

# TAREAS Y PROBLEMAS ACTUALES DEL FOMENTO DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA EN ALEMANIA

por el prof. Dr. y Dr. H. C.

WERNER HEISENBERG

Director del Instituto Max-Planck de Física y  
Astrofísica (1)

El informe sobre los problemas de la investigación científica que debo rendir aquí quisiera iniciarlo con dos episodios que acaso arrojen una luz algo inquietante sobre las cuestiones que vamos a plantear.

Durante la visita que me hicieron los miembros directivos del Consejo de Investigación Científica del Japón, que querían consultar conmigo sobre medidas adecuadas para la mayor eficacia de su tarea y al cabo de dos horas de un muy armónico cambio de ideas, el jefe de la delegación, uno de los más ilustres científicos de su país, me llevó a un lado y tras muchas excusas me preguntó si podría, conmigo a solas, plantearme una muy importante cuestión. Accedí a ello y me dijo: "Después de la Primera Guerra Universal Alemania se encontraba en una casi desesperada situación económica. Pero, apenas transcurridos unos pocos años, ya a partir del año 1920, tenía Alemania una posición conductora en la investigación científica, frente al mundo entero, a pesar de la miseria económica. Después de la Segunda Guerra Universal Alemania se ha recuperado económicamente con mucha mayor rapidez que después de la primera. Ya en 1950 la situación económica de Alemania era mucho mejor de lo que podía esperarse. Pero en la investigación científica, aún hoy, 18 años después de la guerra, Alemania sólo representa un papel por completo subalterno. ¿Por qué razón?"

El otro episodio a que quería referirme tuvo por escena el Instituto de Física del Plasma de München-Garching. Para nuestros trabajos experimentales necesitamos allí un gran número de condensadores eléctricos que deben responder a muy altas exigencias técnicas. Sabíamos que una firma inglesa fabricaba condensadores que cumplían los necesarios requisitos. Ahora bien, como se trataba de una muy importante remesa de 3.000 condensadores, por valor de varios millones de marcos, se nos rogó que hiciéramos el pedido a una firma alemana. Una vez fijados exactamente las condiciones técnicas y los procedimientos de prueba y tras haberse mostrado dispuesta una prestigiosa firma alemana a aceptar el encargo, se hizo el pedido. Transcurrido un adecuado plazo de entrega llegaron los primeros condensadores, unos 300. Ya en el momento de la entrega se comprobó que el 4% eran permeables y fallaban. Fue desarmado un condensador evidenciándose como causa de la falla defectos de construcción y de acabado. Abreviando: vino una serie

(1) Nació en Würzburg en 1901, es fundador de la mecánica cuántica, para la que estableció la **relación de inseguridad** según la cual el acontecer en el átomo es fundamentalmente inaccesible a una consideración rigurosamente determinista. No se pone en tela de juicio la validez fundamental de la ley de la causalidad, pero se evidencia la necesidad de someter los conceptos "ley de la causalidad" y "determinismo" a un nuevo y radical análisis.

Werner Heisenberg es la primera figura científica, discutida, de la Alemania actual.

poco grata de pruebas y cartas y proposiciones de cambios, etc. Al cabo de algunos meses recibimos de la firma una carta por la que se nos comunicaba que la empresa constructora se había convencido de que no podría cumplir con los requisitos técnicos que en el contrato se estipulaban y que éste debía ser anulado. Con todo ello se había perdido un tiempo precioso. Quedamos desilusionados. Y establecimos contacto con la firma inglesa. Entretanto se habían entregado ya en Garching los sustentáculos encargados y los condensadores ingleses no encajaban en ellos. Pero sin el más mínimo titubeo la firma inglesa se ofreció a intentar la fabricación de un tipo especial del tamaño exacto adaptable a los sustentáculos de Garching. Nuestro ingeniero jefe se trasladó a Inglaterra para tratar personalmente el asunto. Tres días después aterrizaba en el aeródromo de Riem un ejemplar de prueba que fue sometido exactamente a las mismas pruebas a que habían sido sometidos los condensadores alemanes, funcionando a la perfección. Entretanto se han instalado en Garching todos los condensadores ingleses y trabajan, hasta ahora, a plena satisfacción.

