento de las emisiones brutas de gases de efecto invernadero se produjeron en el CO<sub>2</sub> procedente de la combustión de combustibles fósiles y los procesos industriales, seguido del metano.

Entre las opciones de adaptación eficaces figuran la mejora de los cultivos, la gestión y el almacenamiento del agua, la conservación de la humedad del suelo, el riego, la agrosilvicultura, la diversificación de la agricultura a nivel de explotaciones y paisajes, los enfoques de gestión sostenible de la tierra y la aplicación de principios y prácticas agroecológicos. Los enfoques de adaptación basados en los ecosistemas, como la ecologización urbana, la restauración de humedales y los ecosistemas forestales aguas arriba, han resultado eficaces para reducir los riesgos de inundaciones y el calor urbano.

Varias opciones de mitigación, en particular la energía solar, la energía eólica, la electrificación de los sistemas urbanos, la infraestructura verde urbana, la eficiencia energética, la gestión de la demanda, la mejora de la gestión de los bosques y los cultivos/pastizales y la reducción del desperdicio y la pérdida de alimentos, son técnicamente viables, cada vez más rentables y cuentan con el apoyo general del público.

### **Los peligros de la inteligencia artificial (IA)**

La tecnología de la inteligencia artificial combina la capacidad de procesamiento de los ordenadores con modelos avanzados de la matemática aplicada, la estadística y las ciencias cognitivas, para desarrollar sistemas capaces de percibir, razonar, aprender y actuar de forma autónoma.

Recientemente, hemos visto cómo la IA es capaz de realizar tareas intelectuales muy complejas – como averiguar la configuración tridimensional de las proteínas, diseñar virus con funciones específicas o componer temas musicales – comparables a lo que los humanos son capaces de hacer y en una minúscula fracción del tiempo que los profesionales de carne y hueso necesitarían. Se trata de proezas de la tecnología, apenas imaginables hace solamente cinco años. Creo que todos

los que escuchan esta charla nos hemos beneficiado ya abundantemente del poder de búsqueda y tratamiento de información de la IA, que es solamente una entre sus muchas aplicaciones, como por ejemplo el servir de entretenimiento y compañía a personas que tienen escasas posibilidades de contacto social. Pero la inteligencia artificial tiene también su lado oscuro.

Los algoritmos detrás de las redes sociales –como los de YouTube, TikTok, Instagram o X– utilizan técnicas de aprendizaje automático (machine learning) para analizar grandes volúmenes de datos sobre el comportamiento de los usuarios: qué ven, cuánto tiempo permanecen, a qué reaccionan, con quién interactúan, etc. A partir de esos datos, el sistema aprende patrones y predice qué contenido es más probable que mantenga la atención del usuario. Esos modelos se entrenan continuamente, adaptándose en función de los resultados, lo que encaja con la definición general de IA: sistemas capaces de aprender de la experiencia y mejorar su rendimiento sin intervención humana directa. Los algoritmos se han diseñado para maximizar la participación de los usuarios, manteniendo a las personas conectadas durante el mayor tiempo posible.

El modelo de negocio de la mayoría de estas plataformas se basa en la participación, es decir, en el tiempo que un usuario dedica a interactuar con un producto. Esa es la métrica que utilizan las empresas tecnológicas para medir su éxito: no el dinero, sino los minutos. Pero el dinero también influye. Cuanto más tiempo un usuario está conectado, más posibilidades tienen las empresas de vender anuncios. Cuanto más se conecta, más siguen las empresas su comportamiento y crean un perfil diseñado exclusivamente para dirigirle anuncios específicos. No pagamos por estas plataformas con nuestro dinero. Pero sí pagamos con otro bien preciado y finito: nuestra atención.

Las consecuencias de este modelo de negocio y del diseño de los algoritmos que de ello se derivan son múltiples y muy peligrosas. En primer lugar, la consecuencia inmediata es una crisis de atención, pues la estimulación constante hace que sea más difícil mantener la concentración, leer en profundidad o pensar de forma crítica. La adición que estos mecanismos de recompensa crean pueden afectar la salud mental de la población, incluso gravemente.

En segundo lugar, estos algoritmos han aprendido a seleccionar la información que presentan al usuario ofreciendo contenidos personalizados, cargados de emotividad y fáciles de consumir que despiertan

la curiosidad, la recompensa o la indignación. Los bulos provocadores y las teorías conspiracionistas atraen más vistas y tiempo de conexión que la información reflexiva sobre sucesos importantes pero carentes de espectacularidad. El libro “Nexus” de Yuval Noah Harari describe en detalle el papel decisivo que los algoritmos de Facebook tuvieron en difundir noticias falsas y avivar las llamas de la violencia antirrohinyá en Myanmar en los años 2016 y 2017. En 2018 una delegación de investigadores de la ONU concluyó que, al divulgar contenido lleno de odio, Facebook había desempeñado un “papel determinante” en la campaña de limpieza étnica. Los algoritmos no fueron neutros en la difusión de la información. Su diseño, dirigido a captar la atención, promovió mensajes de odio en lugar de los que presentaban información objetiva y moderada. La gente no elegía qué ver. Los algoritmos elegían por ellos.

