

Discurso pronunciado por Ignacio E. Grossmann con motivo de su investidura como *Doctor Honoris Causa* por la Universidad de Alicante

Primero que nada, quisiera agradecer al rector Dr. Manuel Palomar Sanz y al Claustro de la Universidad de Alicante la gran distinción de concederme el grado de Doctor Honoris Causa. Es de verdad un gran honor para mí el recibir este importante reconocimiento.

Quisiera agradecer también al Profesor José Antonio Caballero Suárez y al Profesor Juan Antonio Reyes-Labarta del Instituto Universitario de Ingeniería de Procesos Químicos junto a la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Alicante por promover mi investidura que hoy recibo con mucho gusto y con gran alegría.

Quisiera decir que para mí este nombramiento es también de especial significado por los lazos tanto familiares y profesionales que tengo con España. Tengo hoy el gran placer de contar con la presencia de mi esposa Blanca Espinal así como de sus familiares, cuatro de sus hermanas con sus respectivos esposos, y su sobrina con su compañera. Tengo también el placer de contar con la presencia de varios colegas de otras universidades. Les agradezco a todos ellos el que me acompañen en esta importante ceremonia.

Es una satisfacción para mí el recibir esta distinción como representante de la Ingeniería de Sistemas de Procesos. Para aquellos que no la conocen bien, esta es una rama de la Ingeniería Química que tiene que ver con el análisis y la optimización sistemática para la toma de decisiones, en el desarrollo, manufactura y distribución de productos químicos, así como el diseño de procesos químicos. La Ingeniería de Sistemas de Procesos es multidisciplinar en el sentido que está basada en conocimientos básicos de ingeniería química, complementados con análisis numérico, optimización matemática, teoría de control, y ciencias de la computación. Al mismo tiempo la Ingeniería de Sistemas de Procesos es un área que, junto con áreas como la termodinámica, fenómenos de transporte, operaciones de separación, catálisis e ingeniería de la reacción y biotecnología, han ayudado a definir el conocimiento básico y fundamental para la disciplina de la Ingeniería Química.

He tenido el gran placer de contar con estrechos lazos con el Dpto. de Ingeniería Química y el Instituto de Ingeniería de Procesos Químicos de la Universidad de Alicante. Estos lazos se remontan a principios de 1998 cuando tuve el placer de conocer al Profesor José Caballero que hizo una estancia en nuestro grupo en Carnegie Mellon con una beca Fullbright. Ese año fue muy provechoso ya que colaboramos en el área de modelos de optimización para destilación y en el área general de síntesis de procesos. En el año 2000 y posteriormente a fines del 2012 tuve el placer de contar con la visita del Profesor Juan Reyes Labarta con el cual colaboramos en las áreas de extracción líquido/líquido y planeación de producción de polímeros. En el 2012 tuve también el placer de contar con la visita del Profesor Rubén Ruiz y de la Profesora Raquel Salcedo, con los cuales colaboramos en el área de optimización de problemas dinámicos con variables discretas y continuas, y en el área de diseño óptimo de sistemas de tratamiento de aguas residuales. Más recientemente, en el 2017 tuvimos la visita de la estudiante de doctorado Alba Carrero con la que trabajamos en el área de planeación óptima para la gestión de agua en la producción de shale gas. Aparte de estas estancias en

Carnegie Mellon, hemos mantenido una estrecha colaboración a distancia, que de hecho también ha involucrado a otros investigadores como Natalia Quirante y Juan Javaloyes. La colaboración que he tenido con el grupo de la Universidad de Alicante ha sido muy fructífera, pues de hecho ha resultado en la producción de más de 40 artículos científicos que han sido publicados en revistas internacionales y que se han presentado en congresos en todo el mundo. La Universidad de Alicante y España se puede sentir muy orgullosas de contar con el Instituto de Ingeniería de Procesos Químicos dado su alto nivel científico, así como por su prestigio internacional que he podido corroborar personalmente.