He iniciado mi informe con estos dos episodios porque creo que deben hacernos reflexionar. Mas no quisiera hacer mal uso de ellos con apresuradas conclusiones. Como científico se está obligado al escepticismo y la probidad. El escepticismo me obliga a decir que basándome en dos episodios elegidos al azar no puede obtenerse una fundada conclusión sobre el estado de la investigación alemana. Por otra parte, debo garantizar que los episodios ocurrieron realmente tal como los he descrito.

Comencemos con la cuestión de qué es lo que la ciencia significa en la vida moderna. En pasados tiempos arte y ciencia eran el ornamento de la vida que cuando las cosas iban bien dadas uno podía permitirse, pero al que se debía renunciar en horas duras o cruces, en las que otros deberes y preocupaciones tenían carácter decisivo y apremiante. El esplendor cultural y el bienestar material eran los signos exteriores de la felicidad de los pueblos. Pero todo esto ha cambiado desde la raíz a la fronda. Nuestra vida, íntegra, entera, depende hoy, queramos o no reconocerlo, de la ciencia, en una medida que nunca hubiera podido imaginarse antes.

Sobre este flanco de la vida moderna debemos, pues, situarnos, si queremos responder con ra-

zón a los requerimientos de la investigación científica y sus problemas. La investigación científica no es ya el ornamento cultural de la vida —aunque claro que también puede serlo—: es, en cada caso, la simiente que ha de generar, con el tiempo, el bienestar económico, la diestra organización del Estado, la salud del pueblo y muchas otras cosas. Acaso pudiera ser de este tenor una primera respuesta incompleta a la mencionada pregunta del sabio nipón: "Los alemanes hemos quedado en desventaja porque durante las últimas décadas hemos dado menos importancia que otras naciones a este aspecto de la vida moderna, el de la posición central de la ciencia en nuestro mundo".

Pero no es sólo que haya llegado a ser mucho mayor la transcendencia de la investigación científica: han cambiado, además, los objetos y el modo de su tarea. A las grandes esferas tradicionales de la ciencia, en las que la contribución científica alemana ha sido siempre la más valiosa, se han añadido otras que a menudo se han desarrollado sobre la linde entre dos antiguas esferas científicas. En la linde entre biología, química y física, por ejemplo, se ha desarrollado la biología molecular, en la que se han realizado los más trascendentes descubrimientos de la última década. La aplicación de los métodos de las ciencias naturales o matemáticas en el terreno de las ciencias del espíritu, por ejemplo, así como en el de las ciencias económicas y las ciencias políticas, ha conducido a un nuevo orden de conceptos e ideas cuya transcendencia se decidirá por la ulterior evolución. La técnica de las calculadoras electrónicas ha dado origen a la ciencia de la cibernética que ha demostrado ser también de extraordinaria utilidad en la biología para el estudio de los sistemas nerviosos de los organismos simples. Aquí nos hemos adaptado los alemanes menos ágilmente que otras naciones cultas.

Pues la juventud científica, que es natural que despliegue la máxima actividad en el campo de lo nuevo, fue casi totalmente aniquilada por la guerra entre nosotros. La actividad científica en las Universidades e Institutos de Investigación debió ser reanudada en 1945, por lo pronto, por los viejos, y se comprende que éstos siguieran trabajando en aquellas esferas de la investigación en las que tan alta tarea habían realizado antes de la catástrofe de 1933. Ahora bien, la juventud científica que está llegando, prefiere trabajar en las nuevas esferas de la

ciencia, aún inexploradas. Por el mundo, allende nuestras fronteras, ha cambiado también extraordinariamente el estilo de la tarea investigadora. Reconociendo la importancia que tiene la investigación, los gobiernos han puesto ingentes sumas a su servicio. La tarea de investigación no es confiada ya a un solo científico: es realizada por nutridos equipos de jóvenes investigadores y en determinadas secciones, para alcanzar ciertos objetivos de la investigación se pone a su disposición todo el personal de la técnica moderna sin reparar en gastos. Para este tipo de investigación no están preparadas, ni debidamente organizadas, nuestras Universidades, incluso en los Institutos Max-Planck, más flexibles, no es fácil llevar a efecto el cambio en el sentido del nuevo estilo de investigación. Que también nuestra administración tropieza con las máximas dificultades para adaptarse a este nuevo tipo de investigación será aspecto de que más adelante trataremos.

