

Laudatio y réplica al discurso de ingreso del académico Alberto Sols Rodríguez-Candela

Laudatio pronunciado por D. Manfredo Monforte Moreno en contestación a D. Alberto Sols Rodríguez-Candela, con motivo de su ingreso como académico de número en la Academia de las Ciencias y las Artes Militares el día 11 de mayo de 2023.

Con su permiso, Sr. Presidente, mi General.

Señoras y Señores académicas y académicos, familia del protagonista de hoy, Mercedes, Alberto, Rafael y Martina, señoras y señores, buenas tardes.

En primer lugar, permítanme presentarme: soy Manfredo Monforte Moreno, secretario general de esta casa, el mismo que les solicitó poner sus teléfonos en silencio hace unos minutos. Les agradezco nuevamente que nos acompañen en este acto solemne de ingreso en la Academia de las Ciencias y las Artes Militares.

Tengo el privilegio de realizar la *Laudatio* y réplica del discurso de ingreso como académico de Alberto Sols Rodríguez Candela, lo que hago con satisfacción y agradecimiento.

Antes de conocer a Alberto, yo ya tenía dos libros de culto sobre ingeniería de sistemas y ambos eran suyos (de los seis que ha dedicado a la materia): *Fiabilidad, Mantenibilidad y Efectividad*, del año 2000, y *System Engineering*, de 2004. En breve compraré su nueva publicación *Inspiring your Audience: the Art and Science of Exceling at Communication*.

Conozco a Alberto desde que lanzamos una iniciativa para intercambiar ideas sobre ingeniería de sistemas (ISa3) basada en tres pilares: la administración, a la que representaba yo junto a mi equipo del INTA; la industria, con Juan Carlos Villaceros, Juan Escriña (no era el director general entonces) y Beatriz Gómez, de Santa Bárbara Sistemas; y la Universidad Europea, con Alberto como líder y alma de la iniciativa. Tengo que recordar aquí al bueno de Bernardo Delicado, por entonces en MBDA, hoy en INDRA y activo miembro de la comunidad de estudiosos de estos asuntos. Coincidimos en el tiempo con el nacimiento de la Asociación Española de Ingeniería de Sistemas (AEIS), un capítulo del *International Council*

on *System Engineering* (INCOSE), una de cuyas primeras acciones fue la organización, en la sede de la Real Academia de Ingeniería, de un seminario sobre el tema.

Con la amistad nació la complicidad y hace unos meses Alberto me brindó la oportunidad de dar una conferencia a los alumnos de su Universidad Europea, donde puse sobre la mesa y en positivo mis experiencias sobre la materia, guardándome para mí la frustración que me produce su general desconocimiento en España.

Por cierto, Alberto, hace unas semanas compré tu libro *Diccionario de Ingeniería de Sistemas* de 2022. No sé de dónde sacas el tiempo para todo lo que haces.

Como nos ha dicho en su discurso de ingreso, Alberto es ingeniero naval por la Politécnica de Madrid, Ingeniero de Sistemas por la Universidad de Virginia y Doctor en Ingeniería de Sistemas por el *Stevens Institute of Technology*. Sólo con esto, el valor lo tiene acreditado. Pero es que, además, confiesa que es un enamorado de la materia. Actualmente es decano de la escuela de Arquitectura, Ingeniería y Diseño de la Universidad Europea de Madrid, donde ha lanzado iniciativas de enorme calado e interés, como es el primer curso de posgrado en ingeniería de sistemas.

Alberto ha ejercido la docencia en Noruega, ha sido director del máster sobre Dirección Integral de Proyectos de la Universidad Pontificia Comillas de Madrid (ahí fuimos competencia, pues yo dirigía otro del mismo título en la Francisco de Vitoria) y además de la teoría, cuenta con experiencia profesional en la industria, pues fue consultor de Isdefe participando en proyectos como el Carro Leopard 2E, el Eurofighter y la Fragata F100. Pero no fue el programa de la fragata noruega lo que le llevó al país de los fiordos como pensaba yo. Se impartía allí un máster en ingeniería de sistemas por encargo de la industria local, con profesores del *Stevens Institute of Technology* americano. Su decano, que en su día había sido el director de la tesis doctoral de Alberto, le llamó para pedirle un importante favor, al que respondió que sí antes de saber lo que quería. Como dice él, «importa quién pide, no lo que se pide». Le dijo que en Kongsberg —una potente empresa noruega de defensa que toma su nombre del pueblo donde se ubica— estaban impartiendo un máster y que varias semanas al año daban una asignatura en semana completa. Debían abordar el módulo de *System Supportability and Logistics* y tenían un problema con el profesor que la iba a dar. Le pidió que fuera él, por lo que cogió una semana de vacaciones y se fue a Kongsberg. Confiesa que disfrutó la estancia, y debió ser recíproco, pues al poco le pidieron —esta vez los noruegos directamente— que volviera para otra asignatura, y después otra más y otra. Y así durante los siguientes ocho años.

