

Cómo se investiga

Por el Excmo. Sr. Don ANTONIO RIUS MIRO

Académico numerario

Excmos. Sres. Académicos, Señores y Señoras:

No podemos despreocuparnos de la investigación en los actuales momentos, cuando en España se está realizando el mayor esfuerzo que se puede encontrar en su historia, para incorporar nuestra ciencia y nuestra técnica a las de naciones que nos llevan vanos siglos de ventaja y que, precisamente en estos tiempos, trabajan como nunca lo habían hecho hasta ahora en su desarrollo científico y técnico, con resultados tan asombrosos que aseguran la aparición de una nueva etapa en la historia de la humanidad, de consecuencias más profundas que las de la Revolución Industrial. Debemos incorporar rápidamente y con toda nuestra capacidad a este poderoso movimiento si no queremos quedar definitivamente separados de los países que marchan a la cabeza de la sociedad humana.

Entre los españoles, somos muchos los que sentimos esta preocupación y plumas más ágiles que la mía, y oradores brillantes, han tratado muchos aspectos de este tema, a pesar de lo cual, en esta inauguración del curso 1964-65 la Real Academia de Farmacia, para la que mis compañeros, con una benevolencia que agradezco, me encargaron preparar esta conferencia, voy a hablaros también yo de investigación, porque creo que puedo hacerla sin necesidad de sujetarme demasiado rígidamente al fichero de la bibliografía sobre el tema. Los años durante los que he practicado la investigación, el esfuerzo preferente que siempre le he dado, que al cabo de los años y del desgaste que producen, me han llevado a una actuación modestamente rectora, me permiten creer que hoy puedo hablaros de «cómo se investiga», sin recurrir directamente a lo que otros han dicho con más autoridad.

La investigación se realiza desde hace muchos años, tantos como marcan el desarrollo de la ciencia, y la investigación actual sólo se distingue de la del siglo pasado por haber penetrado en todos los dominios de la actividad intelectual humana y por los poderosos medios materiales y humanos de que hoy dispone, que le permite crecer según una ley exponencial de exponente muy elevado.

La investigación propiamente dicha, puede ser fundamental o aplicada. Quienes se dedican a la investigación fundamental, tienen por única meta perfeccionar el conocimiento de la Naturaleza, y de sus leyes, sin preocuparse de la utilidad inmediata de este conocimiento. Son los creadores de la Ciencia, sin la cual el hombre se vería obligado al empirismo en todas sus actividades. Por lo tanto, la investigación fundamental es como el trigo que muele la investigación aplicada, es decir, la que busca resultados inmediatamente útiles, de preferencia, los que pueden concretarse en una patente de invención, que no siempre es posible alcanzar. Todos sabéis que la aspirina y el DDT han dado fama a químicos que no necesitaron descubrir estos cuerpos, conocidos desde muchos años antes, y que los beneficios que la humanidad ha alcanzado con estos productos fueron el resultado de una

investigación sistemática sobre propiedades bioquímicas de muchos cuerpos ya conocidos. En estos casos, el éxito fue alcanzado por una investigación realizada con técnica esencialmente igual que la empleada en la investigación fundamental. aunque en el ánimo de los investigadores tuvo que pesar continuamente la preocupación de alcanzar resultados inmediatamente útiles, exactamente igual a lo que les ocurre a cuantos se dedican a la investigación aplicada.

El investigador fundamental ha de tener la única preocupación de crear ciencia, que es el resultado de una búsqueda sistemática del conocimiento del mundo físico y al cual se llega por un pensar sistemático aplicado a observaciones y medidas también sistemáticas.

Queda así definida la posición intelectual del investigador fundamental, a quien sólo interesa el progreso de la ciencia y la del que practica la investigación aplicada, para quien los únicos conocimientos nuevos que le interesan son los que proporcionan una inmediata y útil aplicación.

Frecuentemente se cuenta entre la investigación y se llama investigación de desarrollo, lo que experimentalmente se realiza en las llamadas plantas piloto y en la sección de proyectos o de prototipos de una empresa, con el objeto de proyectar la instalación necesaria para la fabricación en escala industrial de un dispositivo, de un aparato o de un producto. Aunque este aspecto de la investigación consume mucho más dinero que la investigación propiamente dicha, nos resistimos a aceptarla como a tal y la consideramos como labor de ingeniería, en la que ésta no hace más que aprovecharse de la investigación que se ha realizado y se sigue realizando y que ha llegado a darle el rango científico que en muchos casos tiene la ingeniería. Que la ingeniería es indispensable para crear la industria es indudable, pero para esta creación hacen falta otros factores importantísimos a los que nadie daría el nombre de investigación.

