

DISCURSO DEL NUEVO DOCTOR HONORIS CAUSA D. JAVIER ARACIL SANTONJA

Señora Rectora,
Señoras y señores,

Resulta superfluo decirles la satisfacción que me produce encontrarme aquí para recibir el nombramiento que tan generosamente me ha otorgado esta querida Universidad de Málaga, y debo expresar mi más profundo y especial agradecimiento a la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, representada aquí por su Director, el profesor Jesús Fernández Lozano, también al anterior Director, profesor Ramón Fernández Fera, durante cuyo mandato se propuso mi investidura, y al padrino de este Acto, el profesor Alfonso García Cerezo, que también ha dirigido la Escuela hace unos años.

Voy a dedicar el tiempo que se me ha concedido a pronunciar una loa a la técnica y al mundo artificial.

Una Escuela de ingenieros en Málaga

Para empezar me voy a permitir unas breves palabras sobre esa Escuela. Pero antes tengo que recordar la figura del ilustrado malagueño Juan López de Peñalver, insigne ingeniero y publicista, que fue fundador y director del Conservatorio de Artes y Oficios de Madrid, en 1825, centro que luego se convertiría en el Real Instituto Industrial, en el que a partir de 1850 se empieza a impartir el título de ingeniero industrial. Volviendo a Málaga, aquí se produce en el siglo XIX uno de las coyunturas promotoras de la industrialización de España, que comparten tanto el sur como el norte del país. En el caso del sur es en gran medida esta ciudad la que lleva el estandarte, acompañada de Sevilla. Aquí se levantan los primeros altos hornos de España y sólo una lamentable política industrial impidió que esos pasos precursores se estabilizasen y progresasen en tiempos posteriores. En Málaga estuvieron los Loring, que se ocuparon de finanzas, los Heredia, grandes ferreteros y metalúrgicos, de los primeros de España en aquel tiempo, y los Larios, precursores de la industria textil en todo el país. Por eso hubiese sido lógico que cuando en 1850 se crearon las primeras Escuelas Superiores Industriales, Málaga hubiese estado entre ellas. Pero no fue así y hasta 1990 no se creó una Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales en Málaga (ya sé que está de moda, incluso que ha pasado a ser la denominación oficial, llamarlas Escuelas de Ingeniería, pero yo ya soy muy mayor para esos cambios y además pienso que puestos a cambiar habría que empezar por hacerlo con otras cosas y no sólo con las palabras). Hoy la Escuela ha entrado ya en el período de madurez y está teniendo un papel fundamental en la formación de ingenieros para la creciente actividad industrial en esta ciudad y su entorno, y además ha cerrado el ciclo de consolidación de un centro universitario. Prueba de ello es que uno de sus propios titulados desempeña la Dirección del centro.

Algunos trazos de mi evolución académica

Cuando uno ya ha alcanzado una cierta edad actos como éste le invitan a dejarse llevar por las evocaciones. Por eso, antes de seguir adelante, permítanme que dedique unos minutos a los inicios de mi vida académica.

Y así parece pertinente que responda a la pregunta de por qué estudié para ingeniero. El instituto en el que cursé el bachillerato, el de mi pueblo natal de Alcoy, era un centro magnífico en los años 50 del siglo pasado, y en él, supongo que como en todos los de su tiempo, había adquirido carta de naturaleza que todo buen estudiante debía ir a una Escuela de ingenieros — preferentemente de Caminos, aunque las demás también valían —. Era una España pobre y exhausta tras una devastadora guerra civil en la que esa carrera resultaba una vía de promoción social a un nivel de vida envidiable por las entonces menesterosas clases medias. Además, esas Escuelas poseían un indudable prestigio, si no por la calidad de las enseñanzas que impartían, al menos por la extrema dificultad de su ingreso. Todo ello ejercía un indudable atractivo para el estudiante aplicado y aunque llegué a tener los formularios para matricularme bien en la facultad de física o bien en la de matemáticas, disciplinas ambas que entonces me seducían, al final pudieron más los duendes inconscientes que me animaban a aceptar el reto, y acabé estudiando para ingeniero industrial.

Tengo, sin embargo, que reconocer que estudié la carrera sin aspirar a ejercerla de un modo convencional. Mi vocación, si de ello se puede hablar, estaba en el mundo de los libros, de eso que pomposamente llamamos la investigación y la vida intelectual, lejos de los afanes del ejercicio profesional de un ingeniero como corrientemente se entiende.

