

Excmo. Sr. Presidente,
Excmos. e Ilmos. Sres. Académicos,
Señoras y Señores:

Sean mis primeras palabras de agradecimiento a la Academia de Ciencias y al Dr. D. Manuel Doblaré Castellano por solicitar mi presencia en el acto de contestación a su discurso de ingreso en la Academia, como miembro de número.

Este acto es para mí doblemente emotivo. Por una parte, mi personal aprecio hacia el Dr. Doblaré, a quien conocí hace una veintena de años, cuando el orden y el caos de los sistemas dinámicos eran objeto de nuestras respectivas investigaciones. Posteriormente, sus líneas de investigación han encontrado otros atractores, pero esa amistad ha seguido viva y sigue siendo un placer para mí el coincidir con Manuel y disfrutar de su amable carácter y de su siempre entretenida charla. El otro aspecto por el que este acto es tan importante para mí, es que, tras mi contestación y como cierre de esta sesión solemne, el recipiendario lucirá en su cuello la medalla N^o 19, que poseyó mi querido y recordado maestro, Don Rafael Cid Palacios, con quien me formé como científico y cuyo ejemplo sigue marcando mi actividad académica.

Recientemente, con motivo del ingreso en esta Real Academia del Dr. Tamparillas, su Presidente, Don Horacio Marco, recordaba que formaron parte de ella prestigiosos Ingenieros de Caminos, de Montes y Agrónomos, así como ilustres Médicos y otros profesionales. Pues bien, siguiendo la tradición marcada por nuestros predecesores, recibimos hoy a un prestigioso Ingeniero Industrial, aunque a la vista de su trayectoria, podría pensarse que es un Matemático dedicado a la Ingeniería.

El Profesor Doblaré nació en Córdoba el año 1956; obtiene el título de Ingeniero Industrial en la Universidad de Sevilla en 1978 y el de Doctor Ingeniero Industrial, con Premio Extraordinario, en la Universidad Politécnica de Madrid en 1981. A continuación, obtiene una beca Fullbright para una estancia postdoctoral de un año en el Courant Institute of Mathematical Sciences en New York. A su regreso consigue, en la joven Escuela de Ingenieros Industriales de la Universidad de Zaragoza, la Cátedra de Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras, posición que ocupa en la actualidad. Su afán por descubrir nuevas líneas de investigación, le lleva a una nueva estancia en los Estados Unidos, esta vez al Mechanical Engineering Department de la Stanford University, donde

tiene el privilegio de colaborar con Jerry Marsden y el malogrado Juan Carlos Simó.

Desde su tesis doctoral se muestra interesado en problemas de Análisis Numérico, en particular, en problemas de contorno y en la aplicación del Método de Elementos Finitos a problemas de ingeniería. Su experiencia en este campo le lleva a participar en la fundación de la Sociedad Española de Métodos Numéricos en Ingeniería y pertenecer a su Comité ejecutivo durante 6 años. Debido a su rigor en el trabajo, detecta algunas lagunas en su formación, que subsana cursando hasta cuarto curso de las licenciaturas de Matemáticas y Físicas.

La relación entre Matemáticas e Ingeniería se muestra especialmente fructífera con la actividad del Dr. Doblaré. En efecto, las técnicas numéricas que el candidato ha venido utilizando en el análisis de sólidos deformables y estructuras, no solamente desde un punto de vista teórico, sino en proyectos concretos encargados por empresas, las adapta a problemas de Biomecánica y Biotecnología, con excelentes resultados, tal como brillantemente acaba de exponer. Pero lo que parece obvio, trabajar con un simple cambio de escala, realmente es una tarea muy difícil de conseguir, pues el modo de trabajar e incluso de comunicarse dentro de un grupo interdisciplinar es muy diferente. Los resultados obtenidos constatan que el Dr. Doblaré ha logrado salvar esta dificultad; de hecho, su Grupo ha sido reconocido como de excelencia por la Diputación General de Aragón y es una referencia obligada en el panorama científico internacional.

Su actividad académica ha sido muy relevante. Hasta la fecha, ha dirigido 20 tesis doctorales, publicado 54 artículos en revistas de alto factor de impacto, 20 monografías e informes técnicos, participado con 179 comunicaciones en congresos, ha sido el investigador principal de 31 proyectos competitivos de I+D y de 101 contratos con empresas.