El hecho de que lo hayan demostrado otros con más autoridad que la mía, me permite recordar de pasada, que la investigación representa una buena inversión de capitales, lo que debería interesar y convencer quizás a tantos poderosos que la tienen abandonada y en la indigencia, hasta el punto que los investigadores frecuentemente se ven obligados a mendigar para un fin tan noble como es la investigación, no para conseguir el pan nuestro de cada día, que tiene asegurado de sobra en otras ocupaciones, sino para sostener el fuego sagrado de la investigación. Sus rescoldos, afortunadamente, son en nuestra patria cada vez más patentes y están en espera de los que puedan soplar sobre ellos el aire que lleva el comburente vital. La tarea de la búsqueda de medios económicos absorbe el esfuerzo de muchos investigadores, obligados así a realizar una labor administrativa y de dirección, que nada tienen que ver con la ciencia, pero que es indispensable para alimentar la vocación de tantos alumnos a los que guiaron hacia el campo de la investigación. Digamos también que la investigación es tan necesaria, que quienes no la tienen se ven obligados a comprarla a precios muy altos. Porque en la actualidad hay empresas muy eficaces que, con fines lucrativos, investigan lo que les piden sus clientes, y por otra parte es hoy corriente comprar las patentes y el *modus operandi* a empresas que las adquirieron por medio de costosas investigaciones. Como consecuencia, la falta de investigación propia obliga a montar la industria sobre unas bases inseguras, porque lo que fácilmente se compra y se vende es lo que ha sido rebasado por procedimientos y por patentes más modernas. No debemos perder de vista que la tecnología evoluciona hoy con extraordinaria rapidez, y que para estar situados en los límites estrechos de esta evolución es necesario situarse entre los que la producen y, por tanto, entre los que investigan.

Según Victor A. Kovda, Director del Departamento de Ciencias Exactas y Naturales de la Unesco, en diciembre de 1960, se examinaron y aprobaron las líneas principales de las actividades de aquella organización en materia de ciencias exactas y naturales y tecnología. La disertación de Kovda es interesantísima, porque demuestra la preocupación internacional por el

desarrollo de la investigación en países que, en este aspecto, no figuran a la cabeza de las naciones de alto nivel científico, como medio indispensable para mejorar rápidamente su desarrollo, científico y técnico. El plan de trabajo se inició en 1961. En él se atribuye importancia particular al estudio y preparación de métodos para evaluar, explotar y conservar los recursos naturales del mundo, así como a las aplicaciones de la ciencia y de la tecnología para acelerar la industrialización de los países en vías de desarrollo, cuya independencia política ha sido lograda recientemente. Entre los nuevos conceptos utilizados, es interesante el de *potencial científico y técnico* de un país, tomando como medida la totalidad de los recursos de que dispone para resolver los problemas de importancia nacional, regional e internacional, que se plantean en el dominio de las ciencias y de sus aplicaciones prácticas. Entre estos recursos destaca el potencial humano, que puede expresarse por el número de especialistas científicos por millón de habitantes. Este número, en los países más adelantados, oscila entre los 500 y los 4.000. Precisamente es la investigación el procedimiento más eficaz e indispensable para formar hombres de ciencia y especialistas científicos, que son los verdaderos técnicos. La investigación puede y debe realizarse en los centros de enseñanza, pero esto no excluye la necesidad de otros centros creados expresamente para la investigación, tanto básica como aplicada, y con carácter desde el general hasta el muy especializado, según las necesidades del país. Alrededor de estos centros, ha de desarrollarse la producción de aparatos científicos, instrumentos de medida y material especializado, que requiere la investigación, que muchas veces han de adaptarse a un problema determinado, que se vuelven anticuados rápidamente y sufren averías y cuya rapidez y eficaz reparación es conveniente que se realice cerca del personal científico que lo utiliza. Se han de crear también, como consecuencia del volumen que adquiera la investigación, las bibliotecas científicas, las colecciones de microfilms, los servicios de traducción y muchos más elementos que forman también parte del potencial científico y técnico de cada país.