La información creada por la IA ha aumentado muy rápidamente en sofisticación. A principios de este mes de octubre, se ha anunciado una nueva aplicación gratuita de IA, llamada Sora. En sus tres primeros días, los usuarios de Sora la utilizaron para crear vídeos sorprendentemente realistas sobre fraude electoral, detenciones de inmigrantes, protestas, delitos y ataques en las calles de las ciudades –ninguno de los cuales ocurrió realmente–. La aplicación necesita solo una instrucción de texto para generar casi cualquier secuencia que el usuario pueda imaginar. Casi no existe contenido digital que pueda usarse para demostrar que algo en particular haya ocurrido.

Esto no es todo. “Los algoritmos de IA pueden aprender por sí mismos cosas que ningún ingeniero humano ha programado, y pueden decidir cosas que ningún ejecutivo humano ha previsto. Esta es la esencia de la revolución de la IA. El mundo se está inundando con incontables agentes nuevos y poderosos”.<sup>8</sup> Y algunos de los expertos más destacados en esta tecnología previenen de que puede conducir a la hipotética toma de control por la IA de la civilización humana, o a su extinción, por ejemplo con la difusión de virus patógenos diseñados y creados con técnicas de IA.

El pionero de la IA Yoshua Bengio, profesor de informática en la Universidad de Montreal, es el investigador más citado del mundo, en cualquier disciplina. El Dr. Bengio dice que tiene dificultades para dormir al pensar en el futuro. Le preocupa que una inteligencia artificial pueda di-

---

<sup>8</sup> Y.N. Harari. “Nexus”. Editorial Debate, 2024.

señar un patógeno letal –una especie de supercoronavirus– para eliminar a la humanidad. “No creo que haya nada comparable en cuanto a la magnitud del peligro», ha dicho.” El Prof. Bengio ha propuesto una solución diferente a los filtros de control de la IA. Propone una IA de seguridad, creada para ser totalmente responsable, a la que todas las demás deben someterse. En definitiva, un intento de regulación por IA. También Microsoft considera (publicado el 2 de octubre en el MIT Technology Review) que “la bioseguridad probablemente debería incorporarse en los propios sistemas de inteligencia artificial –ya sea directamente o mediante controles sobre la información que proporcionan–.”

En esa misma dirección, hace menos de un mes la ONU anunció un nuevo “diálogo global sobre la gobernanza de la inteligencia artificial”, así como un nuevo panel mundial sobre los riesgos y beneficios de esta tecnología. Como en otras tecnologías y sectores industriales, la respuesta, de haberla, reside en la regulación. Y seguramente una regulación asistida por la propia IA. ¿Será esto posible?

El prestigioso programa “60 minutos”<sup>9</sup> de la televisión norteamericana entrevistó en octubre de 2023 a Geoffrey Hinton, ganador del Turing Award en 2018, Premio Nobel de Física en 2024 y exdirector científico de Google, y le preguntó: “¿Sabe la Humanidad lo que hace?” Hinton respondió: “No. Por primera vez en la historia, puede que tengamos unas cosas más inteligentes que nosotros. No nos podemos permitir que estas cosas se nos vayan de las manos. Porque podrían controlar la Humanidad. No digo que esto vaya a ocurrir. Sería magnífico poder detenerlas cuando lo consideremos oportuno. Pero no está claro que podamos hacerlo.”<sup>10</sup>

Una vez ha sido expuesto lo que los ingenieros hacemos y podemos hacer con el fuego que nos regaló Prometeo, pasamos a la segunda parte de esta charla.

## ¿CÓMO CONTAMOS LOS INGENIEROS LO QUE HACEMOS? ¿CÓMO SE PERCIBE A LOS INGENIEROS COMO COLECTIVO?

Debiera ser fácil de explicar que los ingenieros diseñamos y desarrollamos productos y servicios útiles para la sociedad, en nuestra vida diaria y para hacer frente a los grandes retos actuales de la humanidad

<sup>9</sup> <https://www.dropbox.com/scl/fi/a8f6aes97chlitq5kh3s4/SPANISH-60-MINUTES-HINTON-OCTOBER-2023-1587-4055.mp4?rlkey=m60yk0ku73gv4tdavjxyx5l&e=1&dl=0>

–puentes y edificios, vehículos, sistemas eléctricos, de comunicaciones o de irrigación, aparatos médicos, satélites, teléfonos inteligentes y las aplicaciones que les dan múltiples usos, etc.– y que, para ello, utilizamos conocimientos físicos y químicos, matemáticos, de gestión, y otros varios, que –a pesar de su dificultad– resultan intelectualmente atractivos precisamente porque necesitan ingenio y maestría en su comprensión y utilización. Como se ha dicho anteriormente, los estudios de ingeniería preparan para abordar problemas complejos analizándoles objetivamente tratando de encontrar soluciones que se puedan implementar eficientemente. Esto debiera atraer a muchos integrantes de las nuevas generaciones a estudiar ingeniería, desde un punto de vista de realización profesional y personal. Pero no es esto lo que las cifras muestran.

De acuerdo con los datos de la publicación de la CRUE en 2024 “La universidad española en cifras”, a pesar de un descenso del 20% de la población de entre 18 y 28 años en el intervalo 2008 a 2022, el número de estudiantes de educación superior ha crecido un 34% y lo ha hecho tanto en formación profesional superior como en universidades públicas y en privadas. Esos estudiantes han realizado sus opciones de matrícula siguiendo todo tipo de motivaciones; entre las que, desde luego, se encuentra la perspectiva laboral. Pero no únicamente. Veamos los datos.