Su buen hacer ha dado lugar a que haya sido invitado a pronunciar conferencias científicas en importantes Centros de investigación tanto nacionales como extranjeros, ha recibido varios premios y es Doctor *honoris causa* por la Universidad técnica de CLUJ-NAPOCA de Rumanía. Su vocación de servicio a la comunidad universitaria le ha llevado también a aceptar puestos de gestión. Así, ha sido Director de Departamento, Subdirector y Director del Centro Politécnico Superior y en la actualidad es el Director del I3A, es decir, del Instituto de Investigación de Ingeniería de Aragón.

No es necesario añadir otras cualidades del Profesor Doblaré para comprender que su elección por parte de la Academia está plenamente justificada y por la que yo personalmente siento una gran satisfacción, confiando en que su futuro quehacer responderá a todas nuestras esperanzas.

Una de las características más notables de la vida intelectual de nuestros tiempos es la penetración de las Matemáticas en una cantidad cada vez mayor de disciplinas científicas,

incluyendo, además de las Ciencias de la Naturaleza, las dedicadas al estudio del comportamiento humano, pues las Matemáticas contienen un conjunto de fórmulas, técnicas y resultados de aplicación directa a todo tipo de Ciencia. De hecho, podemos afirmar que cuando una Ciencia particular consigue matematizarse (es decir, formalizarse bajo una estructura matemática) su velocidad de crecimiento y desarrollo aumenta espectacularmente: piénsese en los ejemplos de la Física, la Economía, la Informática, pero también en los de la Lingüística, la Sociología, la Ecología, etc. En consecuencia, podemos concluir que hoy resulta inconcebible una educación, sea cual sea su contenido, que no incorpore una parte cada vez mayor de Matemáticas. A pesar de ello, y de modo lamentable, su presencia está disminuyendo en los planes de estudio, tanto de la Enseñanza Secundaria como de la Superior.

Las Matemáticas, que surgieron por requerimientos de índole fundamentalmente práctica planteados por problemas reales, se independizaron posteriormente bajo el influjo de los Griegos y llegaron a configurarse como un sistema lógico a partir de algunas definiciones y proposiciones evidentes para la intuición (axiomas), lo que constituyó el método axiomático–deductivo. Más tarde, las actividades prácticas formularon nuevos problemas a las Matemáticas y estimularon su desarrollo; a su vez, el progreso de las Matemáticas proporcionó conceptos y métodos más eficaces, ampliando su ámbito de aplicación y favoreciendo el desarrollo científico y técnico. Esta relación sigue siendo hoy día clara, pero, asimismo, las Matemáticas se han desarrollado en muchas direcciones nuevas por autogeneración.

El progreso de las matemáticas en el siglo XX ha sido tan espectacular, que hay autores que no dudan en afirmar que por su extensión y profundidad, las creaciones matemáticas en este periodo han superado toda la producción anterior. Por desgracia, este volumen lleva consigo a una especialización, pudiéndose decir que Poincaré y Hilbert son quizás los dos últimos matemáticos universalistas con un dominio pleno de la matemática contemporánea.

El avance matemático tiene lugar, en extensión, a medida que la mente se ve capacitada y provista de herramientas adecuadas, materiales o conceptuales, para explorar nuevos campos de la realidad, por lo que este avance parece ser ilimitado, puesto que el mundo siempre ofrecerá retos. Por otra parte, una de las razones para el espectacular avance de los últimos años ha sido la aparición del ordenador, permitiendo la exploración de fenómenos *no lineales* a través de los sistemas dinámicos, abriendo nuevas ventanas al *caos matemático*, por ejemplo, así como un gran avance en aspectos tecnológicos e ingenieriles, de modo que Matemáticas y Tecnología han estrechado sus relaciones, confundándose en ocasiones, naciendo un nuevo concepto, la *Tecnología Matemática*.

El conocimiento de las llamadas leyes de la naturaleza ha sido posible gracias a la

observación, experimentación y modelización, de modo que las medidas de las magnitudes obtenidas mediante experimentos u observación, se relacionan mediante fórmulas matemáticas. Si el modelo es fiable, deberíamos ser capaces de predecir el estado del sistema en un cierto instante de tiempo, dentro del grado de imprecisión de las medidas y de las técnicas que empleemos en nuestro modelo. Si resulta que no somos capaces de predecir tal estado, podemos suponer que nuestro modelo matemático es erróneo, o que tiene tal complejidad que cualquier intento de describirlo en términos matemáticos es inútil.

