

## LAUDATIO DEL PROFESOR AMABLE LIÑÁN

Magnífico Rector, Ilustrísimo Director, Autoridades, compañeros, señoras y señores:

Es satisfacción tanto como honor decir la *Laudatio* de Amable Liñán, supongo por ser su más viejo discípulo en nuestra Escuela. Resumen de la *Laudatio* podría ser que durante 50 años, primero en el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (el INTA) y después en la Escuela, Liñán desarrolló una profunda y extensa labor de investigación en Mecánica de Fluidos, y muy particularmente en el análisis teórico de los procesos de Combustión, quizá el fenómeno natural más ligado a sociedad y civilización, con el que aparecen problemas tan actuales como contaminación ambiental, crisis energética, y efectos invernadero y de lluvia ácida.

Es difícil exagerar el impacto internacional de su trabajo en combustión. Amable Liñán sentó las bases para su moderno estudio al introducir los desarrollos asintóticos de perturbaciones singulares, de particular relevancia en los medios resistivos. Liñán ha difundido conocimiento no sólo a través de publicaciones sino en conferencias, seminarios y comunicaciones a congresos, en una labor socrática bien reconocida. Su capacidad para sugerir a quien le escucha problemas interesantes y enfoques para resolverlos es excepcional. Liñán creó en España una reconocida escuela científica de Mecánica de Fluidos. Numerosos discípulos suyos son ahora catedráticos en nuestro país, o en Universidades del máximo relieve en el extranjero—en EE.UU, en el *MIT*, *Yale*, *Michigan*, *Carnegie Mellon*, *California-Berkeley*, *California-San Diego*, *Florida*—.

El propio Liñán ha sido Profesor o científico invitado en las Universidades de París—*Pierre y Marie Curie*, *Michigan*, *Princeton*, *Stanford*, y muy repetidamente en Marsella y *California-San Diego*, y es en la actualidad *Adjunct Professor* en la Universidad de *Yale*. Ha sido consultor del *Los Alamos National Laboratory*, el *Arnold Development and Engineering Center* de la Fuerza Aérea americana, y miembro del *Von Karman Institute Board*, y Grupos de *Microgravity Combustion* en ESA y NASA.

Liñán es miembro de las Reales Academias de Ciencias y de Ingeniería de España, y miembro Asociado extranjero de la Academia de Ciencias del Instituto de Francia. Es también *Fellow* de la *American Physical Society* y el *Institute of Physics* británico, y es Medalla Zeldovich del Instituto Internacional de la Combustión. En España ha recibido el Premio Príncipe de Asturias de Ciencia y Tecnología, Premios de las Comunidades de Madrid y Castilla y León, y Doctorados Honoris Causa por la Universidades Carlos III de Madrid, Zaragoza, y Politécnicas de Cataluña y Valencia.

El trabajo teórico de Liñán se caracteriza por el uso ingenioso de múltiples técnicas de análisis, y una singular habilidad para abstraer la estructura matemática subyacente en problemas muy complejos. A diferencia con el trabajo usual en Física Teórica, el punto de partida de esos problemas, aunque bien definido, se encuentra en un bajo e incómodo nivel de abstracción. En el reciente encauzamiento de la Matemática Aplicada española hacia la Física Macroscópica, un campo notablemente rico en problemas no-lineales, Amable Liñán ha jugado un papel fundamental. Hay un Problema de Liñán en la literatura matemática, *rara avis* en la ciencia española.

Existe una línea de continuidad entre los estudios y soluciones aportados por Liñán y los precedentes de la escuela rusa de *Zeldovich* y *Frank-Kamenetskii*. Según *Forman Williams*, máximo experto norteamericano en el campo, Liñán, tras el fallecimiento de *Yakov Zeldovich*, es el mejor teórico de la combustión, y un gigante intelectual, y sus trabajos son contribuciones monumentales al tema. La mayoría de los especialistas mundiales en el campo le consideran su maestro. *Guy Joulin*, una autoridad francesa en combustión, consideró que toda una generación de teóricos en la comunidad internacional ha recibido la influencia directa o indirecta de su trabajo. El libro que Liñán publicó en 1993 en *Oxford University Press*, con *Forman Williams*, sería el tratado más avanzado de la literatura.