La evolución a largo plazo de la matrícula de estudios universitarios ha crecido un 184% en la rama de Ciencias de la Salud, pero se ha reducido un 17% en la rama de Ingeniería y Arquitectura y un 19% en la rama de Ciencias, ambas con oferta de empleabilidad con puestos vacantes y mejor nivel retributivo y mayor estabilidad laboral que la media. Sin embargo, la rama de Humanidades, con mayor tasa de paro, menor retribución y mayor precariedad, ha registrado un crecimiento del 6% de su matrícula. La matrícula de la rama de Ciencias Sociales y Jurídicas se ha mantenido prácticamente estable desde 1998 y hasta el último curso 2022-2023.

Además, más del 70% de los estudiantes de las escuelas de ingeniería son hombres, lo que supone perder una parte sustancial del talento femenino y un desaprovechamiento de su potencial creativo, clave para la innovación y el desarrollo empresarial y de la sociedad en general. Y el Observatorio de la Ingeniería de España señala que, como antes se indicó, aunque la proporción total de mujeres en la profesión es del 20%, el porcentaje de mujeres entre los ingenieros de menos de 35 años ha pasado al 15% en la última década.

¿Cómo percibe la sociedad española la profesión de ingeniero? De acuerdo con el último informe del FECYT “Percepción social de la ciencia y la tecnología en España 2024”, “La ciudadanía valora la ciencia, la necesita y confía en ella, pero exige mayor coherencia institucional, mejor comunicación y una integración más efectiva de la dimensión social, ética y política del conocimiento científico. La ciudadanía muestra una actitud positiva respecto al papel que pueden desempeñar la ciencia y la tecnología en la resolución de los grandes desafíos eco-sociales. Este optimismo, sin embargo, varía en función del tipo de problema abordado. En particular, se considera que su aportación puede ser especialmente significativa en la lucha contra la propagación de enfermedades infecciosas, en la mitigación del cambio climático y en la reducción del precio de la energía. Sin embargo, solo un tercio cree que los científicos tienen suficientemente en cuenta a la ciudadanía en su investigación y que informan adecuadamente sobre los resultados relevantes de su trabajo.”<sup>11</sup> Tal vez a la imagen social de la ingeniería le falta, aparte del aspecto estrictamente técnico, la comprensión de su impacto beneficioso sobre las personas.

¿Y cómo ven a los ingenieros las generaciones jóvenes, que todavía tienen que decidir su futura orientación profesional? Muchas palabras tienen un enorme poder de traer a la mente conceptos o marcos de referencia automáticamente. Por ejemplo, la palabra «elefante» hace que evoquemos involuntariamente a un animal de trompa flexible y orejas grandes. Incluso cuando le pedimos a alguien que no piense en uno, lo estará evocando. ¿Qué ocurre con la palabra ingeniero? ¿médico? ¿taxista? ¿contable? ¿abogado?

Un niño de pocos años tiene una idea bastante clara de lo que hace un médico. No digamos de un taxista, un jugador de fútbol o el pescadero del mercado. Pero yo he tenido que explicar varias veces a lo largo de los años a mis cuatro hijos y a mi mujer qué hace un ingeniero trabajando en la regulación del sistema eléctrico, y creo que todavía no tienen una idea clara de a lo que se dedica su padre y marido.

La gran diversidad de los trabajos que los ingenieros realizamos en sectores tan diferentes emborrona el poder evocador de la palabra “ingeniero” en relación con la palabra “médico” o “tendero” y no digamos con “elefante”. Tal vez algunos piensen que los ingenieros pasan el día

---

<sup>11</sup> FECYT (2024). Percepción social de la ciencia y la tecnología en España 2024. Disponible en: <https://www.fecyt.es/publicaciones/percepcion-social-de-la-ciencia-y-la-tecnologia-en-espana-2024>

entre motores, cables eléctricos, destripando ordenadores o dirigiendo la construcción de puentes y carreteras. Ya hemos visto que esa visión difiere notablemente de a lo que se dedica realmente la mayoría de los ingenieros españoles.

No es sencillo captar la imaginación de los niños y los jóvenes para que quieran ser ingenieros. A una proporción sustancial de jóvenes les pueden gustar las matemáticas, la física y la química, y les pueden atraer las diversas ramas de la tecnología, pero posiblemente no tienen claro en qué consistiría su trabajo y qué impacto directo podría tener. Por otro lado, sí es ampliamente conocido que los estudios de ingeniería son de elevada complejidad y requieren determinadas aptitudes y un importante esfuerzo. En especial, los primeros cursos son fundamentalmente de contenido más científico y abstracto, y hay que esperar a los cursos superiores para aprender sobre las tecnologías concretas.

Existen señales sólidas y recientes de que tanto los estudiantes potenciales como los alumnos de las escuelas técnicas demandan una mayor visibilidad y activación del impacto social de la ingeniería. Esta conclusión se apoya en (i) encuestas universitarias sobre participación estudiantil en iniciativas de impacto; (ii) series nacionales de percepción social de ciencia y tecnología; (iii) literatura e informes sobre vocaciones STEM e imagen social; y (iv) barómetros juveniles y europeos sobre sostenibilidad y prioridades generacionales.

