

**DISCURSO DE CONTESTACIÓN**

POR EL

**Ilmo. Sr. JOSÉ MARÍA SAVIRÓN DE CIDÓN**

**ACADÉMICO NUMERARIO**

Excmo. Sr. Presidente, Excmos. Srs. Académicos, Sras. y Srs.

Me ha cabido el honor de ser encargado por la Academia para leer hoy el Discurso de contestación al nuevo Académico.

Rafael Núñez-Lagos alcanzó el Grado de Licenciado en Física en la entonces llamada Universidad Central con las máximas calificaciones. Pronto ingresó en la Junta de Energía Nuclear. Allí inició sus estudios de postgrado incorporado al Grupo de Física Teórica, que en aquel momento empezaba prácticamente su andadura y, con ella, la reconstrucción de la Física Teórica española.

Se doctoró bajo la dirección de Alberto Galindo con un trabajo muy citado en el campo de las partículas elementales. Posteriormente, realizó estancias de investigación en el CERN, en Ginebra, y en el Instituto Tecnológico de California. A su vuelta a España, en 1967, con poco más de treinta años y un extenso conjunto de publicaciones de alta calidad, obtuvo la Cátedra de Física Atómica y Nuclear en la Universidad de Granada. Tras un corto periodo en la Universidad de Sevilla se incorpora a la Universidad de Zaragoza en donde lleva ya un cuarto de siglo de aragonés ejerciente, y donde ha desarrollado una tarea de docencia e investigación muy reconocida y de alta calidad. Todos sus colegas, entre los que tengo el honor de encontrarme, hemos disfrutado del privilegio de trabajar con un científico de una fuerte personalidad, universitario por encima de todo, inteligente, responsable y generoso con su tiempo y sus estudiantes han disfrutado de un gran profesor.

Este es un perfil muy abreviado del nuevo Académico que acabamos de escuchar. Hemos oído como su brillante y documentada exposición acredita por si sola el rigor profesional que caracteriza su tarea científica.

El Dr. Núñez-Lagos nos acaba de ofrecer un ajustado relato de uno de los más apasionantes episodios de la historia próxima de la Ciencia. Esta etapa es sólo un corto lapso de tiempo cuando se mide en la escala de nuestra historia y de nuestra cultura, pero en él se asentaron muchas de las ideas que han proporcionado el sólido andamiaje que hoy soporta la tenaz y continuada tarea de creación de la Física fresca y activa de nuestro tiempo y de buena parte de la brillante Tecnología reciente.

Mucho de lo escuchado deja bien en evidencia lo que conllevan para el desarrollo del conocimiento humano las grandes aventuras científicas colectivas que se han vivido en este siglo. Pondría como muestras, la

creación de muchos grandes Observatorios terrestres, los Programas Espaciales, la creación del CERN o de otros Laboratorios Nacionales y en ellos incluyo de forma destacada la gran aventura colectiva en la década de los cuarenta que supuso el Proyecto Manhatam al que se ha referido el nuevo Académico.

Son muchas las cosas que quedan tras todos estos grandes proyectos en el terreno de la Ciencia, de la Tecnología y del Desarrollo, pero muchas de ellas pertenecen a áreas bien distintas a la que aparece como el tema central protagonista de un determinado proyecto.

La preparación del combustible fisible durante el Proyecto Manhatam es un buen ejemplo de lo dicho. Es un claro ejemplo de desarrollo tecnológico y pertenece a un campo aparentemente alejado de la física básica, al que hoy llamaríamos ingeniería de procesos. Me ha parecido un buen botón de muestra para destacar los muchos resultados que se derivan de la creación interdisciplinar e intensiva que se puede propiciar con una aventura seria de desarrollo tecnológico, cuando está bien motivada y debidamente incardinada en el entorno social.

La situación de partida conque se encontraron los gestores de este proyecto no era nada fácil, como tendremos ocasión de ver. El producto elegido para el proceso fue el hexafluoruro de uranio y sólo un 7 por mil del producto contiene el isótopo deseado. Era necesario entonces diseñar una planta de enriquecimiento para aumentar todo lo posible la concentración del  $U^{235}$  en el producto final. Esta era una primera y seria exigencia.

La segunda era obtener cantidades de producto enriquecido altas, muy altas para la época, del orden de toneladas. Y, finalmente, la tercera, por razones de guerra, era la imperiosa necesidad de completar el proceso en el tiempo más corto posible.

Un ingeniero experto en separación resumiría esta situación diciendo que el problema era el de montar una planta capaz de generar un producto de *calidad* alta (muy enriquecido en  $U^{235}$ ) y que funcionara a un ritmo de producción elevado, desarrollando para ello la tecnología necesaria.