Lo que ha permitido abordar una variedad de fenómenos que exhiben procesos no-lineales ha sido la introducción de las técnicas del análisis asintótico, que Amable Liñán aplica con singular maestría. Según él mismo explica: “Esto es posible porque existen tiempos característicos asociados a cada uno de ellos. Son tiempos muy diferentes; por ejemplo, el tiempo de difusión es a menudo grande en comparación con el de convección, lo cual confina la difusión a zonas muy limitadas. Es precisamente esta disparidad de las escalas de los fenómenos lo que simplifica su descripción, porque permite tratarlos con técnicas asintóticas, que ya se habían sistematizado para tratar problemas no lineales de mecánica de fluidos”.

En los problemas de combustión esas técnicas permiten usar como ventaja lo que precisamente constituye una de las grandes dificultades, la alta energía de activación de reacciones químicas, es decir, su alta sensibilidad a la temperatura. Esta circunstancia hace que las llamas constituyan zonas delgadas de intensa reacción en las cuales se libera gran cantidad de energía, y como consecuencia de ello aparecen fuertes gradientes de concentración y temperatura. Las ecuaciones de transporte y las

ecuaciones que determinan velocidades de reacción son no-lineales y están fuertemente acopladas. Muy a menudo aparecen multitud de escalas espaciales y temporales, y de nuevo su disparidad origina a la vez una gran dificultad y la oportunidad de simplificar su análisis.

Dos ejemplos pueden servir de muestra de los problemas en los que Liñán se ha ocupado; ambos son motivo de investigación activa para desarrollar nuevas turbinas con baja emisión de contaminantes. Las reacciones químicas elementales que componen el esquema cinético detallado de la combustión de un hidrocarburo pueden superar el millar, desconociéndose aún muchas de ellas, lo que hace esencial formular esquemas reducidos que puedan usarse en el análisis de aplicaciones prácticas, aún respetando las características básicas del proceso. Por otra parte, al intentar analizar los flujos con combustión, que frecuentemente son turbulentos (chorros, capas de mezclas, capas límite), o complejos (zona de anclaje a la salida de un inyector) se tropieza con dificultades formidables que sólo recientemente están siendo abordadas con la ayuda de sofisticados métodos experimentales y numéricos. Pero la comprensión de la masa de datos que tal actividad genera, plantea nuevos retos al análisis.

Los trabajos de Amable Liñán en combustión incluyen estudios pioneros sobre la estructura de las llamas, tanto premezcladas como de difusión, y se extienden al estudio de llamas triples, la determinación de soluciones analíticas a numerosos problemas de ignición y extinción, tanto en medios homogéneos como heterogéneos, y el análisis de la combustión catalítica; fenómenos calificados con anterioridad como muy dificultosos. Han de citarse asimismo sus estudios sobre llamas frías, detonaciones, generación de contaminantes, inestabilidades de las llamas y los propulsores sólidos, propagación de llamas sobre sólidos en gravedad normal y en microgravedad, anclaje de llamas en inyectores, ignición en motores Diesel y reducción de esquemas cinéticos.

La labor de Amable Liñán se ha enfocado siempre en problemas muy prácticos, sobre los que se han interesado multitud de Organismos y Agencias, desde la *Office of Scientific Research* y la *European Research Office* de la Fuerza Aérea y el Ejército de Estados Unidos, respectivamente, al *US Forest Service* (sobre la propagación de fuegos en bosques), y posteriormente ENDESA (sobre quemado de carbón para Centrales térmicas como Puentes de García Rodríguez), la Agencia Europea del Espacio y la Comisión Europea, en programas sobre convertidores catalíticos, y de reducción de

óxidos de nitrógeno en aeroreactores y motores Diesel (Programas LOWNOX e *Integrated Diesel European Action*).

Amable Liñán ha declarado que su época en el INTA fué para él la más fructífera en resultados de investigación. Esta es una afirmación que merece considerarse. En los 4 años de 1971 al 74, que creo fueron cruciales en su período en el INTA, publicó 4 trabajos. Por el contrario, tras su jubilación en 2005, en los 4 años de 2006 a 2009, publicó 10 trabajos (me refiero siempre a publicación en revistas incluidas en el llamado *Science Citation Index*), lo que no está nada mal para un *scholar* de edad ‘provecta’. Es broma lo de provecta. En cuanto a *scholar* (escrito ‘scholar’ con s líquida) eso es lo que uno querría ser, de ‘mayor’... Esta palabra inglesa designa a alguien con alguna reputación en una comunidad del ‘saber’, saber al que contribuye regularmente con trabajos en una serie de revistas. El idioma inglés es envidiable por tal palabra. Aunque tiene su origen en el latín, no existe nada siquiera equivalente, en acepción, en español, francés o italiano. Aquí tenemos, sabio, erudito, palabras que producen cierta repugnancia y presentan el saber como algo acabado y cerrado. Y esas mismas son las palabras de que disponen en francés (recuerden el *Journal des Savants*). En italiano tienen *studioso* y para casos extremos, *luminare*...