La encuesta universitaria más reciente de la CRUE muestra una brecha clara entre el deseo de implicación y lo que el alumnado percibe que fomenta la institución.<sup>12</sup> Por ejemplo, ante la pregunta «¿Crees que tu universidad fomenta adecuadamente la participación de los estudiantes en iniciativas de Desarrollo Humano Sostenible?», aproximadamente un 14–15% responde afirmativamente, mientras que la mayoría responde que no o que podría mejorar, lo que es una clara señal de la falta de visibilidad del impacto social desde la propia universidad.

Las encuestas nacionales de FECYT<sup>13</sup> indican un elevado interés ciudadano –especialmente entre jóvenes– por los retos sociales y ambientales ligados a la ciencia y la tecnología, junto con una demanda

---

<sup>12</sup> CRUE (2025). Percepción del alumnado sobre Desarrollo Humano Sostenible – [https://www.crue.org/wp-content/uploads/2025/06/2025.05.30-Informe-percepcion\\_alumnado-PDHS.pdf](https://www.crue.org/wp-content/uploads/2025/06/2025.05.30-Informe-percepcion_alumnado-PDHS.pdf)

<sup>13</sup> FECYT (2024). Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España 2024 – <https://www.fecyt.es/publicaciones/percepcion-social-de-la-ciencia-y-la-tecnologia-en-espana-2024>.

de mejor comunicación y responsabilidad institucional. Esta expectativa refuerza la conveniencia de que la ingeniería visibilice su contribución social de forma explícita ante estudiantes potenciales y actuales.

La literatura sobre vocaciones STEM en España señala la necesidad de mejorar el relato social y la orientación temprana, destacando la utilidad pública de las disciplinas técnicas para atraer y fidelizar talento. Informes sectoriales (p. ej., DigitalES) y análisis específicos (p. ej., ESADE EcPol sobre mujeres en STEM) subrayan el papel del propósito social en la elección y en la persistencia.<sup>14</sup>

Los barómetros juveniles españoles y europeos sitúan sostenibilidad y clima entre las grandes preocupaciones, junto con empleo y vivienda. Este contexto implica que comunicar proyectos y resultados de ingeniería con impacto en ODS y transición ecológica se alinea con prioridades del alumnado y de quienes están por decidir su itinerario académico.<sup>15</sup>

En resumen, la imagen de la ingeniería y de la profesión de ingeniero en España es mayoritariamente positiva: alta utilidad social percibida, prestigio técnico y buena empleabilidad. Sin embargo, persisten retos: posible déficit de talento para cubrir la demanda prevista (~200.000 ingenieros/as en una década), brecha de género (~20–21% de mujeres en la profesión) y la necesidad, especialmente entre los jóvenes, de conectar mejor la ingeniería con un propósito e impacto social tangible. La evidencia disponible refleja la necesidad de visibilizar mejor el impacto de la ingeniería en la sociedad y de conectar la profesión con los valores y aspiraciones de las nuevas generaciones. No parece que los ingenieros hayamos sabido mostrar a la sociedad suficientemente los atractivos de nuestra profesión.

## ¿CÓMO PODRÍAMOS CONTAR MEJOR LO QUE HACEMOS LOS INGENIEROS Y LO QUE PODRÍAMOS HACER?

A la vista de lo que se acaba de exponer, creo necesaria una reflexión sobre dos temas complementarios. En primer lugar, cómo contar mejor lo que los ingenieros hacemos para ofrecer una imagen más cercana a la realidad y, por supuesto, corregir lo que podamos mejorar en la enseñanza de la ingeniería y en el ejercicio de la profesión para que

<sup>14</sup> ESADE EcPol (2024). Mujeres en STEM 2024 – <https://www.esade.edu/ecpol/wp-content/uploads/2024/03/Mujeres-en-STEM-2024-1.pdf>.

<sup>15</sup> INJUVE (2024). Informe Juventud en España 2024 (Vol. II) – [https://www.injuve.es/sites/default/files/EJ190/01\\_INFORME-JUVENTUD-2024\\_VOLUMEN-II.pdf](https://www.injuve.es/sites/default/files/EJ190/01_INFORME-JUVENTUD-2024_VOLUMEN-II.pdf).

sean más atractivas y motivadoras. En segundo lugar, mostrar a las nuevas generaciones – y también a los estudiantes de las escuelas técnicas, a ingenieros en activo e incluso a los jubilados – las oportunidades que existen de ejercer la ingeniería con un propósito social, esto es, cómo la ingeniería puede contribuir a construir un mundo mejor. Ambos temas están estrechamente relacionados. En esta presentación no será posible cubrir todos los aspectos que abarcan estos dos grandes temas, por lo que me detendré sólo en algunos.

## CÓMO CONTARLO Y ENSEÑARLO MEJOR

Es preciso crear un nuevo marco mental de referencia que sea evocado por la palabra “ingeniero”. Menos difuso y abstracto y más centrado en lo que los ingenieros pueden hacer y cómo lo hacen. Para ello se necesita crear material que los profesores de todos los niveles educativos puedan utilizar en sus clases y actividades, hace falta difundir ese marco de referencia en los medios de comunicación de carácter general y en particular a los que utilizan las nuevas generaciones, y es preciso identificar modelos reales que puedan servir de referencia para anclar el nuevo marco mental en personas concretas.

Además, nuestro sistema educativo debería formar mejor en materias STEM a los educadores de todos los niveles, empezando por la educación primaria y mejorando asimismo los métodos pedagógicos, para transmitir con convicción habilidades y conocimientos de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas a los jóvenes, entusiasmándoles para generar una actitud afectiva positiva hacia estas materias, y ofreciéndoles los valores de una actitud científica que les serán útiles sea cual sea su camino profesional y vital.