Pero volvamos a lo importante: en 2019 Alberto ingresó como académico correspondiente de esta Academia, medalla 36 adscrita a la Sección de Prospectiva de la Tecnología Militar, donde ha demostrado iniciativa y compromiso.

Incansable viajante, confiesa que lo que le ha forjado en la vida fue su temprana dedicación al *Tae Kwon Do*, incorporando a su vida a través de esta disciplina el culto al esfuerzo, la humildad y el respeto. Es cinturón negro de varias modalidades de lucha oriental, por lo que trataré de no enfadarle ni provocarle durante esta mi intervención. Además, como buen ingeniero naval, le encanta la vela, lo que le permitió, como capitán de yate, navegar desde Noruega a Islandia un par de veces sin perderse e incluso doblar el Cabo de Hornos sin naufragar. Creo que sabe dónde encontrar la amura de estribor y secar la ropa al sol sobre los cabos de la arboladura.

Termino con esta *laudatio* citando sus referencias personales: su padre, Mercedes y sus hijos y las dos decisiones que han marcado su existencia: empezar con las artes marciales a los 17 años y marcharse a *Virginia Tech* a licenciarse en ingeniería de sistemas.

Dicho esto sobre el nuevo Académico de Número, permítame entrar en la réplica a su discurso de ingreso titulado: *Pensamiento sistémico: brújula y timón para entender y navegar la complejidad*.

Como navegante, Alberto destaca desde el principio en su disertación dos elementos esenciales del buen gobierno: la brújula para saber a dónde vamos y el timón para corregir el rumbo y llegar a buen puerto. Resalta además la complejidad de cuanto nos rodea, un concepto que sabe diferenciar de la complicación y que conlleva incertidumbre y, a menudo, sorpresas de la mano del comportamiento humano, muchas veces imprevisto cuando no errático e inexplicable.

Como ingeniero, empecé hace más de 30 años a interesarme por las metodologías de la dirección de proyectos como conjunto de prácticas que debía aplicar en mi actividad profesional y fomenté en lo que pude su conocimiento en el ejército y la industria. Poco a poco fui profundizando en el enfoque sistémico y la visión global de la que tantas veces me había hablado el general Torrón, una referencia en el cuerpo de ingenieros al que pertenezco y académico de la Real Academia de Ingeniería. Ambas metodologías, la dirección de proyectos y la ingeniería de sistemas, se complementan y coadyuvan al éxito de cualquier empresa humana, desde el desarrollo ágil de un vehículo ligero de operaciones especiales, proyecto que dirigí hace años por orden del entonces Jefe de Estado Mayor del Ejército, hoy nuestro presidente, al diseño y puesta en valor de un *rover* capaz de moverse por la superficie marciana de manera semiautónoma gracias a la inteligencia artificial y un diseño adaptado al entorno de operación.

Suelo explicar el enfoque sistémico a mis alumnos con un ejemplo: en una ocasión, una persona muy cercana a mí fue al oftalmólogo a una revisión rutinaria. Le recibí una doctora de prestigio, justificado ampliamente por su diagnóstico final. Tras el meticuloso examen del paciente, concluyó: «está todo bien, pero te recomiendo que visites al endocrino». Acertó, pues vio más allá de lo que suele ver un especialista; trató al paciente desde un enfoque sistémico y dedujo que podía haber un problema larvado y ajeno a su especialidad. Y tenía razón, había un problema de tiroides. Es lo que distingue entre el enfoque sistémico y una aproximación especializada y parcial.

Cualquier problema que se nos plantea resulta poliédrico y no tiene la solución única que nos gustaría a los ingenieros, algo para lo que fuimos entrenados durante los duros exámenes de resistencia de materiales o ecuaciones diferenciales. Pero no, en la vida las soluciones ni son únicas ni inmediatas. Como ha dicho Alberto, la incertidumbre es omnipresente en nuestro quehacer diario. Cualquier cambio en una variable produce un impacto cruzado sobre las demás, de manera que todo parece estar interrelacionado y en evolución. Como dice la sabiduría popular: «lo que es bueno para el hígado es malo para el riñón». No se puede decir mejor en pocas palabras.