Este nuevo estilo de investigación trae también consigo el que no pueda ya trabajarse en todas partes sobre todo. Que, por ejemplo, no todas las orientaciones de la investigación puedan estar representadas en todas las Universidades. Deberán constituirse centros de gravedad que concentren a los especialistas en lugares adecuados donde se consagraran a lo esencial, prescindiendo de lo inesencial. La constitución de estos polos de trabajo exige una prolija y cuidadosa labor previa preparatoria en aquellos órganos de la administración donde la ciencia misma debe tener una influencia decisiva. No creo que haya otro método para llegar a la constitución de estos polos de trabajo que el riguroso cambio de ideas entre los expertos y la administración. Las distintas comisiones del Ministerio de la Ciencia, de la Asociación Alemana para la Investigación y del Consejo Científico, han realizado, durante los últimos años, una excelente labor. No veo la necesidad de introducir muchos cambios en las formas de organización vigentes. Si en el futuro se nos plantean exigencias aún mayores, en virtud de acuerdos internacionales, por ejemplo, acaso haya que seleccionar en estas comisiones con más severo rigor, teniendo en cuenta los elevados gastos que requieren estas investigaciones. Habrá que estimular y favorecer especialmente las esferas y secciones que brinden las mejores perspectivas de éxito o que por otros motivos deban considerarse especialmente importantes, postergando otras que lo son menos.

Vista la cosa en conjunto no consideraría una desdicha que en el futuro soplara aquí un viento algo tempestuoso. La selección suele traer consigo una superior calidad. En tal sazón deberemos reflexionar sobre lo siguiente: si han de hollarse nuevos caminos de la ciencia o han de aplicarse nuevos métodos, habrá que renunciar a lo viejo necesariamente, ya que los medios económicos no son ilimitados, ni son ilimitados los elementos humanos de que disponemos. Esto es más difícil hoy en Alemania que en otras naciones. Pues no podemos basar la seguridad en nosotros mismos en una época posterior a 1933. Por eso hay que basarse en lo anterior a esta fecha, es decir: en las viejas ciencias y en las viejas formas de administración. Una segunda respuesta, parcial igualmente, a la pregunta japonesa, sería decir que los alemanes estamos por lo pronto poco dispuestos a renunciar a lo viejo y hacer posible lo nuevo. Deberíamos aquí, por así decirlo, arriesgarnos más. La audacia científica mantuvo siempre sus fueros y demostró su eficacia en la Alemania del pasado. Deberemos adiestrarnos en esa audacia nuevamente, decidimos por lo nuevo y tomar energías medidas sobre lo que nos parece importante o no nos parece importante.

Como me he referido al aspecto de la administración, llego aquí a una parte de mi informe especialmente expuesta a la crítica: ¿qué pueden hacer el Parlamento y el Gobierno para que las cosas mejoren? Dos discutidas respuestas podrían darse: la de la magnitud de los recursos fiscales para la investigación y la de la modernización de la administración misma. Daremos por lo pronto algunas cifras sobre las que creo disponer de cierta garantía. La fracción del presupuesto del Estado destinada a la investigación científica no militar asciende hoy en otros países industriales como Norteamérica, Inglaterra y Francia, a un 4% aproximadamente. En la República Federal de Alemania del 1,7% al 2%, más o menos la mitad por lo tanto. Estas cifras son problemáticas, como todos saben, pues es difícil el cálculo conjunto y el parangón de las sumas a este fin destinadas en los distintos países. En la República Federal de Alemania, por ejemplo, podría decirse que no debe partirse, para el cálculo, del presupuesto federal, sino de la suma de éste y los presupuestos regionales. Pero la cosa no cambia mucho con ello. Si se tienen en cuenta sólo los desembolsos para la investigación científica, es decir,