Durante la carrera fui sorteando con mayor o menor fortuna los escollos con los que me encontraba, y a la hora de escoger especialidad me incliné por la electricidad, porque de ella formaba parte lo que yo entonces suponía que estaba en la vanguardia de la ingeniería: la automática. En esa embrionaria rama ingenieril se vislumbraban inmensas posibilidades de investigación asociadas a las profundas transformaciones que de su mano se esperaba que se produjeran.

En esta deriva tuvo una especial influencia la lectura del libro *Cybernetics*, de Norbert Wiener, obra un tanto abstrusa y difícil, pero que pertenece a esa clase de libros enigmáticos que tienen la extraña propiedad de cautivar desde las primeras páginas y estar plenos de sugerencias e invitaciones a desentrañar un mundo insólito y prometedor. En él descubrí la ubicuidad de la estructura de realimentación que juega un papel central en la automática. Y también en la imagen científica del mundo que ha contribuido a cimentar el concepto de información, la nueva primitiva que aporta el siglo XX para esa misma imagen. Hasta entonces se pretendía que la imagen científica del mundo estuviese sustentada únicamente en la materia y la energía.

El caso es que al terminar mis estudios, en 1965, me incorporé al cuerpo docente de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Madrid con la pretensión, entonces inédita, de realizar una tesis doctoral en ingeniería e iniciar así una vida académica convencional en la enseñanza técnica superior. Debo recordar que en aquellos años se estaba poniendo en marcha la Ley de Enseñanzas Técnicas de 1957 que establecía, por primera vez, la creación del título de Doctor Ingeniero. De hecho, por distintas circunstancias, quiso la ventura que mi tesis fuese la primera que se leyera en esa Escuela, lo que sucedió en 1969.

Superada la prueba de la tesis, y siguiendo la ruta habitual en aquellos años para una vida académica, me trasladé a “provincias”, como se decía entonces, a la recién creada Escuela de Sevilla. Es cierto que esa ruta solía terminar con un regreso a Madrid, y ocasiones no me han faltado para ello, pero el haber participado en la génesis y posterior transformación de la Escuela sevillana, y por ello haber podido ejercer cierta influencia en ese centro, hicieron que entre ella y yo se crease un lazo que el tiempo no ha logrado deshacer.

En efecto, a los pocos años de incorporarme a Sevilla, la circunstancia de ser el único Catedrático Numerario de la Escuela determinó que tuviese que hacerme cargo de su Dirección. Como apuntaba antes, yo pretendía hacer una carrera académica centrada en la investigación, y en la que no faltasen largas estancias en el extranjero. Pero la Dirección de la Escuela tuvo profundas consecuencias para esa carrera académica que resultó seriamente afectada aunque, por otra parte, me permitió participar activamente, como acabo de recordar, en una Escuela que está teniendo una singular influencia en el presente industrial sevillano, y aun andaluz. Acaso mi contribución a esa Escuela, y a través de ella a otras de la Comunidad, como ésta que me distingue con tanta esplendidez, sea la parte de mi obra de la que pueda sentirme más orgulloso y satisfecho.

Una consecuencia colateral de todo ello fue que yo que, como ya he dicho, tenía una idea poco convencional de lo que quería hacer con mi vida profesional de ingeniero, al verme Director de un centro para “producirlos”, por decirlo así, me vi obligado a reflexionar sobre esa acreditada profesión, aunque no del todo bien conocida. A la imperiosa exigencia de esa reflexión contribuyó además el hecho de que la Escuela se estaba incorporando a una Universidad de las entonces llamadas literarias, en donde no era bien entendida la idiosincrasia de esos profesionales, lo que obligaba a los que llevábamos su enseñanza a tener que elaborar un planteamiento intelectual que respaldase los rasgos propios de los ingenieros que, por decir algo, distan de ser meros científicos aplicados, como algunos pretendían. Por otra parte, se vivía la frustración de que las autoridades políticas de la Junta de Andalucía no entendiesen la necesidad de crear una Universidad Politécnica, como estaban haciendo otras comunidades más consecuentes con la pujanza de la técnica en el mundo moderno —lo que, por cierto, aún es el caso—.