La construcción de un laboratorio dedicado a la investigación bien equipado, puede exigir sólo uno o dos años, en tanto que la creación de los especialistas científicos no puede improvisarse más que con decenas de años. Admitiendo de un modo aproximado y quizás arbitrario, que de cada cien alumnos de la enseñanza media, sólo diez o quince ingresan en las Universidades o en las Escuelas Técnicas, y que de éstos, sólo en la misma proporción del 10 al 15 por 100 lleguen a adquirir los conocimientos que deben exigirse a un especialista científico, se llega a la conclusión de que sólo del 1 al 2,25 por 100 de los alumnos que han cursado la enseñanza media, adquieren la preparación del especialista científico mínima para cubrir las plazas de los laboratorios de investigación, tras una preparación que no baja de diez años. Téngase en cuenta, además, que de cada cien personas dedicadas exclusivamente a la investigación, sólo dos o tres llegarán a adquirir una capacidad de posibilidades excepcionales. Por lo tanto, si un país quiere llegar a ocupar un puesto destacado entre las naciones adelantadas, será preciso que con anticipación considerable, y con esfuerzos poderosos, dedique su atención a aumentar y perfeccionar sus centros de enseñanza. Sólo así es posible aumentar el potencial científico y técnico, aumentando uno de sus factores más decisivos, que es el potencial humano.

Las inversiones, aplicadas a la investigación en los países desarrollados, alcanzan valores tan elevados, que en nuestros días ha surgido la necesidad de valorar y controlar su rendimiento. El problema está erizado de dificultades, y hasta ahora no se ha llegado a descubrir ningún procedimiento que permita valorar cuantitativamente los frutos de la investigación. A esta conclusión se llega al estudiar lo que en un Symposium sobre este tema se discutió en Inglaterra (Londres 1964. Productivity in Research). Quizá la mayor dificultad nace de conseguir un acuerdo sobre lo que se desea obtener de la investigación. El criterio simplista pero fundamental de este rendimiento, debería ser la mejora en el

bienestar de los hombres, que se logra con la investigación, referido al capital y al trabajo empleado en ella. No es necesario decir cuántas dificultades entraña este criterio, que permitiría a los hombres de ciencia ponerse de acuerdo sobre el importante problema de cuáles son las investigaciones que por sus valores negativos deberían ser prohibidas.

Entre los dirigentes de las grandes empresas que dedican a la investigación grandes esfuerzos económicos, se pretende medir los resultados por el aumento de las cifras de ventas, o el aumento de la producción por unidad de capital, que no dependen forzosa y exclusivamente de la investigación. También es de importancia el número de patentes obtenidas y en gran parte el sacrificio económico que re presenta la investigación está determinado por lo que otras empresas hagan en el mismo dominio. Cuando se trata de la salud del hombre, que no tiene precio, los gastos ocasionados para encontrar un producto útil no se toman en consideración, no sólo por motivos altruistas sino también por la naturaleza de las industrias farmacéuticas a cuyos desvelos debe tanto la humanidad.

Recientemente, el Dr. A. M. Weinberg, director del Laboratorio Nacional de Oak Ridge (EE. UU.), para valorar un proyecto de investigación recomienda que se tengan presentes los tres criterios generales siguientes: 1.º su valor científico; 2.º su valor tecnológico y 3.º su valor social. El desarrollo de un proyecto de investigación, decidido por su valor científico es siempre interesante, porque la ciencia es la base de toda investigación, sea o no aplicable inmediatamente, y debe tenerse en cuenta también que puede ser de mucha importancia para otros sectores científicos más o menos afines.

Ha de tenerse muy presente que la práctica de la investigación no puede limitarse al personal joven que aspira durante un período de formación intelectual, a aprovecharse de la investigación como medio de aumentar su cultura científica o para adquirir méritos que le permitan ascender de categoría en los dominios de la enseñanza o de la técnica. Tampoco puede reducirse a unas pocas personas excepcionalmente dotadas y de vocación acaparadora para la investigación. *El* investigador no necesita, para ser útil, poseer condiciones intelectuales extraordinarias, pues son contadas las personas simplemente normales que estén incapacitadas para todos los aspectos de la investigación, cuya complejidad, a través de una organización científica y administrativa adecuada, permite reclutar el número de personas necesarias para toda empresa de investigación. No conviene olvidar cuantos estudiantes mediocres han llegado a formar en la legión de los Premios Nóbel, ni los múltiples factores que intervienen en la fecundidad y en la originalidad intelectual.