El último “Estudio Internacional de Tendencias en Matemáticas y Ciencias, TIMMS 2023” de la Asociación Internacional para la Evaluación del Rendimiento Educativo<sup>16</sup> (en el que España ha participado con más de 500 centros educativos y más de 10.000 estudiantes) ha alertado de que el desinterés por las materias STEM se materializa básicamente entre los nueve y los diez años por razones que en parte se deben a la baja actitud «afectiva» y de entusiasmo por parte de sus educadores y familiares.

---

<sup>16</sup> [https://es.wikipedia.org/wiki/Asociación\\_Internacional\\_para\\_la\\_Evaluación\\_del\\_Rendimiento\\_Educativo](https://es.wikipedia.org/wiki/Asociación_Internacional_para_la_Evaluación_del_Rendimiento_Educativo)

Para contribuir a solucionar este problema, las Universidades Complutense y Politécnica de Madrid, con la colaboración de la Real Academia de Ingeniería, han puesto en marcha un máster conjunto orientado precisamente a mejorar la formación y el cariño por las materias STEM de los educadores, especialmente los de educación infantil. Otras iniciativas de la Academia con patrocinio empresarial es el programa de Ingenio en la Escuela y los cursos sobre Internet de las Cosas, para profesores desde educación primaria hasta FP en la Comunidad de Madrid, y que se quisieran completar con prácticas en laboratorios y extender a otras comunidades autónomas.

De acuerdo con estudio “Mujeres en STEM: Desde la educación básica hasta la carrera laboral”,<sup>17</sup> “Ya a los seis años, las niñas empiezan a percibir las matemáticas como un territorio masculino” ... “Diferencia achacable, entre otros, a factores socioculturales y de expectativas como los estereotipos y roles de género transmitidos desde el entorno familiar y educativo.” “Ellos son más propensos a entornos competitivos (lo que predice una mayor predisposición a especializarse en matemáticas), mientras que ellas tienden a valorar más el impacto social de su trabajo futuro, lo que a su vez indica que lo que realmente sucede es que, a lo mejor, desconocen esa aplicación práctica tan enorme que tienen las disciplinas STEM.”

Tratando de corregir las posibles causas del desequilibrio entre hombres y mujeres en la elección de la ingeniería como profesión, en 2016, la Real Academia de Ingeniería creó el proyecto Mujer & Ingeniería como referente impulsor de las vocaciones STEM entre las mujeres, desarrollando actividades orientadas a motivar e interesar a las niñas y adolescentes en vocaciones STEM, así como a impulsar las carreras profesionales de las mujeres en el ámbito de la Ingeniería.

La falta de titulados de Formación Profesional superior es un problema añadido que contribuye a que el 30% de los egresados de nuestras escuelas de ingeniería de grado y máster estén subempleados. Es preciso impulsar la Formación Profesional dual con apoyo del tejido empresarial.

Debemos también reflexionar sobre si el actual diseño de la carrera de ingeniería es suficientemente motivador, especialmente en los primeros años, dedicados casi exclusivamente a los fundamentos físicos, químicos y matemáticos, sin apenas oportunidad de vislumbrar en qué

---

<sup>17</sup> <https://www.esade.edu/ecpol/es/publicaciones/mujeres-en-stem/>

consiste el ejercicio de la profesión. Creo que sería conveniente adaptar el método de “troquelado” de la mentalidad ingenieril, sin pérdida de rigor ni de contenido, pero incluyendo la motivación por ejercer la profesión. Y es inexcusable la falta de preparación ética en el currículo de las escuelas técnicas, que paso a comentar.

### **La enseñanza de ética en las escuelas de ingeniería<sup>18</sup>**

La dualidad que hemos examinado en la utilización del fuego prometeico sugiere incluir los aspectos éticos en la formación de los ingenieros. Ya hemos comentado las profundas implicaciones que tiene el diseño de los algoritmos de IA que gestionan las redes sociales sobre la salud mental de la población, la creciente falta de confianza en los contenidos informativos, las interferencias en los procesos políticos e incluso el futuro de la humanidad.

Como desarrollador de tecnología, el ingeniero debe valorar la carga ética de las decisiones que debe tomar en su trabajo. La perspectiva ética debe estar presente tanto en el ejercicio como en el objeto de la ingeniería.

- En el ejercicio, guiándose por principios de honestidad y rigor, intentando estar al día no sólo en su campo de especialización, sino también en lo referente a normativa y legislación, evitando el sesgo en la recopilación de datos y la discriminación en la orientación del producto, promoviendo la inclusión y la justa atribución de méritos en su equipo de trabajo, persiguiendo la máxima calidad y economía de medios, y, en definitiva, evitando cualquier forma de mala praxis.

- En el objeto, es decir, en el producto, proceso o sistema que desarrolla. Hay productos controvertidos en sí: lo es cualquier tipo de armamento, pero incluso dentro de esta categoría existen claras diferencias entre dispositivos meramente defensivos (e.g. sistemas de interceptación de misiles) y armas de destrucción masiva o indiscriminada (minas, bombas de fragmentación). Determinados procesos industriales pueden ser altamente contaminantes y/o suponer un riesgo excesivo para las poblaciones vecinas si no se toman las medidas adecuadas. El ingeniero puede encontrarse también desarrollando sistemas que be-

---

<sup>18</sup> Esta sección se basa en las aportaciones de Pere Brunet y Julio Eisman, miembros del Grupo de Formación de la RAI.

nefician exclusivamente a un sector de la población muy determinado y que aumentan las desigualdades sociales.