Tengo que decir que en mis lazos con España he tenido la fortuna de colaborar con un número de investigadores de otras universidades. Entre ellos puedo mencionar a los profesores Inmaculada Ortiz, Ángel Irabien, Eugenio Bringas, Berta Galán y Javier Viguri de la Universidad de Cantabria, a los profesores Miguel Ángel Galán, Eva Martín del Valle y Mariano Martín de la Universidad de Salamanca, al profesor César de Prada de la Universidad de Valladolid, a los profesores Luis Puigjaner y Antonio Espuña de la Universidad Politécnica de Catalunya, a los profesores Gonzalo Guillén y Laureano Jiménez de la Universidad Rovira i Virgili, a los profesores Félix García Ochoa y Carlos Negro de la Complutense de Madrid y al profesor Laureano Escudero de la Universidad Rey Juan Carlos. Con todos estos colegas hemos trabajado conjuntamente en diversas áreas que incluyen diseño de redes de aguas residuales con membranas selectivas, diseño óptimo de biorefinerías, programación de producción de procesos batch, diseño óptimo de cadenas de suministro sostenibles y programación estocástica. Aquí también tengo que indicar que es evidente que España tiene un nivel de excelencia muy alto en los campos de la ingeniería química y de la investigación operativa, y por lo tanto puede estar muy orgullosa de ellos.

En cuanto a la labor y los logros que el Prof. Caballero ha indicado de mi carrera académica, creo que es muy importante reconocer aquellos maestros que han tenido un gran impacto en nuestras vidas, y en última instancia han marcado una diferencia en lo que hemos llegado a ser. Así que me gustaría agradecer a los que me proporcionaron los cimientos de mi formación como ingeniero químico. En primer lugar, en la Ciudad de México tuve la gran fortuna de tener como profesor en la Universidad Iberoamericana, al profesor Alejandro Purón de la Borbolla, que era en ese momento el mejor profesor de ingeniería química en México. Ciertamente puedo decir sin duda que lo que yo aprendí con él me proporcionó la base para el aprendizaje de por vida a lo largo de mi carrera profesional. También tuve la fortuna de hacer una tesis de licenciatura bajo la dirección del Maestro Julián Castellanos del Instituto Mexicano del Petróleo. Él me introdujo en la investigación de modelos matemáticos para sistemas de transferencia de calor y masa, particularmente a través de la solución de ecuaciones diferenciales con condiciones de contorno. En 1974, cuando fui al Imperial College en Londres, tuve la gran fortuna de ser asesorado en mi doctorado por el Profesor Roger Sargent, que es reconocido mundialmente como el pionero y líder intelectual del área de Ingeniería de Sistemas de Procesos. El Profesor Sargent me introdujo en el área de la optimización matemática, y fue un gran modelo de inspiración y un mentor que me enseñó a apuntar a los más altos estándares de calidad, de rigor y de excelencia en la investigación. Tengo también que mencionar a dos profesores en Carnegie Mellon que han tenido un gran impacto en mi carrera. Primero el Profesor Arthur Westerberg, uno de los pioneros de la Ingeniería de Sistemas de Procesos que me enseñó la importancia de la investigación multidisciplinar en la cual las interacciones con ciencias de la computación, matemáticas e investigación operativa han ayudado a enriquecer

las metodologías de diseño y optimización de la Ingeniería de Sistemas de Procesos. La segunda persona que ha tenido un gran impacto en mi carrera académica es el Profesor Egon Balas, de Investigación Operativa, que ha sido una gran fuente de inspiración en mi trabajo. En concreto, su trabajo de programación disyuntiva nos llevó a desarrollar un nuevo paradigma llamado Programación Generalizada Disyuntiva del cual estoy muy orgulloso, y que permite de forma única, formular y resolver modelos matemáticos de optimización con variables discretas y continuas.

En cuanto a mi propio trabajo académico de los últimos 40 años, tengo que agradecer y reconocer a mis estudiantes de doctorado y posdoctorado sin los cuales las contribuciones de investigación que el Profesor Caballero mencionó no habrían sido posibles. He sido muy afortunado de poder trabajar con estudiantes muy brillantes y muy motivados no solo de Estados Unidos sino de muchos países, incluyendo Grecia, España, Portugal, Alemania, Turquía, India, China, Argentina, Brasil, Chile, Colombia y México. Algunos de ellos se han incorporado a la academia a las universidades como Cornell, Minnesota, Wisconsin, Princeton, Illinois, Carnegie Mellon, Northwestern, Imperial College, y Texas A&M. Todos ellos han hecho contribuciones científicas importantes en el área de Ingeniería de Sistemas de Procesos. Pero he sido igualmente afortunado de tener estudiantes que se han incorporado a la industria donde han hecho también contribuciones importantes en empresas como ExxonMobil, Shell, Bayer, Dow Chemical, Praxair, e incluso en empresas de consultoría como McKinsey y hasta en Amazon. Ustedes se preguntarán por qué Amazon: resulta que el director de investigación de optimización logística en Amazon es Russ Allgor, nada menos que un ingeniero químico que hizo su doctorado en el MIT en el área de Ingeniería de Sistemas de Procesos, lo cual muestra claramente el alcance práctico que tiene esta área en otras áreas.