Merece un párrafo especial *el* inventor, desde *el* punto de vista de la investigación. El inventor realiza sus investigaciones de un modo muy distinto del que investiga normalmente. Los medios de que se vale tienen un carácter especial y también es distinto el proceso mental de su trabajo. Mejor que definir al inventor será recordar una persona ejemplar, de cuya vida y trabajo se ha escrito y divulgado ampliamente. Nos referimos a Tomás Alva Edison, cuyos inventos más notables fueron realizados en un laboratorio que más podría llamarse garaje y con los conocimientos científicos que pueden adquirirse sin asistir a las clases de un centro superior de enseñanza. La historia de este inventor es sobradamente conocida. para que insistamos sobre ella. Comparemos ahora a Edison con otro americano al que se deben descubrimientos muy útiles (descubrimientos, no inventos). Recordemos así a Langmuir, a quien, entre otras muchas cosas, debemos las modernas lámparas eléctricas de incandescencia con filamento en forma de espiral. y el soplete de hidrógeno atómico, cuyos descubrimientos nacen de la aplicación de los resultados de investigaciones puramente científicas realizadas por el propio Langmuir para conocer la evaporación y la tensión de vapor de metales a altas temperaturas y la disociación del hidrógeno molecular.

Probablemente, lo primero que debe descubrir *el* inventor es lo que

quiere inventar, para lo que no existe ninguna sistemática y ha de conseguirlo mediante la atención concentrada sobre la multitud de problemas con que se tropiezan en la vida práctica, en el trabajo cotidiano y sobre *lo* que continuamente oímos reclamar a las personas que nos rodean. El segundo paso del inventor, es encontrar una idea para resolver *el* problema, seguido de una verdadera investigación experimental aplicada. La curiosidad científica puede dar temas a los investigadores propiamente dichos, en tanto que al inventor se le han de ocurrir problemas que sea útil resolver. La utilidad y la invención no pueden separarse, lo cual constituye el fundamento de todas las legislaciones sobre patentes de invención y, en general, sobre la propiedad intelectual. Al inventor no le hace falta mucha ciencia básica y por esto puede haber sido uno de ellos el que criticase a un investigador, diciendo que tenía solución para cosas que no son problemas.

La época de los inventores, a pesar de lo mucho que ellos aportaron al progreso, va desapareciendo. Hasta la legislación de patentes, sin la cual el estímulo principal del inventor, desaparece, es objeto de crítica y de modificaciones esenciales con el fin de proteger, no al inventor, sino a los equipos de investigadores de las grandes empresas industriales que encuentran siempre un modo de defender, con patentes de invención, los resultados de sus investigadores. Estos, con métodos científicos, resuelven, gracias a inversiones cada día más cuantiosas, muchos más problemas que los inventores. con sus métodos personales de trabajo y con medios incomparablemente inferiores a los que poseen los grandes laboratorios de muchas empresas industriales. Así se ha llegado al resultado siguiente: En los Estados Unidos, en 1929 , se concedieron 42.000 patentes y en 1963 sólo 40,000, a pesar del aumento enorme de la población y de su preparación científica experimentadas por aquella nación,

La investigación, como cosa humana, no se da por generación espontánea. Hay que esforzarse en crearla donde no está y desarrollarla cuando es insuficiente, con mimo y atención de los dirigentes políticos y científicos de la nación. El desarrollo extraordinario que en la actualidad tiene en algunos países, ha exigido muchos siglos aun después de creada la ciencia y la tecnología. La investigación necesita medios materiales y un clima propicio. Para lograr los primeros, es necesario alcanzar recursos financieros que, en general, proceden de regiones muy ajenas a la investigación. Es necesaria una labor paciente y bien orientada para convencer a los poderosos, lo que equivale a crear un clima exterior, dirigiendo la atención a demostrar la utilidad de lo investigado, ya sea por sus frutos económicos, ya sea para formar hombres capacitados científicamente. Nunca será mucho lo que se haga para convencer a los ciudadanos de la utilidad de la investigación en estos dos aspectos que caracterizan sus resultados.

No es posible crear un clima exterior si previamente no se ha creado un clima interior entre el personal que realiza la investigación, y para ello es preciso recordar lo que motiva a los hombres, después de haber adquirido una cultura científica suficiente, entregarse al afán de investigar. Este primer impulso, que ha de desarrollar la vocación investigadora, es distinto para cada hombre. No es excepción pero tampoco es frecuente, que sea la curiosidad científica del principiante, el deseo de conocer la Naturaleza más a fondo, lo que le mueva a investigar. Se es investigador, por la vocación, que crea en la investigación una fuente de placer espiritual. de satisfacción por el trabajo realizado, de entusiasmo por los éxitos alcanzados y de la consideración ciudadana por los afanes y la vida de un investigador.