Las decisiones que toma el ingeniero tienen una importante carga ética por los efectos que causan en el individuo, la sociedad y el medio ambiente:

- Efectos sobre el individuo. El producto o proceso en desarrollo no debe suponer un riesgo para la integridad física de las personas, las mejoras de eficiencia en los procesos de producción no deben empeorar las condiciones laborales de los trabajadores, y el producto o sistema no debe comprometer la dignidad, privacidad o libertad de los usuarios.
- Efectos sobre la sociedad. El ingeniero deberá contemplar la seguridad del conjunto de la sociedad como un requisito fundamental, deberá garantizar la transparencia y la competencia leal, deberá evitar el encarecimiento artificial, y deberá velar por la ética del desarrollo evitando la ampliación de las brechas sociales.
- Efectos sobre el medio ambiente. Se deberá evitar exacerbar los factores que provocan el cambio climático, se actuará preservando la biodiversidad, y se hará un uso racional de los recursos disponibles, fomentando el reciclaje y la reutilización, evitando, en lo posible, la obsolescencia programada. Así, por ejemplo, Los proyectos de construcción deben integrar de forma explícita la variable de sostenibilidad desde su concepción, de modo que la sostenibilidad no sea un añadido sino un principio rector que obligue a repensar materiales, procesos y criterios de eficiencia a lo largo de todo el ciclo de vida de una infraestructura.

Por consiguiente, el ingeniero precisa una educación ética específica que le prepare para el ejercicio de su profesión, donde tiene que tomar decisiones de una naturaleza distinta a las de la vida diaria. En su proceso de formación, el ingeniero debe analizar casos concretos que presenten dilemas de carácter ético en la vida profesional, y aprender de qué recursos, técnicos y legales, puede disponer para adoptar las medidas adecuadas.

La complejidad de las situaciones que se le pueden plantear a los ingenieros es patente en dos casos ejemplo cercanos y actuales.

## a) Contrataciones públicas.

La contratación pública, las infraestructuras y la financiación de los partidos se consideran sectores con un riesgo elevado de corrupción. En la contratación pública los ingenieros pueden estar implicados tanto en la preparación de ofertas como en su adjudicación. Los ingenieros, en las administraciones públicas y en las empresas, pueden verse involucrados activamente en tramas de corrupción, y tener que enfrentarse al dilema de colaborar con ventajas para su progreso profesional, o negarse y condenarse al ostracismo profesional.

El aumento de los controles, la detección temprana de anomalías, la protección garantizada a los denunciantes y a los que se niegan a colaborar, la protección a los damnificados por prácticas corruptas, la penalización efectiva y eficaz de los miembros activos y la creación de una cultura de denuncia y bloqueo de malas prácticas son temas que se deben analizar en el proceso de formación ética.

## b) Algoritmos de aplicación de políticas públicas.

La IA está cada vez más presente en los procesos de decisión que influyen directamente sobre nuestros derechos y el acceso a recursos públicos. Se ha debatido durante mucho tiempo sobre los riesgos de la opacidad de estos algoritmos y se han propuesto soluciones para una IA pública transparente y responsable. Como ejemplo, desde la sociedad civil la Fundación Civio se ha dedicado a analizar y combatir el uso de algoritmos públicos con errores y sesgos que afectan a ciudadanos en situación vulnerable. Así, se han detectado anomalías en el programa informático BOSCO, la herramienta que la Administración creó y puso a disposición de las empresas eléctricas para gestionar el bono social, que resultó que dejaba fuera a personas que cumplían todos los requisitos para recibir dicho bono. Tras años de litigio, hace un mes el Tribunal Supremo ha resuelto que el Gobierno deberá dar acceso al código fuente de BOSCO, y ha establecido en la sentencia que “El derecho de acceso a la información pública adquiere especial relevancia ante los riesgos que entraña el uso de las nuevas tecnologías en el ejercicio de las potestades públicas o la prestación de servicios públicos ... especialmente cuando tienen por objeto el reconocimiento de derechos sociales”.

Otro caso es el del algoritmo obsoleto que utilizan las prisiones españolas, sin actualizar desde 1993, que ha influido en más de 200 re-

soluciones judiciales sobre permisos de salida en un año, clasificando a presos extranjeros sin arraigo como de “riesgo elevado” sin otras consideraciones. La Policía Nacional ha dejado de usar Veripol, su IA de análisis de denuncias, por “carecer de validez en procedimientos judiciales”.

En nuestra Academia se ha creado un Grupo de Trabajo específico para analizar y emitir recomendaciones sobre el impacto de la IA en la educación en ingeniería. En España el Ministerio de Educación apuesta claramente por la inclusión de inteligencia artificial en la educación, declarando por una parte que es crucial redefinir el rol del docente como un facilitador del aprendizaje apoyado por la tecnología, y al mismo tiempo reclamando que habrá que establecer marcos éticos claros que respalden su desarrollo e implementación.<sup>19</sup>

La situación en otros países por lo que respecta a la necesidad de integrar la formación ética, la ingeniería para el desarrollo sostenible y las tecnologías que surgen de responder a las necesidades de las personas en los planes de estudios de las carreras técnicas es muy diversa. Mientras asociaciones tan prestigiosas como ACM e IEEE incluyen una unidad de conocimiento sobre “Sociedad, Ética y Profesionalismo (SEP)” en sus directrices curriculares, en España los temas relacionados con las bases éticas de la profesión aparecen raramente en los estudios de ingeniería.