El más importante entre esos más importantes trabajos de Amable Liñán es el de 1974, “*The asymptotic structure of counter-flow diffusion flames for large activation energies*”, que apareció en el primer volumen de la revista *Acta Astronautica* y tuvo, ha tenido, un extraordinario impacto en las literaturas de física de llamas y matemáticas. Señalo aquí ciertas fechas sobre las que volveré: Su estancia de un año en el Instituto Tecnológico de California (*Caltech*) tuvo lugar en el curso 62-63. Los trabajos que anteceden al de *Acta Astronautica* datan de 1972 (dos) y 1971; ninguno del 73, quizá un año de reflexión. Les preceden tres trabajos en Actas de Congresos del Consejo Internacional de las Ciencias Aeronáuticas en los años 64 al 67.

Para entender el juicio de Amable Liñán sobre su obra de los años 70 cabe recordar aquí algo generalmente aceptado: trabajos revolucionarios de carácter abstracto se realizan a edad temprana en la carrera de un *scholar* y suelen ser de autor único; por el contrario, trabajos de edad tardía descansan en el variado bagaje del *scholar* para una interacción fecunda con jóvenes investigadores. Por otra parte, volviendo a lo relativamente escaso de la producción de Liñán en esos años, es difícil apreciar en la actualidad lo arduo que era entonces preparar trabajos, y lo lento del proceso de

publicación. Y lo muy pesada que era la carga lectiva; Liñán tenía entonces una carga mayor, enseñando a tiempo parcial, que en el presente tiene un típico profesor de nuestra Universidad a tiempo completo.

No obstante, ¿porqué el extraordinario impacto de aquel artículo de Acta Astronautica, en el año mismo de aparición de la revista? Esta es, aun hoy día, una revista con lo que técnicamente se llama *factor de impacto*, pequeño. Se pueden mencionar tres causas: Primera y fundamentalmente porque es un trabajo excepcional. En segundo lugar, porque Amable Liñán no sólo es excepcional en su labor socrática con discípulos, sino también en difusión de conocimiento entre colegas, en lo que podría llamarse, en términos de crónica deportiva, “el uno contra uno”; a ello ayuda una sociabilidad extrema, en una rara conjunción con su capacidad de concentración. Finalmente, en los años 50/60, una feliz relación entre el INTA y la *Air Force Office of Scientific Research* facilitó la difusión. Liñán ha contado esta interesante historia repetidamente. Ya no había Plan Marshall pero todavía resultaba barato subvencionar investigación en Europa, y el INTA supo aprovechar la ocasión.

Teodoro Von Kármán fué director del laboratorio *Guggenheim* de Aeronáutica del *Caltech*, desde su creación en 1928 con el objetivo de impulsar el desarrollo de las Ciencias Aeronáuticas en Estados Unidos. Von Kármán invitó a Gregorio Millán (al que esta Escuela ha rendido un muy merecido homenaje recientemente) a colaborar con él en la formulación de leyes que permitiesen analizar los procesos de combustión. Él había conocido a Millán cuando vino a España en el 48, invitado por Esteban Terradas, para dar a los ingenieros del INTA y profesores y alumnos de nuestra Escuela un ciclo de conferencias sobre Aerodinámica Supersónica. Von Kármán, una autoridad mundial en Aeronáutica que se había interesado por la combustión durante la 2ª Guerra Mundial, ocupado en el desarrollo de propulsión por cohetes, comprendió que procesos de mezcla y transferencia de calor, determinantes en la combustión, sólo podían tratarse adecuadamente incorporándolos a las leyes de la Mecánica de Fluidos, junto a Termodinámica y Cinética Química. Para ayudar a Von Kármán en esta tarea, Millán constituyó en el INTA un Grupo de Combustión formado por investigadores y profesores de la Escuela. Liñán se incorporó a él, en el 58 como becario y después, en el 60, como Ingeniero Investigador. La Base americana de Torrejón estaba frente al INTA, de donde se podía cruzar a aquella en los años 50/60, con motivo de renovados

contratos con la Fuerza Aérea Americana, y volar directamente en aviones militares a una Base en Estados Unidos.