si como en otros países se considera que una parte cardinal de los gastos de las Universidades son destinados a la enseñanza, adiestramiento científico, estímulo al estudiantado, etc. y que sólo una pequeña fracción de estos gastos universitarios es destinada a la investigación científica en sentido estricto, sacamos aproximadamente la misma cuenta del 1,7% al 2% para la República Federal de Alemania. Creo, pues, que podemos partir de estas cifras con la conciencia tranquila.

Cuando se habla de estas cifras con miembros de la Dieta Federal o de la Administración Federal, expertos en estas cuestiones, es frecuente que salgan al paso con la objeción de que "tales cifras no tienen verdadera fuerza de convicción para nosotros. Lo que queremos es que se nos presenten proyectos científicos bien fundamentados, no consideraciones de tan general carácter difíciles de controlar. Precisamente sobre puntos centrales de la formación científica donde debe procederse a selección, queremos estar bien informados y poder intervenir en las decisiones". Esta exigencia está fundamentalmente justificada y en realidad se han presentado en el anteproyecto de presupuesto del Ministerio de la Ciencia, por ejemplo, algunos proyectos sometidos a riguroso estudio por diversas comisiones. Pero tampoco se debe partir de ilusiones al plantear tales exigencias. En general puede decirse que al establecer y distribuir el presupuesto federal debe ocurrir algo parecido a lo que le sucede al Director de un Instituto, a mí por ejemplo, cuando preparo con mis colaboradores el presupuesto del Instituto. Sobre muchos de los trabajos propuestos no puedo, realmente, juzgar yo mismo. Debo basarme en la información de mis colaboradores, lo que puedo hacer muy bien, pues he elegido colaboradores dignos de la confianza más absoluta. Me quedan luego sólo dos criterios de los que puedo hacer depender mi decisión cuando yo mismo, como a menudo ocurre, entiendo demasiado poco del asunto. El primer criterio es el éxito científico de la sección de que se trate. Por lo regular estaré dispuesto a otorgar una mayor participación, dentro del presupuesto del Instituto, a aquella sección que, durante un lapso estimable, ha rendido superiores resultados. El segundo criterio es la comparación de estos resultados con los de otros Institutos del extranjero de éxito y prestigio reconocidos. Cuando compruebo, por ejemplo, que en el extranjero, por lo general, en un Ins-

tituto de Investigación de tipo semejante se le conceden a un científico tres ayudantes técnicos, debo suponer, si no se alegan razones en contra de verdadero peso, que en nuestro Instituto debo aspirar a la misma proporción.

He dicho ya que los desembolsos fiscales para la investigación científica parecen ascender en los demás países industriales —Inglaterra, Francia, Norteamérica— al doble aproximadamente que en la República Federal de Alemania. Claro que en principio podría aducirse la presunción de que son los demás los que lo hacen mal y que sólo nosotros lo hacemos bien. Pero los resultados de los últimos treinta años no hablan a favor de semejante criterio. Y antes las diferencias no eran tan grandes. En tales discusiones se hace oír, ocasionalmente, la siguiente objeción: "En el presupuesto federal no podemos partir de la proporción de tales cifras, sino de determinadas sumas en marcos, para planificar las cosas. Cuando el nivel tributario y con ello el presupuesto del Estado, sea más elevado, podremos comprometernos en tareas adicionales, de otro modo lo que tenemos que hacer es precisamente restringirlas". Con esta objeción, en el fondo se plantea el problema de cómo podría cambiar la proporción de las cifras sobre la base del más alto o más bajo nivel de la totalidad del presupuesto federal. Si semejante variación del nivel alcanzado por el presupuesto federal sólo está condicionada por cambios en el valor dinerario, es decir, en el poder adquisitivo del dinero, es natural que esto no debería influir en nada en la distribución del presupuesto federal. Ahora bien, si se trata de auténtico cambio de valor, si, por ejemplo, como consecuencia del descenso de los logros técnicos llegaran a ser efectivamente más escasos los ingresos tributarios en su totalidad desde el punto de vista valorativo, acaso no en la reducción a cifras, no podrá darse esta sencilla explicación. Tal vez convenga aducir la comparación con una situación bien conocida en la agricultura. Si la cosecha ha sido mala, ¿deberá el campesino aumentar o reducir la fracción de la cosechado que pone aparte, según costumbre, como simiente para el próximo año? Supongo que la aumentará, aunque deba cocer menos pan y vender menos trigo. Pues por lo menos el año próximo obtendrá una cosecha mejor. En este símil la investigación científica es la simiente que debe generar el auge económico de los años por venir, un más alto ingreso tributario, una adecuada organización del Estado