Cuando se dispone de una tecnología determinada, la experiencia nos dice que en cualquier proceso de producción la calidad del producto y el ritmo de producción son factores contrapuestos. Y esto resulta cierto, en una primera aproximación, tanto para una planta de enriquecimiento de  $U^{235}$  como para cualquier taller de la industria de la madera

dedicado, por ejemplo, a fabricar sillas de serie. El empresario que desea aumentar la calidad de las sillas que produce y no puede cambiar la tecnología de que dispone, sabe que su producción habrá de ser inevitablemente menor.

Este es un problema bien conocido en la empresa, que elige su proceso productivo buscando el compromiso entre calidad y ritmo de producción que optimice su beneficio. Los economistas y los ingenieros tienen que saber *poner en números* ambos factores, muy en especial para caracterizar la calidad, y ofrecer las soluciones viables.

Pero el término calidad es un término difuso y es verdaderamente difícil asignar un número útil y representativo que la exprese de una manera formal y exenta de contradicciones. En particular, quizá no nos atreveríamos ninguno de los presentes a calificar con una nota de 0 a 10 la calidad de las sillas de esta sala. Por la misma razón puede entenderse también que los encargados del diseño de la planta de separación tuvieron dificultades para poner un número para especificar la calidad del hexafluoruro de uranio enriquecido.

Pero es ya hora de que presente a Vds. a los actores principales de este relato, físicos y químicos, que hubieron de encarar el problema. Todos ellos han recibido el Premio Nobel. Son P. A. M. Dirac, al que se ha referido ya el Dr. Núñez-Lagos en su discurso, en un contexto bien diferente; P. Debye, que dio contribuciones básicas para entender el comportamiento de los cristales; L. Onsager, que llevó tan cerca del micromundo las ideas de Gibbs y J. Bardeen, que nos ofreció con posterioridad la primera explicación del fenómeno de la superconductividad de baja temperatura. Cerca de ellos Albert Einstein y, con ellos un destacado conjunto de expertos.

Comenzaron por elegir la tecnología desempolvando técnicas de separación por difusión, algunas de las cuales eran sólo unos años antes poco más que curiosidades científicas, o técnicas de centrifugación que tenían entonces un grado de desarrollo muy primario. Pero fueron capaces de caracterizar los aspectos más importantes del funcionamiento de cada una de las unidades individuales de separación, y estudiaron la manera de interconectar el gran número de unidades necesarias. Digamos que prepararon la tecnología de base para la empresa.

Pero aparecieron enseguida dificultades serias. El proceso de difusión, por ejemplo, puede llegar a ser muy ineficiente desde el punto de vista energético. Puede darse una idea diciendo, por ejemplo, que de cada

100.000 kwh térmicos aportados a una instalación de difusión térmica, sólo se aprovecha un kwh para el fin último, que es enriquecer el  $U^{235}$ . El resto se disipa. Además, los mecanismos que inducen el enriquecimiento en cada una de las unidades que forman la planta pueden hacer caer drásticamente el rendimiento teórico, cuando no se sabe hacer funcionar el conjunto en las mejores condiciones. Y entonces se sabía poco de ello.

En términos más corrientes, la situación podría resumirse diciendo que no había tiempo para ensayos ni para pruebas. La instalación tenía de funcionar desde el primer día y para ello era preciso encontrar los criterios de diseño óptimo sobre bases claras o no se producirá material enriquecido en el improrrogable plazo de que se disponía. Era un momento para tomar graves decisiones.

El papel de Dirac ante esta encrucijada fue decisivo. Se recuperó una magnitud, - el factor de separación -, que había usado en problemas de destilación uno de los grandes padres, Lord Rayleigh y esta magnitud se utilizó para medir la calidad del producto enriquecido, lo que en mi opinión fue una decisión de singular audacia en aquella época. Dirac formuló a continuación el criterio final de diseño, con una seguridad y un pragmatismo envidiables, y pudo dar la forma final al compromiso entre calidad y producción exigiendo que el conexionado de la instalación fuera tal que los miles de unidades individuales de separación que se iban a reunir en una gran cascada cumplieran el citado compromiso individualmente. El proyecto de separación se convirtió en una planta que funcionó y tuvo el éxito deseado.

Cuando se visita el tremendo complejo industrial que supone una refinería de petróleo, que es en esencia una planta de separación, no se suele conocer que detrás del inextricable conjunto de tubos está, todavía hoy, la sombra de Dirac, y detrás de las mesas de diseño, la manera de optimizar que creó un gran físico, uno de los más señalados protagonistas de los cien años de Radiactividad que nos ha ofrecido hoy el Dr. Núñez-Lagos.