Finalmente, creo que hay un factor que aún no hemos tomado suficientemente en cuenta cuando contamos lo que hacen los ingenieros: la ambición moral.

## LA INGENIERÍA CON PROPÓSITO SOCIAL

Una motivación adicional de la profesión de ingeniero –por supuesto, tanto si es mujer (tal vez en mayor medida, según la información disponible que ya he comentado) u hombre– es percibir de forma directa la utilidad de su trabajo en el área tecnológica de preferencia de cada cual, en especial si esa utilidad se refiere a mejorar la calidad de vida de las personas.

El miércoles de la semana pasada se publicó en España el libro “Ambición moral”, del historiador y periodista holandés Rutger Bregman, que ya en la portada pone como segundo título “Deja de malgastar tu

<sup>19</sup> <https://www.educacionfpydeportes.gob.es/biblioteca-central/blog/2023/julio/inteligencia-artificial-y-educacion-ii.html>

talento y comienza a cambiar el mundo". El libro nos invita a repensar nuestros objetivos profesionales. ¿Por qué conformarnos con empleos que no generan un impacto positivo en el mundo? La ambición moral, según Bregman, es la voluntad de destacar, pero con una nueva concepción de la ambición: poner nuestro talento al servicio de los grandes retos de la humanidad, ya sea el cambio climático, la corrupción, las grandes desigualdades sociales, o prevenir la próxima pandemia. Es el deseo de influir positivamente y dejar un legado con verdadero sentido.

Alrededor del libro se ha creado una comunidad con el nombre de "Moral ambition" que ya cuenta con más de 16.000 personas en 130 países que buscan construir una carrera profesional con propósito social.

Este mensaje podría resonar en los individuos de las nuevas generaciones que son atraídos por la tecnología, pero que también buscan un propósito social en el futuro ejercicio de su profesión. La ingeniería les permite combinar ambos objetivos. Para llegar a estas personas será necesario visibilizar mejor el impacto de la ingeniería en la sociedad y así conectar mejor la profesión con los valores y aspiraciones de las nuevas generaciones.

Creo que esto se explica mejor con ejemplos y no nos tenemos que ir lejos para encontrarlos. Voy a citar una mínima muestra de las contribuciones de compañeros de la Academia que me han parecido representativos de lo que quiero exponer.

Un caso particular, pero de enorme importancia, en la aplicación de la ambición moral en el ámbito de la ingeniería es trabajar por la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

### **La ingeniería al servicio de las poblaciones desfavorecidas y vulnerables**

En su discurso "Elegimos ir a la Luna" en 1962, el Presidente Kennedy planteó un gran reto tecnológico y dijo: "Elegimos ir a la Luna en esta década ... no porque sea fácil, sino porque es difícil; porque esa meta servirá para organizar y poner a prueba lo mejor de nuestras energías y capacidades; porque ese desafío es uno que estamos dispuestos a aceptar, que no estamos dispuestos a aplazar y que tenemos la intención de ganar. ... Porque la ciencia espacial, como la ciencia nuclear y toda tecnología, no tiene conciencia propia. Que se convierta en una fuerza para el bien o para el mal depende del ser humano."

Tenemos hoy retos tecnológicos tan difíciles como lo era en 1962 el llevar una persona a la Luna. Se consiguió en 1969, siete años más tarde,

y Kennedy no pudo verlo. Hoy, entre los mayores retos actuales de la humanidad es conseguir cumplir los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible, los ODS, que la Organización de las Naciones Unidas, tras un ambicioso sondeo a escala planetaria, estableció en el año 2015 como metas globales para paliar la desigualdad en la distribución de los beneficios que el desarrollo económico, tecnológico y social proporcionan y atender a las necesidades básicas de todos, sin excluir a nadie. Hoy en día, menos de una quinta parte de las 169 metas de los ODS están en camino de ser alcanzadas para 2030 y un 18% de estas metas están retrocediendo en lugar de avanzar.

Un análisis detallado de los ODS, que no tengo tiempo de desarrollar aquí, muestra cómo las diversas ramas de la ingeniería están directamente involucradas en la realización de estos objetivos: alimentación, agua potable, saneamiento, educación, energía, respuesta a los desastres naturales, construcción de infraestructuras resilientes, etc.<sup>20</sup>

Por tanto, uno de los grandes retos de la ingeniería de nuestro siglo es el de crear y construir las tecnologías e infraestructuras que permitan que toda la población mundial viva lejos de la pobreza y de manera acorde con los estándares de vida decente (DLS), que recientemente han sido establecidos y cuantificados.<sup>21</sup> Todo ello es técnicamente posible, además de ser un imperativo ético a todos los niveles, local, regional y global.

Los campos de aplicación están definidos por los propios ODS. Cumplir cada uno de estos objetivos requiere un gran esfuerzo y las soluciones tecnológicas y el trabajo de los ingenieros tiene que ser una parte esencial de la tarea a realizar, junto con la voluntad política y la financiación.