Hace 2 semanas fuí al despacho de Amable Liñán. Le había enviado copia de un mensaje a colegas que organizan un homenaje de la Academia de Ingeniería a uno de los mayores científicos/ingenieros españoles del s. XVIII, Jorge Juan. Mencionaba yo un libro de fines del XVIII, de un importante matemático coetáneo,

"Principios de Matemáticas de la Real Academia de San Fernando", por Don Benito Bails, segunda edición, añadida, Tomo III, Madrid en la Imprenta de la Viuda de Ibarra, MDCCLXXX.".

En el Prólogo de ese volumen III, que trata de Dinámica, Hidrodinámica, Óptica y Astronomía, Bails apela a una obra de Jorge Juan, obra menor pero de cierta relevancia sobre cambios en condiciones sociopolíticas, tanto a lo largo de 15 años como en 2 siglos:

"... y acá en España salió al público sin el más leve reparo ni contradicción un papel póstumo de D. Jorge Juan cuyo asunto es probar el movimiento de la Tierra qual le admiten los Copernicanos."

En 1790 quedaban 60 años hasta la demostración experimental del movimiento de rotación de la Tierra, en el sótano de la casa de la madre de *Léon Foucault*, junto al Jardín del Luxemburgo...

La obra a la que Bails se refiere es

" 'Estado de la Astronomía en Europa, y juicio de los fundamentos sobre que se erigieron los sistemas del mundo, para que sirva de guía al método en que debe recibirlos la nación, sin riesgo de su opinión, y de su religiosidad.' Su Autor Don Jorge Juan. Con licencia. En Madrid, en la Imprenta Real de la Gaceta 1774."

Al igual que Jorge Juan, Bails fué importunado por la Inquisición. Pero no siempre había sido así. Interesará a los estudiantes saber que ya en 1561 pero también todavía en 1561, Juan Aguilera, profesor de Astronomía en la Universidad de Salamanca, permitía, al voto de los oyentes, dedicar su exposición, bien al clásico 'sistema del mundo' de Ptolomeo, bien al entonces muy reciente sistema Copernicano (esto sería, ahora, como dejar a los estudiantes elegir entre "Evolution" e "Intelligent Design").

Un profesor de Astronomía e Historia de la Ciencia de la Universidad *Harvard*, *Owen Gingerich*, intrigado por la tesis de *Arthur Koestler* de que la obra de Copérnico fué universalmente ignorada por sus coetáneos, examinó, a lo largo de 3 décadas, las

anotaciones en los márgenes de los 600 ejemplares de las 2 primeras ediciones del libro de Copérnico. De la 1ª edición, de 1543, en Nuremberg, hay 1 ejemplar en cada una de las Bibliotecas del Escorial, Palacio Real, Nacional de Madrid, Universidades de Sevilla y Valencia, Observatorio de S. Fernando, y en la colección privada de un particular, Plácido Arango. En Italia, múltiples ejemplares fueron censurados a principios del s. XVII (un ejemplar de Galileo de su puño y letra), pero ninguno en España, aparentemente.

Cuando entré a su despacho hace 2 semanas, encontré al Profesor Liñán rodeado de papeles pero sin ordenador alguno, hecho que yo había olvidado. Había que ir al despacho de la Secretaria del Departamento, pedirle que abriese el correo de Amable, que imprimiese mi mensaje, y volver donde aquél. Un proceso algo lento, sin duda... Recientemente asistí a una conferencia donde se señaló que la conjunción inteligente de leyes del Electromagnetismo, fenómenos de Física del Estado Sólido, y tratamiento matemático de la señal, han incrementado la velocidad de transmisión de información en un factor de un 1 seguido de muchos, muchos ceros. Esto ha conducido a la extraordinaria capacidad y universalización actuales de la informática. Se enfatizó allí la también extraordinaria reducción en el precio de un transistor (elemento básico en aquella tecnología) en los 60 años transcurridos desde su invención. Convendría aquí recordar que reducción semejante se dió en otros elementos de tecnología moderna. Piensen en quienes/cuántos tenían coche en 1910 y quienes/cuántos lo tenemos en 2010... Personalmente encuentro más útil un automóvil, que sí tengo, que un teléfono móvil, que no tengo.