Onsager no tardó en probar que la figura de mérito que utilizó Dirac correspondía a la producción de entropía del proceso, y que el criterio pragmático que usó aquel tenía una honda raíz física. La condición óptima de operación coincidía con la de mínima producción de entropía. Esta solución de sentido común, la misma que hubiera buscado nuestro amigo fabricante de sillas, se lee desde entonces en el lenguaje de la física como aquella en que la energía irremediabilmente perdida en todo proceso de fabricación es mínima. Para el que lo prefiera en otra forma,

es también la condición de funcionamiento que menos degradada el ambiente.

De aquella aventura nació inmediatamente, y de la propia mano de Onsager, la teoría termodinámica de procesos fuera de equilibrio y muchos otros importantes desarrollos que le siguieron y de los que, si Vds. me perdonan, les haré gracia.

Llegados a este punto, quiero dejar claro que cualquier otro Académico que hubiera sido elegido para hacer hoy el preceptivo Discurso de contestación al Dr. Núñez-Lagos, hubiera podido hacer un relato parejo, en un terreno más o menos cercano a su propio campo de trabajo, y mostrarles otra cara de las muchas notables consecuencias que se derivaron de aquella gran aventura científica y tecnológica.

Y ahora para nuestros colegas más jóvenes. Muchos de los estudiantes que hoy están presentes en esta sala, tendrán la tendencia a llamar prehistoria de la Física a lo que al principio de mi intervención he querido llamar la historia próxima de la Física; me sentiría defraudado si no fuera así. Pienso que es prueba de que les ha bastado el corto margen de tiempo que da una Licenciatura, para que hayan recibido y, sobre todo, asimilado, el modo particular de hacer de las Ciencias positivas y que, por tanto, hayan sido capaces de integrar las líneas maestras del importante legado científico que nos ha presentado el Dr. Núñez-Lagos. En definitiva, es la muestra de que están en condiciones, como están demostrando día a día, de lanzarse como auténticos profesionales, a la tarea de creación de Ciencia y de Tecnología. Disponen de más utillaje del que creen, tienen la conciencia exacta de la historicidad de la tarea de creación junto a las ventajas que da la juventud, la audacia, la frescura, la falta de prejuicios y las altas dosis de imaginación, creatividad y entrega que requiere la dura tarea de producción de Ciencia y Tecnología en un medio social y culturalmente necesitado de ello.

Aragón es una tierra esencialmente bien dotada para el trabajo de creación científica. A veces se echan en falta aventuras colectivas que la sigan alimentando y por esa razón quiero llamar la atención sobre un acontecimiento singular: el ejemplo que ha dado recientemente un grupo de Empresarios aragoneses, de sectores muy diversos, que han realizado una decidida apuesta por traer a esta tierra un proyecto energético de gran calado tecnológico. Un intento serio de atraer un proyecto ilusionante, de gestión dura y difícil. Pero cualquiera que sean las connotaciones que suelen rodear las actuaciones de esta envergadura, queda un hecho claro: hay un grupo de aragoneses de la Empresa, que

tienen una conciencia exacta del papel que puede jugar la alta tecnología en el desarrollo de nuestro sistema de investigación, desarrollo, producción y mercado, que es el que va a marcar nuestro futuro inmediato. Quiero aprovechar la ocasión para agradecer a nuestros Empresarios este gesto singular.

Y quiero también hacer desde aquí una llamada a nuestros jóvenes estudiantes para que aprecien en lo que vale el intento de los empresarios aragoneses, que está apoyando con hechos el propio Presidente de Aragón, Santiago Lanzuela y para que se lo agradezcan. Decirles también que estén seguros de que muchos de sus profesores se han sumado a esta aventura, pero a ellos, no es necesario que se lo agradezcan porque es, simplemente, su obligación. Con una única excepción, la del Dr. Núñez-Lagos que ha rebasado con mucho el listón de lo que podríamos llamar "puras obligaciones" y nos ha dado a todos, una vez más, un ejemplo de responsabilidad, entrega y dedicación.

Desear, para terminar, que la estancia del Dr. Núñez -Lagos en la Academia de Ciencias de Zaragoza le sea grata y hacerle saber que le esperamos con ilusión. Quién les habla, quiere manifestar de nuevo que se ha sentido singularmente distinguido por nuestro Presidente, el Dr. Marco, por haberle designado para intervenir en este acto. Muchas gracias, querido Dr. Núñez-Lagos, muchas gracias Carmen, muchas gracias Excmo. Sr. Presidente. Muchas gracias a todos, Señoras y Señores.