El enfoque sistémico permite satisfacer cualquier necesidad social sin más que comprenderla y enunciar una solución equilibrada contemplando la cuestión de forma global, es decir, alejando el punto de vista para abordar un proceso estructurado y mejor informado. No es lo mismo ver Sevilla paseando por sus calles que apreciar la ciudad desde lo alto de la Giralda.

La ingeniería de sistemas nos enseña la importancia del detalle y la dificultad de definir con precisión la necesidad que se quiere satisfacer. Comprender el empleo que del sistema hará el usuario es tarea compleja y clave del éxito de cualquier desarrollo. En este sentido, lo simple y práctico es preferible a lo complejo y sofisticado. Permítanme que les ponga otro ejemplo:

En una jornada sobre la radio táctica PR4G desarrollada en la Jefatura de Apoyo Logístico de la Armada basé mi ponencia en la belleza de lo sencillo y la necesidad de no diseñar cosas hechas por ingenieros para ingenieros. Para escenificarlo, conté cómo durante unas maniobras me senté en un vehículo junto a un operador de aquella radio. Le pregunté si sabía manejarla; me dijo que algunas cosas sí, pero que si había algo complicado tendría que llamar al sargento especialista. Me dijo que había hecho dos cursos pero que sólo manejaba las funciones básicas. Luego le pregunté cuántos cursos había hecho para manejar el móvil que tenía en la mano. Me dijo que ninguno. Ustedes mismos pueden sacar las conclusiones. Terminé mi conferencia proyectando una fotografía de los mandos a distancia que

manejaba mi padre de 90 años para controlar la televisión, Movistar y el reproductor de CD donde escuchaba óperas mientras seguía en la pantalla un partido de fútbol, preferiblemente de su Levante. Mandos hechos por ingenieros para ingenieros combinados con los menús en pantalla para facilitar la vida del usuario... ya me entienden. Para los sistemas militares, la cosa se agrava cuando ingenieros civiles abordan el desarrollo de nuevo equipamiento sin comprender primero su utilidad, uso y limitaciones.

Alberto ha introducido con precisión académica el concepto de enfoque sistémico, lo que nos obliga a pensar en la sostenibilidad, la usabilidad y las consecuencias de nuestras decisiones, pero también a aprender a comprender antes de resolver. Muchos de los suspensos que me he visto obligado a poner durante mis más de 30 años de docencia se debieron a que el alumno no entendió el problema que se le planteaba. Y sin comprender, es difícil aprender y resolver.

Como decía Descartes, «No basta tener buen ingenio; lo principal es aplicarlo bien». Así, la ingeniería de sistemas requiere amplitud de ideas, saber escuchar, comprender, simplificar y cuando el objetivo ha quedado marcado, dar pequeños pasos hacia la solución, a sabiendas de que el camino está lleno de obstáculos, incertidumbre y riesgos. La vida nos enseña que nada es tan peligroso como una idea amplia en cerebros estrechos.

Decía Silvio Rodríguez en su canción *Parábola de los tres hermanos*, que de tres hermanos el más mayor salió al camino de la vida mirando fijamente al horizonte al que quería llegar. De tanto mirar a lo lejos, tropezó tantas veces que cayó rendido y nunca llegó a la meta. El segundo, sabedor de lo ocurrido a su hermano, caminó mirando al suelo para no tropezar... y no tropezó, pero acabó perdiéndose. Cuando el tercero salió de casa llevaba puesto un ojo en el horizonte y otro en el suelo. Tampoco llegó, pero alcanzó los paisajes más lejanos. En esto consiste la ingeniería de sistemas que con tanto acierto ha introducido Alberto: en llegar, como el tercer hermano, más lejos y mejor aplicando una visión amplia fijada simultáneamente en los detalles y en el objetivo final a partir de un planeamiento correcto que permita mejorar la vida de las sociedades y los individuos.

Hace mucho tiempo que los ingenieros dejaron el empirismo porque no es rentable tener que probar un puente para ver si se cae o se sostiene. Salvo excepciones, las pruebas son para confirmar, no para averiguar. La cuestión es que durante muchos años se ha arrastrado un empirismo recalcitrante, especialmente en los sistemas con alta presencia de software.

En la ingeniería de sistemas existe una dicotomía de difícil solución: por una parte, se gestan nuevos modelos que apuntan hacia una percepción del universo más humana y próxima al mundo real. Por otra, se desarrollan sistemas alejados de ese

mundo real sobre metaversos, simuladores e inteligencia artificial. Gracias a esa dicotomía, ya es posible validar los sistemas sin necesidad de probarlos. Continuar con el empirismo sería dilapidar recursos siempre escasos. El gemelo digital es un claro ejemplo de lo que acabo de enunciar.