Se habla repetida y enfáticamente de la ‘Sociedad de la Información’, basada en tales velocidad y bajo precio. Un reciente artículo de opinión en la prensa afirmaba que, como consecuencia, los jóvenes aprenden más fuera de los estudios regulares que en ellos. Creo que en verdad se puede ser autodidacta. *Edward Gibbon*, historiador británico del XVIII al que su padre retiró de *Oxford* por que se había convertido al catolicismo, y envió a Ginebra con un pastor calvinista, fué autodidacta. Opinó que el poder de la enseñanza es escaso salvo en los casos felices en que casi no hace falta. Pero hay que saber ya mucho, para aprender de tanto; de otro modo, parafraseando a Euclides: no hay senda de príncipes a la ciencia (aunque Léon Foucault sea un contraejemplo!). ¿Me cabe hacer una recomendación? Sólo hay que dedicar tiempo al producto de la mente de alguien que en ese producto haya invertido largo tiempo. Y

quiero volver ahora al que creo paradigma de esto último, el paciente desarrollo y maduración de ideas de Amable Liñán, su viaje en el tiempo, del *Caltech* del 63, donde aprendió sobre desarrollos asintóticos singulares, al trabajo en Acta Astronautica del 74. Leyendo en ese trabajo las fechas de referencias a otros autores, ninguna le antecede en menos de 5 años.

Si se ignora la recomendación que he dado, es fácil que se difunda como respetable información groseramente errónea. Les pondré dos ejemplos en periódicos de la máxima difusión nacional. En uno, en Septiembre de 2008, el corresponsal en Londres publicó una crónica que empieza así: “Hasta ahora se daba por hecho que el telescopio lo había inventado un óptico holandés, aunque no estaba muy claro cual”, y enseguida pasa a describir como cierto experto inglés en informática, ha descubierto, rastreando en internet, que el inventor del antejo fué el gerundense Juan Roget. El problema de este supuesto ‘descubrimiento’ es que todo ello se puede leer en libro anterior en un tercio de siglo, *Historia de la Ciencia Española*, del reputado historiador catalán Juan Vernet, publicado por el Instituto de España en Madrid, en 1975. En el capítulo 6 se dice que el antejo fué descubierto de modo independiente en Holanda, Italia y España. Pero se añade que las citas más antiguas son españolas. Aquí aparecen el libro de Jerónimo Sirturo (Francfort, 1618) junto a su traducción por Felipe Picatoste (Madrid, 1862), y la atribución del invento a Juan Roget, y documentos del Archivo de Protocolos de Barcelona recogidos por Simón-Guillaume en 1959.

En el otro periódico, se dijo en Mayo de 2009, en un contexto de comentario cultural, que Hipatia de Alejandria “... pasa por ser la mayor mente matemática del mundo grecorromano...” Me temo que esto es simplemente una muy grosera distorsión de la realidad. Valga señalar la “Historia General de las Ciencias” dirigida por *René Taton*, del CNRS (el Consejo de Investigaciones francés), con 27 coautores de 6 países, que dedica media línea a Hipatia, “... y Teón, padre de la famosa Hypatia...”. A Euclides, sin embargo, se le dedican 7 páginas, a Arquímedes 10, a Apolonio de Pérgamo 5; y siguen Diofanto, Pappo, Hiparco, Aristarco, Eratóstenes, Ptolomeo...

Los jóvenes hoy día viven rodeados no sólo de infinita información infiable sino también de espectaculares sonidos e imágenes. En los años 60 se hubiera hablado de un mundo psicodélico; parece, exagerando si me permiten, como droga en fiesta de pueblo primitivo. Se está en ello lejos de algo como esto que ahora les muestro, la página 12 de aquel trabajo de Amable Liñán del 74: una colección de pequeñas manchas negras,



texto y ecuaciones, en una hoja blanca. Hay un refrán español que establece una desigualdad: “Una imagen vale más que cien palabras”. Creo que tal desigualdad no es universal, también se da la inversa. “Cien palabras valen más que una imagen”. Tengo un ejemplo de siete palabras que valen más que una imagen. Es el más breve cuento de la literatura, de Augusto Monterroso, un escritor de Honduras o de Guatemala, cuento que, como saben, sólo dice esto: “Cuando despertó, el dinosaurio todavía estaba allí”.

Amable, hoy me arrego la representación de tus discípulos para decir

*Gracias por esa colección de pequeñas manchas negras.*

Es todo.

Madrid, Febrero 17, 2009

Juan R. Sanmartín