A los miembros de la Universidad de Sevilla que cuestionaron el carácter específico de la ingeniería debo agradecerles que me hicieran comprender la necesidad de elaborar y disponer de un cuerpo de doctrina que sustentase esa

especificidad. Sin su estimulante provocación acaso no estaría ahora entonando esta loa a la técnica y al mundo artificial. Me hicieron comprender que el buen paño en el arca no se vende. Y así me he visto embarcado en una línea de pensamiento que ha ocupado gran parte de mi reflexión especulativa y desde hace unos años la ocupa de lleno.

Pero a pesar de ello no abandoné, ni mucho menos, mi trabajo de investigación en cuestiones relacionadas con la automática. Herencia de los tiempos de mi tesis doctoral, he tenido una especial sensibilidad hacia el comportamiento y control de sistemas dinámicos no lineales, en particular a la rica y desbordante riqueza de comportamiento de estos sistemas que presentan sutiles bifurcaciones que permiten modelar incluso el cambio cualitativo, y que mediante conceptos como el de caos cuestionan la posibilidad de previsión a largo plazo en sistemas cuyos mecanismos matemáticos subyacentes conocemos bien. También me he ocupado de sistemas de los que se tiene un conocimiento impreciso, mediante lo que se ha denominado lógica borrosa. En este orden de cosas he colaborado en publicaciones con Alfonso García Cerezo, que hoy me distingue con su apadrinamiento en este Acto entrañable.

Por otra parte, además de trabajos puramente académicos, que sólo producen conocimiento y publicaciones, he participado en proyectos de colaboración con empresas, lo que me ha proporcionado una experiencia de primera mano del complejo mundo industrial, lo cual resulta indispensable para cimentar la enseñanza de la ingeniería.

Todo ello me está permitiendo tener algunas respuestas sobre qué son los ingenieros y cuál la especificidad que los distingue de otras profesiones con las que comparten algunos conocimientos.¹

Pero ya he consumido demasiado del tiempo que se me ha asignado y aún no he tratado, más que indirectamente, lo que anunciaba que pretendía hacer. Allá voy.

Mundo artificial y técnica

En el mundo civilizado, si miramos a nuestro entorno todo lo que vemos en nuestra vida cotidiana es producto de la mano del hombre. E incluso si nos desplazamos a una casa de campo, al asomarnos por una ventana veremos campos cultivados, plantaciones, bosques repoblados, también resultado de la intervención humana. Todas las plantas de cultivo que están en la base de nuestra alimentación son producto de la selección artificial inducida por la mano

¹ Pueden verse: Javier Aracil, “¿Es la ingeniería meramente ciencia aplicada?”, *Ingeniería y Pensamiento*, Fundación El Monte, Sevilla, 2006, pp. 145–166; *Fundamentos, método e historia de la ingeniería. Una mirada al mundo de los ingenieros*, Editorial Síntesis, 2010; *Los orígenes de la ingeniería. Esbozo de la historia de una profesión*. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla, Sevilla, 2011; *En busca de la utilidad. La larga marcha del Homo faber*. Real Academia de Ingeniería, Madrid, 2012.

del hombre, desde los albores de la civilización. Ninguna de ellas es natural, en el sentido de persistir autónomamente en la naturaleza, sin el ineludible y laborioso celo humano.

Lo anterior nos lleva al núcleo de este discurso: el hombre actual lo es en la medida en que ha alterado el mundo natural en su propio beneficio, pues no hay nada más *natural* para el ser humano que modificar en su provecho el inhóspito mundo de la naturaleza silvestre y crear otro más acogedor: el artificial. Eso es, precisamente, lo que define la actuación técnica, a la que, por ello, cabe considerar la espina dorsal de nuestra civilización, en la medida en que los hombres vivimos entre artificios con los que manipular y controlar los procesos naturales a nuestra conveniencia (permítanme una locución latina que acaso peque de pretenciosa: *ars vincit omnia*).

Pretender prescindir de la técnica es, en el sentido más estricto, actuar *contra natura*; pues sólo en el mundo artificial puede desenvolverse nuestra especie tal como hemos llegado a ser hoy. En todo caso, la cuestión estribaría en cómo usar de la técnica más consistentemente con nuestra propia perpetuación; cómo ser más eficientes en el uso de los limitados recursos disponibles; cómo hacer que la transformación que la técnica está provocando en el mundo permita a nuestra especie mejorar sus posibilidades de pervivencia —sea lo que sea lo que de ello resulte—. Al fin y al cabo, la técnica está siendo el elemento crucial en la conformación de nuestro mundo y lo será de nuestro futuro. Viene a colación una cita de Fernando Savater, quien ha escrito:

La técnica es nuestra empresa más definitivamente humana [...] configura la relación polémica específicamente humana entre 'libertad' y 'destino', [...] y ofrece [...] un conjunto de prótesis libremente elegidas e inventadas para resistirse al menos parcialmente a nuestro destino.