y bastantes cosas más que en el pasado generó ya en muchos aspectos.

Otra respuesta parcial a la pregunta japonesa diría, pues, que en los pasados años hemos gastado en la investigación científica sólo la mitad, aproximadamente, de los desembolsos efectuados por otras naciones extranjeras de similar nivel científico, y que, consecuentemente, nuestros logros han sido menores. Esta respuesta es, probablemente, demasiado simple. No creo que el logro científico de un pueblo sea, de modo tan directo, proporcional a los recursos financieros empleados. Ya lo demuestra el propio ejemplo de Alemania después de la Primera Guerra Universal. Pero acaso se mantiene la conexión indirectamente, sin embargo. La fracción del presupuesto del Estado que se destina al fomento de la investigación es exponente de la importancia dada a la investigación científica por los poderes públicos. Este valor públicamente otorgado a la ciencia es probablemente un muy trascendental estímulo para la nueva generación que ve su misión en la ciencia y por el año veinte lo fue en muy alta medida.

He aludido ya al hecho de que ha cambiado el estilo de la investigación y que nuestra administración tropieza con grandes dificultades para adaptarse a este estilo. Quisiera referirme aquí a dos problemas que me parecen especialmente característicos: la organización de los grandes institutos y la libertad de movimiento de los científicos. Los grandes institutos —llamados a veces, con cierto menosprecio, "fábricas de investigación"— son organismos en los cuales, con la contribución de grandes y costosos recursos técnicos se persigue un objetivo de investigación determinado. Sólo después de la Segunda Guerra Universal adoptaron esta forma en varios países y deben ser sostenidos con recursos del Estado ya que no arrojan utilidad económica inmediata. Mencionaré como ejemplos en la República Federal las estaciones de reactores de Kalsruhe y Jilich, el Gran Acelerador Desy en Hamburgo y el Instituto para Física del Plasma en Munich-Garching. No se ha encontrado aún una forma jurídica verdaderamente satisfactoria para estos institutos. Las viejas formas jurídicas, también y especialmente la forma de organización de la institución federal, no son aquí muy adecuadas. Ni siquiera donde la empresa es financiada exclusivamente por el Gobierno Federal. La forma de la institución federal es adecuada allí donde se trata de trabajos científicos de rutina realizados por fun-

cionarios dignos de confianza. Pero no lo es donde han de hollarse, siempre de nuevo, caminos vírgenes de la ciencia, donde el viento tempestuoso de la competencia internacional obliga a adaptarse constantemente a nuevos conocimientos y métodos científicos, donde, por recurso a un frecuente intercambio, incluso de personas, con otros Institutos de Investigación del extranjero, se obtiene la certidumbre de que se colabora en la avanzada de la ciencia. Considero muy importante llegar aquí a nuevas formas de organización. Deben figurar al frente de estos institutos científicos de prestigio internacional. Ahora bien, esto quiere decir que se trataría de científicos que podrían recibir tentadoras proposiciones del extranjero. Será aquí, pues, inevitable, una aproximación a las condiciones vigentes en el extranjero, en Norteamérica, en el Euratom, etc. Las formas alemanas de administración al uso no podremos aplicarlas aquí, sin arriesgarnos a no poder atraernos ya a los colaboradores de mayor pericia.