Desde sus inicios, la ingeniería adoptó el modelo cartesiano según el cual la realidad física de un objeto y su comportamiento debe adaptarse a una forma matemática que conduce a la certeza absoluta sobre lo diseñado. Esta aproximación conceptual ha llevado a la división clásica del desarrollo en etapas: requisitos, análisis funcional, diseño y pruebas. Todo ello basado en la falsa idea de que en cada etapa debe conocerse con precisión el entregable obtenido, lo que nos llevaría al error de despreciar la existencia de la incertidumbre y los riesgos.

Normalmente la realidad supera al método, y en los complejos desarrollos actuales hay que saltarse la metodología muy a menudo; se consumen demasiados recursos para fijar requisitos imposibles de determinar desde el principio y que, en caso de fijarse, impiden incorporar soluciones innovadoras al producto final. Suponer que la incertidumbre es erradicable en el desarrollo sistémico es un grave error, especialmente en programas militares que se duran varios años e incluso lustros.

El tratamiento de la complejidad y la incertidumbre convierte a la ingeniería de sistemas en algo muy diferente a las disciplinas tradicionales de la ingeniería y hace que muchos eminentes profesionales no alcancen a comprender su verdadero impacto en los planteamientos técnicos.

De hecho, la incertidumbre presenta dos aspectos semánticos: vaguedad (imprecisión) y ambigüedad. El primer concepto se asocia con la indefinición, es decir, la dificultad de hacer distinciones precisas y delimitar el contorno del dominio; la ambigüedad, en cambio, se asocia con relaciones de uno a muchos y con situaciones donde la elección entre dos o más alternativas se deja sin especificar.

En ausencia de incertidumbre, mucha de ella originada por el ser humano, los problemas son simples, casi inexistentes, pues los sistemas son susceptibles de descomponerse según un árbol de configuración detallado y único, y cada elemento puede describirse como un conjunto de componentes conocidos. Las relaciones quedan tan claras como se desee y no se esperan eventos imprevistos o situaciones nuevas.

Cuando la incertidumbre entra en escena, la percepción del sistema se complica hasta límites insospechados; se oscurecen las relaciones causa-efecto, las prelacións, la jerarquía de los datos, la certeza de las funciones y la suma de las partes deja de ser el todo. La incertidumbre debilita por tanto los cimientos y la

eficacia de la técnica de división como herramienta de simplificación de los sistemas. El efecto holístico hace inútil dividir porque no se podrá volver a unir el todo.

Una técnica eficaz para simplificar la complejidad consiste en admitir o introducir incertidumbre en la solución. Es algo que las personas venimos haciendo desde que el hombre se puso en pie y que nos hace imposible determinar lo que se quiere sin pensar en cómo hacerlo, logrando inducir lo que se desea a través de las posibles soluciones.

Cuando la tarea central de un esfuerzo es crear un sistema, podemos aplicar normas técnicas, patrones y demás recursos repetitivos sin que ello suponga una merma en la actividad creativa; ello nos dará fortaleza y seguridad. Pero no sabremos el resultado hasta que lo construyamos y usemos, pues el esfuerzo por definir requisitos es asintótico: por mucho tiempo y esfuerzo que le dediquemos, cada nueva iteración mejorará el conjunto en menor medida que la anterior.

A mediados del siglo pasado la incertidumbre volvió a la ciencia y fue aceptada en áreas como la meteorología, la geología, la física (basta recordar el principio de Heisenberg o la paradoja del gato de Schödinger), la química, la psicología, la economía, la teoría de sistemas y, por supuesto, en todo lo militar.

Gestionar la incertidumbre es consustancial con la gestión de proyectos, la ingeniería de sistemas y el mando de las operaciones militares. Afortunadamente, hoy disponemos de metodologías para abordarla; tal vez la inteligencia artificial pueda ayudarnos en esta tarea.

Para finalizar esta réplica, como secretario general de esta corporación, le doy mi más calurosa bienvenida a Alberto Sols Rodríguez-Candela como académico de número en la sección de Prospectiva de la Tecnología Militar que preside el general de división de la Fuente Chacón, y me pongo a su entera disposición para lo que pueda requerir en el ejercicio de sus nuevas funciones. Termino adaptando para Alberto un poema mejicano que creo define su trayectoria con bastante acierto:

Alberto, en la vida si se gana ni se pierde, ni se fracasa ni se triunfa.

En la vida se aprende, se crece, se descubre, se escribe y se borra.

Y se reescribe otra vez, se hila y se deshila y se vuelve a hilar.

El día que comprendiste que lo único que te vas a llevar

es lo que vives, empezaste a vivir lo que te quieres llevar.

He dicho.