Por último, también quiero agradecer a mi esposa Blanca por su paciencia y apoyo en mi carrera académica. Sin ella yo no hubiera podido ser capaz de conseguir los logros profesionales de mi carrera académica. Yo simplemente no estaría hoy en frente de ustedes en esta importante ocasión si no fuera por ella. Muchísimas gracias Blanca. De verdad agradezco tu apoyo.

Con respecto a mi experiencia como académico durante 40 años quisiera compartir con las nuevas generaciones algunas reflexiones que espero puedan ser de utilidad. Creo que una de las lecciones más importantes que he aprendido es la importancia de tener una ilusión, o como dijera John Kennedy en una de sus famosas frases:

“Los problemas del mundo no se pueden resolver con los escépticos o cínicos cuyos horizontes están limitados por las realidades obvias. Lo que necesitamos es gente que pueda soñar lo que nunca ha sido.”

Es decir, esto se refiere a la importancia de la pasión y creatividad para promover nuevas ideas y nuevas soluciones para resolver problemas técnicos y sociales. En otras palabras, la idea es que es importante soñar y tener ilusión para resolver problemas que no han podido ser resueltos. Para que esto se consiga traducir en resultados concretos, se requiere de perseverancia, lo que significa trabajar fuerte y con esfuerzo continuo. Esta lección ha sido corroborada por el científico Albert Einstein que dijo *“No es que sea yo tan inteligente, es simplemente que le dedico más tiempo a mis problemas científicos.”*

Espero que estas reflexiones sobre la importancia de la pasión, creatividad y perseverancia sirvan para motivar a las futuras generaciones que son finalmente las que definirán el futuro de la práctica, enseñanza e investigación de la ingeniería aquí en España.

Quisiera finalizar mi discurso con algunas palabras sobre la Ingeniería de Sistemas de Procesos. Una de las satisfacciones de hacer investigación en esta área es que podemos lograr un equilibrio entre la teoría y la práctica. Teoría porque al final en nuestra área la fundación se encuentra en materias como las matemáticas aplicadas, optimización, teoría de control y computación. Por lo tanto, incluso si bien somos ingenieros químicos, nuestro campo ha sido capaz de hacer también contribuciones de relevancia en temas como la solución de ecuaciones algebraicas/diferenciales, programación entera no lineal y mixta, optimización global, el modelo de control predictivo, lo cual es una clara muestra del aspecto multidisciplinario de la Ingeniería de Sistemas de Procesos. Por otro lado, nuestra comunidad no se ha olvidado del hecho de que como ingenieros químicos también apuntamos a problemas de relevancia práctica. Y es por ello que nuestros colegas, en la comunidad de Ingeniería de Sistemas de Procesos, están involucrados en áreas como simulación de procesos químicos, integración y recuperación energética, diseño de sistemas complejos de separación, control y optimización de procesos y de cadena de suministro, planificación y programación de plantas químicas multiproducto, y más recientemente en áreas como diseño y análisis de sistemas de biología molecular. La mayoría de estos temas a menudo han sido motivados por las aplicaciones en la industria química y de hecho han ayudado a que esta industria pueda seguir siendo rentable y competitiva. Pero más recientemente nuestra área también ha reconocido que tiene una responsabilidad social y se ha concentrado en tres grandes retos del siglo XXI: la energía, el agua y el calentamiento global. Aparte de hacer uso eficiente y ambientalmente responsable de los recursos naturales mediante el diseño de procesos y cadenas de suministro eficientes y sostenibles, en esta área se están desarrollando tecnologías novedosas para la producción de energías renovables y, de esa forma, ayudar a hacer que estas energías sean económicamente competitivas. Con un esfuerzo de investigación concertada, basada en principios sólidos científicos y tecnológicos, y especialmente a través de la cooperación internacional, debemos ser capaces de avanzar, y garantizar de esta manera un futuro sostenible para las generaciones futuras. Tengo grandes esperanzas de que los jóvenes que están presentes en el auditorio dirigirán sus esfuerzos a la solución de estos grandes retos del siglo XXI.

Para finalizar, les agradezco su atención, y sobre todo quisiera dar las gracias al rector Dr. Manuel Palomar Sanz y al Claustro de la Universidad de Alicante por la gran distinción que me han otorgado con la investidura del grado de Doctor Honoris Causa de la Universidad de Alicante. Es realmente un gran honor para mí, y estoy sumamente agradecido. Espero también que este reconocimiento sirva para reforzar los lazos entre la Universidad de Alicante y la Universidad de Carnegie Mellon. Muchísimas gracias.