Por ejemplo, la costumbre imperante es establecer contratos con los científicos sobre la base de determinadas tarifas, con un sueldo inicial relativamente modesto, aumentos cada dos años y una buena garantía para un lapso prolongado, a veces hasta una edad avanzada. En Norteamérica por lo regular sólo se concluyen contratos por un período de tres a cinco años. De aumentos ni se habla, ya que, en cambio, el sueldo inicial es por lo menos 50% más alto. Los más capaces aceptan con gusto el riesgo del contrato de tres años. Creen poder realizar en tres años lo suficiente para ser contratados de nuevo. Los menos capaces preferirán la garantía para la vejez. Nuestro sistema de tarifas trae, pues, consigo que los más hábiles se vayan siempre a Norteamérica y los menos aptos se queden con nosotros. Pero en modo alguno se trata exclusivamente de la situación material, es decir, de los ingresos de los científicos del caso. Un papel, por lo menos tan importante, representa la participación responsable en la tarea de investigación más moderna o la posibilidad de una cierta libertad de movimiento en la elección de los colaboradores, en la colaboración con institutos extranjeros, en visitas a dichos institutos o asistencia a congresos, etc. Experimentamos, siempre de nuevo, la sensación de que las viejas formas de la Administración, que probaron su bondad en otros tiempos, restringen y empuñan hoy la vida en esta esfera y que jóvenes alemanes que han trabajado

durante algún tiempo en Norteamérica, por temor a esta estrechez precisamente, no quieren regresar a Alemania. Aquí debemos, pues, adaptar nuestras formas de administración a las del ancho mundo. La rígida aplicación de las normas de administración vigentes haría imposible un estilo de investigación científica moderna, a la altura del nivel internacional.

Hay una costumbre, que desde hace mucho tiempo parece lo más natural en los países anglosajones y que si entre nosotros prendiera contribuiría a mejorar la situación probablemente. En dichos países, hombres formados en la ciencia, en la técnica o la economía, ingresan a menudo en la Administración del Estado, con toda la experiencia acumulada, e inversamente, hombres cuya actividad se había desplegado en la Administración pasan a ocupar responsables cargos administrativos en Institutos de Investigación, por ejemplo. Semejante flexibilidad sería muy de desear entre nosotros en la República Federal. En la esfera de la Administración habrá que insistir en la experimentación durante algún tiempo probablemente. La anquilosis sería aquí el mayor peligro. Si tropezamos con dificultades en la investigación científica ello se debe a que nuestras viejas formas de administración no responden ya al nuevo estilo de la ciencia.

De interés impostergable son los requerimientos de la colaboración internacional. Al exigir la inversión de tan gigantescos recursos esta es-

fera de la investigación es elaborada por muchos Estados en acción conjunta. La República Federal ha sido requerida a participar en las empresas de investigación del Euratom, el Cern, Esro, Eldo, es decir, también en el aprovechamiento de la energía atómica, Física de alta energía, investigación del espacio y la cohetaría y efectivamente, la República Federal ha participado ya en cierta medida en estas tareas en la pasada década, en la institución internacional del Cern (Ginebra), por ejemplo. Si se plantea la cuestión de la magnitud de la colaboración de la República Federal en tales empresas, ya de antemano deberemos tener presente que aquí será inevitable una restricción de los recursos con que se contribuye. Pues por una parte las contribuciones a las organizaciones internacionales son ya considerables y por otra parte la participación sólo tendrá sentido si se está dispuesto a impulsar con suprema energía la investigación de que se trate en el propio país, es decir: si se está dispuesto a invertir en el propio país recursos considerablemente más altos que los puestos a disposición de las organizaciones internacionales. Pues la contribución de miembro internacional sería por completo estéril si en la esfera de investigación de que se trate no acarrea un fecundo desarrollo en el propio país y esto claro que sólo puede lograrse con enormes esfuerzos dentro de la nación.