Sin embargo, las Matemáticas no son una ciencia de la naturaleza sino una creación intelectual del hombre en forma de pensamiento axiomático, en la que uno deduce conclusiones válidas de sistemas de premisas arbitrarias. El proceso de matematización es un camino de ida y vuelta entre realidad y las ideas. En primer lugar, la mente, motivada y provista de instrumentos adecuados, se aproxima a la realidad, que suele ser extraordinariamente compleja, y la analiza, descomponiéndola en sus elementos más simples, quedándose con cuantos le parecen más propicios para poder aplicarles las estructuras de sus conocimientos. Es decir, mutila la realidad para tratar de entenderla. El matemático desarrolla el propio modelo mental que ha creado, bien impulsado por resolver los problemas prácticos que lo motivaron, bien por propia satisfacción intelectual. Posteriormente, la mente vuelve a la realidad de partida con los resultados que ha obtenido, y en muchos casos, se encuentra con la *sorpresa* de que su modelo se adecua casi perfectamente a la realidad.

Albert Einstein no estaba ajeno a este pensamiento: *“Aquí aparece un rompecabezas que ha perturbado a los científicos de todos los tiempos. ¿Cómo es posible que la matemática, un producto del pensamiento humano, que es independiente de la experiencia, se ajuste tan excelentemente a los objetos de la realidad física?”*

Sin embargo, la mayor parte de los matemáticos actuales consideran que tienen ante sí una tarea atractiva y casi siempre lo suficientemente complicada tratando de resolver sus problemas en su propio campo de investigación, que dejan para los que se ocupan de explorar los fundamentos matemáticos estos temas de índole más bien filosófica. Si bien, aun los motivados por problemas de índole práctica (y creo que la mayor parte de los matemáticos), sienten un placer ante la belleza de un resultado matemático (a veces simple, pero que se resistía a desvelarse) semejante al escuchar una bella composición musical o contemplar una obra de arte.

En relación con su carácter formativo, son destacables entre otros los siguientes aspectos: en primer lugar, las Matemáticas proporcionan un entrenamiento en el pensamiento racional, permitiendo la deducción de conclusiones a partir de hipótesis simples muy concretas expresadas en un lenguaje independiente del fenómeno que se estudia. Son

también significativas por su poder de síntesis, capacitando al científico y, en particular al matemático, para efectuar generalizaciones a partir de su experiencia. Constituyen además una herramienta esencial para extraer informaciones cuantitativas sobre los sistemas naturales. Finalmente, y ésta es una de las más importantes consideraciones, su cultivo proporciona agilidad de pensamiento, versatilidad y capacidad para formular nuevas relaciones, lo que contribuye a fomentar habilidades que permitan abordar nuevos problemas que surjan a lo largo del ejercicio profesional y adaptarse al marco de las circunstancias rápidamente cambiantes en las que se desarrolla la dinámica social, económica y tecnológica de nuestros días.

Por otra parte, la influencia de la aparición de los ordenadores y su inserción en el ámbito de las materias de enseñanza ha sido enorme, por lo que en la actualidad interesa presentar a los estudiantes métodos generales en lugar de recetas particulares preparadas para el cálculo manual. La aplicación de métodos numéricos ha ampliado considerablemente la cantidad de problemas matemáticos que admiten un análisis completo, y esto hace que cada vez se encuentren más difundidos y sean más ampliamente aceptados el lenguaje, los métodos y las formulaciones que resultan particularmente adecuados para el tratamiento de problemas con ordenador.

En la actualidad podemos pensar que la Matemática Aplicada tiene como objeto proporcionar *modelos matemáticos para situaciones reales*. Por eso creemos que son necesarios el interés y la atención de los matemáticos hacia otras ramas de la Ciencia: unas veces para adaptar a esa Ciencia los conocimientos ya existentes, y otras para elaborar la Matemática necesaria para ella, pero siempre en un movimiento de retroalimentación que se manifiesta en muchos avances científicos. En efecto, como dice el Profesor Juan Luis Vázquez, *“en manos del científico, las Matemáticas deberían permitir asimilar los datos y comprender el fenómeno. En manos del ingeniero, es el instrumento que posibilita la construcción de modelos numéricos o cualitativos cuyo análisis permite el tomar decisiones y diseñar objetos de un modo eficiente. Esta actividad es lo que, a falta de un nombre mejor, llamamos Matemática Aplicada ”*

Finalizaremos felicitando, una vez más, al Dr. Doblaré por su interesante y documentado trabajo, por su labor intelectual y trayectoria humana demostradas, y dándole la más cordial bienvenida a esta Academia, desde hoy su casa, seguros de que sabrá contribuir con su quehacer y excelentes dotes personales al buen nombre de esta casi centenaria Institución.

He dicho