Lo anterior nos lleva a preguntarnos: ¿entonces qué es lo que define más significativamente a nuestra especie, el saber o el haber construido el mundo artificial? ¿Qué denominación sería más apropiada: *Homo sapiens* u *Homo faber*? Después de un debate que tuvo lugar en la segunda mitad del siglo XVIII, se impuso la primera denominación, pues partía de un hombre de ciencia, Karl von Linneo, quien arrojó el ascua a su sardina. De este modo la adopción de *Homo sapiens* fue sancionada por alguien que era a la vez juez y parte. La otra fue defendida por gentes como Benjamín Franklin, con el que nos identificamos mejor los ingenieros.

Así pues, la técnica es indisociable del hombre, y apenas aparece sobre la Tierra el género *Homo* empieza a dejar un rastro de restos líticos que permiten a los antropólogos, en la actualidad, caracterizar al propio género. Desde entonces hasta nuestros días el desarrollo de la técnica es inseparable de la evolución y progreso del hombre. Por eso resulta tan sorprendente oír a menudo decir que hay que humanizar la técnica: ¡si es precisamente con su concurso y bajo su influjo como nos hemos hecho humanos! Pero, sin embargo, una parte significativa del mundo del pensamiento y de las ideas no parece haberse interesado, con la intensidad que requiere, en lo que es la

técnica; no haciendo justicia al papel fundamental que juega esta forma de quehacer en la vida de cada uno de nosotros y de la propia civilización.

El origen de la técnica y con ella de la ingeniería se encuentra en la reconducción de fenómenos naturales para alcanzar un determinado objetivo, lo que en cada época histórica se ha hecho con el mejor conocimiento del que se disponía de esos fenómenos; esta es la razón por la que la ingeniería comparte conocimientos con la ciencia natural. Es claro que la ciencia puede suministrar una mejor comprensión de esos fenómenos, por lo que la ciencia puede ser *necesaria* para la ingeniería, pero nunca es *suficiente*; este es un punto central en la argumentación sobre las relaciones entre ingeniería y ciencia. El lapso que media entre la una y la otra lo rellena precisamente el arte del ingeniero.

Ya en su *Ética a Nicómaco*, Aristóteles delimita de forma preclara la dicotomía entre la técnica y la ciencia: "el carpintero y el geómetra buscan de distinta manera el ángulo recto: el uno en la medida que es útil para su obra; el otro busca qué es y qué propiedades tiene, pues es contemplador de la verdad". Desde entonces los científicos, y también los filósofos, han hecho causa común con el geómetra de Aristóteles; mientras que los ingenieros la han hecho con el carpintero. En todo caso, para la formación del mundo artificial es primordial el arte del ingeniero, la clarividencia para concebir y producir cosas útiles originales, que no son una mera aplicación del conocimiento científico disponible, aunque se auxilien de él. La genialidad del ingeniero consiste en ver utilidad en lo que para otros pasa desapercibido, y plasmarla en realizaciones prácticas. Y así, el ingeniero contempla la naturaleza como una fuente potencial de recursos para beneficio del ser humano, que ha demostrado estar especialmente dotado para sacar provecho de ella.

La ingeniería es la forma más elaborada de la técnica, como se desprende de lo que se está viendo. Las obras de ingeniería son el resultado de la ingeniosa orquestación de determinados fenómenos naturales debidamente manipulados y reconducidos; están formadas por una sucesión de fenómenos entrelazados de forma conveniente, y que podrían hacerlo de otras mil formas diferentes, pero el ingeniero es el que consigue que lo hagan de forma pertinente para conseguir los objetivos utilitarios que persigue.

La ingeniería de control y la realimentación

La rama de la ingeniería que yo he cultivado es la automática y en ella el concepto fundamental es el que ya he mencionado, la realimentación: el principio de actuación según el cual para actuar se procesa la información proveniente del resultado de las acciones pasadas, que se "vuelve a alimentar" —eso es precisamente lo que significa que se re-alimenta— al órgano de decisión, y allí esa información es procesada de nuevo para decidir las acciones futuras. La ubicuidad de la realimentación hace que la encontremos no sólo en las máquinas que proyectan los ingenieros, sino también en los sistemas autoorganizados, como son los seres vivos (en los procesos homeostáticos) y en los mismos sistemas sociales. Todos estos procesos

comparten ser islotes de entropía creciente, ya que se oponen temporalmente a la dramática homogenización que preconiza la segunda ley de la termodinámica.