Una iniciativa, aún incipiente, de la Academia de Ingeniería es el proyecto “Ingeniería y Desarrollo Sostenible”, cuyo objetivo es crear y

<sup>20</sup> UNESCO, “Engineering for sustainable development: delivering on the Sustainable Development Goals”. El informe destaca el papel crucial de la ingeniería en la consecución de cada uno de los 17 ODS. Muestra cómo la igualdad de oportunidades para todos es clave para garantizar una profesión inclusiva y equilibrada en cuanto al género, que pueda responder mejor a la escasez de ingenieros para la implementación de los ODS. Ofrece una visión general de las innovaciones en ingeniería que están dando forma a nuestro mundo, especialmente las tecnologías emergentes como el big data y la inteligencia artificial, que son cruciales para abordar los retos apremiantes a los que se enfrentan la humanidad y el planeta. <https://www.unesco.org/en/articles/engineering-sustainable-development-delivering-sustainable-development-goals>.

<sup>21</sup> Los Estándares de Vida Decente son un marco conceptual que propone definir los requisitos materiales mínimos universales que permiten a las personas alcanzar un nivel de bienestar básico y participar en la sociedad en condiciones de dignidad. [https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6013539/?utm\\_source=chatgpt.com](https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6013539/?utm_source=chatgpt.com)

hacer crecer una plataforma digital en la que muchas personas, en distintas fases de su vida, puedan encontrar y compartir conocimientos, recursos y experiencias sobre cómo llevar a cabo la ingeniería con propósito social y específicamente para cumplir los ODS.

Un ejemplo en el que se pone claramente de manifiesto la necesidad de la creatividad de los ingenieros y la capacidad de adaptación de la tecnología es en el cumplimiento de los ODS en las comunidades rurales aisladas (CRA). Una parte importante de la población mundial víctima de la pobreza se concentra en comunidades rurales que viven aisladas física, política y administrativamente del mundo desarrollado y que carecen de servicios esenciales para la calidad de vida, como son el agua potable, las formas modernas de servicios energéticos o las tecnologías de información y comunicaciones, y desconocen técnicas eficientes de desarrollo agrícola y forestal o para mejorar la habitabilidad.

Las CRA presentan un especial desafío para la tecnología, pues la diversidad de los entornos, la escasez de medios materiales y económicos y la dificultad de garantizar la sostenibilidad dificultan el acertar con las tecnologías más apropiadas para satisfacer las necesidades de agua potable y servicios sanitarios, alimentación, energía, comunicaciones, etc.

En el año 2011 la RAI publicó un estudio sobre las “Tecnologías para el desarrollo humano de las comunidades rurales aisladas”<sup>22</sup> para poner de manifiesto la existencia de iniciativas que ayudan a impulsar nuevas formas de desarrollo en las comunidades y pequeños núcleos rurales que carecen de servicios esenciales y la necesidad de promover muchas más.

Los capítulos de este estudio examinaron las aportaciones de las distintas tecnologías en la mitigación de las distintas carencias que sufren las CRA.

Contribuir al desarrollo humano de las poblaciones más vulnerables, dando respuesta a los 2.100 millones de personas que no pueden beber agua potable, los 1.500 millones que no tienen saneamiento elemental en su vivienda o los 750 millones que no tienen electricidad, es una labor urgente, en la que la ingeniería tiene reservado un papel protagonista.

Ser una parte del colectivo de ingenieros que contribuyan a cumplir los ODS en las diferentes disciplinas debe ser un objetivo ilusio-

---

<sup>22</sup> <https://www.raing.es/libro/tecnologias-para-el-desarrollo-humano-de-las-comunidades-rurales-aisladas/>

nante para los jóvenes con las aptitudes necesarias para dedicarse a la ingeniería.

## PARA ACABAR

El libro de ficción “El ministerio para el futuro” escrito por Kim Stanley Robinson en el año 2021, parte de una supuesta catástrofe en la India derivada del cambio climático, que conduce a la creación de una agencia internacional denominada “El ministerio para el futuro” cuya misión es diseñar e implantar políticas consistentes con el principio de dar el mismo valor a los derechos de las generaciones futuras que a los derechos de la generación actual. En el libro –bien documentado y que describe una plausible realidad hipotética– la agencia se toma su misión en serio y adopta un conjunto de drásticas medidas económicas, legales, políticas, sociales y tecnológicas. Estas últimas –a una escala realista, pero difícil de imaginar– incluyen la estabilización del hielo antártico, radicales innovaciones en el transporte, despliegue masivo de generación solar y eólica, así como almacenamiento, agricultura de carbono y regenerativa, creación de grandes reservas y corredores ecológicos, y ciudades resilientes al calor, entre otras, todo ello acompañado por la correspondiente logística y adecuados instrumentos financieros y medidas sociales, diseñados con la mentalidad de ingeniería de sistemas.

Es impresionante observar, según se desarrolla la trama del libro con un final feliz, el rol fundamental que ha de tener la ingeniería en rescatar a la humanidad de la crítica situación a la que el mal uso de la tecnología –entre otros factores– nos ha conducido. No soy tan ingenuo como para creer que sólo la ingeniería puede cambiar el mundo. Pero sí creo que podemos ilusionar a las nuevas generaciones con el papel esencial que los ingenieros han de tener en frenar el cambio climático, controlar y utilizar sabiamente la inteligencia artificial y construir un mundo más equitativo.



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE CIENCIA, INNOVACIÓN  
Y UNIVERSIDADES