De este modo, el concepto de realimentación, introducido por los ingenieros para la concepción de máquinas automatizadas --es decir, que ellas mismas controlan o gobiernan su comportamiento-- se ha convertido en un concepto capital para la propia comprensión del mundo, trascendiendo al dominio de la ingeniería en el que se había gestado. Se tiene así una ilustración de algo que se olvida con frecuencia: el ingeniero busca en primera instancia la utilidad, y es lo que hace cuando incorpora la realimentación a sus concepciones; y sólo en segunda instancia resulta que aporta un concepto cuya relevancia para la comprensión del mundo es indiscutible. Sin embargo, con el científico ocurre lo contrario: primero trata de saber, de saciar la curiosidad; y luego, en segundo lugar, tanto en la motivación como en el tiempo, busca posibles aplicaciones a ese conocimiento. Es lo que marca la diferencia radical entre ingenieros y científicos. Al fin y al cabo, esa forma de actuación del científico es lo que se conoce como hacer ciencia aplicada, que es algo bien diferente de la ingeniería.

La técnica moderna ha alcanzado tal desarrollo que no es extraño que tengamos la sensación o el temor de que nos haga más vulnerables, y por ello que nos esté dominando, o aún más subyugando, en la medida en que dependemos de ella hasta quedar reducidos a lo que los biólogos conocen como una especie de especialistas. Y es bien sabido que, en la evolución biológica, las especies especialistas tienen mayores problemas para sobrevivir ante una catástrofe que las generalistas (piensen en el colapso repentino de las infraestructuras, un supervirus informático, una guerra nuclear o una pandemia). Pero, al mismo tiempo, es indudable que nos dejamos seducir y cautivar por los logros de la técnica, que nos han permitido amplificar nuestras capacidades naturales hasta extremos insospechados.

En todo caso, reflexiones como las anteriores hacen inevitable el replantearse cuestiones cruciales como son: ¿el progreso soportado por la técnica conduce a un mundo mejor para todos? ¿O sólo para los más dotados? Al responder a esta cuestión no debe olvidarse que la evolución biológica ha primado desde siempre a estos últimos. Pero, ¿estamos seguros de que la especie humana ha superado esa restricción?

De todo lo anterior se desprende el papel capital que juega la ingeniería en nuestro mundo y, en consecuencia, la importancia que adquieren los centros, como el de Málaga, destinados a formar los futuros ingenieros. Estos centros deberían ser objeto de especial consideración y tratamiento. ¿Los profesionales que forman deben limitarse a ser competentes para aportar las soluciones técnicas sobre *cómo hacer* las cosas para las que han adquirido destreza? ¿O deben además estar preparados y disponer de la madurez suficiente para asumir la responsabilidad de *qué hacer* y qué no? Así, la función del ingeniero puede que comprenda también la exigente y elusiva tarea de anticipar los efectos de su trabajo para la vida en común, por lo que resulta

imposible evaluar la actividad técnica sin la consideración del contexto en el que se desenvuelve. Asimismo deberán contribuir a la recuperación, o más bien a la formación, de una cultura intelectual en la que lo técnico ocupe el lugar que le corresponde por su papel determinante en la aventura humana (en esto deben tomar buen ejemplo de los científicos). En todo ello tienen un reto ineludible las Escuelas de ingenieros, que serán juzgadas por la medida en que lo afronten y por la solución que logren darle.

Al calor de lo dicho con relación a la relevancia social de lo técnico, viene a cuento una cita del gran Valle-Inclán. Hacia el final de *Luces de bohemia*, el médico anarquista Basilio Soulinake le dice a la portera, con quien está discutiendo sobre si Max Estrella está muerto o no: "La democracia no excluye las categorías técnicas, ya usted lo sabe, señora portera". Pues eso.

Y nada más. Me siento profundamente honrado por la distinción que me otorga esta Universidad con la que quedo públicamente comprometido. Muchas gracias, pues, de nuevo a la Universidad de Málaga y a su Escuela de Ingenieros, y a todos ustedes por su asistencia y atención.