También debe tenerse en cuenta que hay personas muy sensibles a los éxitos económicos, que son raros y menguados para los investigadores, pero que son absolutamente imprescindibles, pues no puede sentir una completa satisfacción por su vida el que no gana para vivir él y su familia con un mínimo de comodidades y sin excesivas preocupaciones sobre el porvenir. Digamos de paso, que la creación de investigadores convendría empezarla en la escuela primaria, para lo cual bastaría seguir como método pedagógico el de dejar que los estudiantes *descubran* por sí mismos lo que se pretende

enseñarles. Este afán de descubrir, creado en la escuela, probablemente les acompañaría toda la vida y haría crecer la masa de hombres de ciencia, de entre los cuales pueden surgir vocaciones de investigador.

Quedan así resumidas las principales normas para los que han de ocuparse de crear y desarrollar la investigación entre los individuos de una colectividad humana.

La investigación fundamental se realiza principalmente en las Universidades y en los Centros Superiores de Enseñanza, y esto es así por varias razones. En primer lugar, la enseñanza es mucho más eficaz y perfecta cuando el que la profesa ha contribuido a la creación de la ciencia que enseña y que él mismo vive y experimenta. Hay, además, en la Universidad un potencial humano que no es preciso reclutar y que científicamente tiene una formación suficiente para dar los primeros pasos en la investigación. Nos referimos a los graduados que, para llegar a doctores, necesitan realizar una tesis doctoral, pues la Universidad española, a diferencia de muchos de los demás centros superiores de enseñanza, no admite el título de doctor para nadie que no haya realizado su tesis doctoral, es decir, sin haber practicado la investigación. Doctorado e investigación, para gloria de nuestras Universidades, son dos cosas absolutamente inseparables. Por otra parte, la investigación fundamental es la mejor escuela de investigadores, tanto para alcanzar fines puramente científicos, como para la dedicación posterior a la investigación aplicada.

Lo que acabamos de decir no libera a las Universidades de realizar investigación aplicada, del mismo modo que las aulas universitarias no forman exclusivamente hombres de ciencia. Silla que enseñan también profesiones y forman profesionales.

Los que se han ocupado de la organización y del desarrollo de la investigación, han llegado unánimemente a la conclusión de que existen unas dimensiones mínimas para que un centro dedicado a esta labor, rinda sus frutos y pueda tener estabilidad. Por lo menos, en cada centro de investigación han de trabajar cien personas, de las cuales la cuarta parte han de ser investigadores. Por otra parte, apreciaciones bastante exactas en España conducen a valorar en unas 800.000 pesetas el presupuesto total por cada investigador, mínima ampliamente sobrepasado en otras naciones más desarrollada que la nuestra, por lo que puede afirmarse que la rentabilidad de la investigación de un centro, exige por lo menos, un presupuesto anual de veinte millones de pesetas. Sólo con esta inversión pueden asegurarse remuneraciones suficientes para el personal, la adquisición de aparatos necesarios, que envejecen muy rápidamente, no por desgaste, sino por aparición en el mercado de otros más exactos y más versátiles, y que cada día van siendo más costosos. Actualmente los aparatos con un coste de un millón de pesetas se consideran muy asequibles en cualquier laboratorio de química y de física, que además suelen tenerlos repetidos. Por lo tanto, es una necesidad inevitable agrupar a los investigadores y a los medios materiales de trabajo con que se cuente, en laboratorios de dimensiones por lo menos críticas. Así nacen los institutos de investigación, tanto los específicos para una materia acotada, como los que se dedican a cuestiones más dispersas.

La investigación es, pues, cara y exige desembolsos muy considerables, de los que sólo pueden disponer empresas de una potencia desconocida en nuestro país. Aún en naciones de industrias muy poderosas, ha surgido la necesidad de la asociación de empresas para crear y mantener centros propios de investigación dedicados a los problemas que interesan a un número suficiente de asociados. En España se ha legislado en el sentido de facilitar y estimular la creación de estas asociaciones. Desgraciadamente, los intentos realizados hasta ahora por nuestra industria no han llegado a crear centros investigadores del tamaño crítico, porque nuestros industriales y aun muchos rectores de nuestra política, tienen muy poca confianza en la investigación, y olvidan por completo lo que muchas naciones deben a la misma en cuanto se percatan de su elevado coste.

Hemos dicho que la investigación, queramos o no, directa o indirectamente, hay que pagarla. Ante esta realidad han surgido en el mundo laboratorios, o mejor quizá, empresas, para la investigación, que investigan cuanto puede interesar a una empresa privada, mediante un contrato y una remuneración. Citemos entre estas organizaciones, la *Battelle Memorial Institut* como una de las más conocidas y eficaces.

Se ha discutido mucho sobre la capacidad o incapacidad de los españoles para la investigación, cuando en realidad, no se hizo antes de la creación del Consejo Superior de investigaciones Científicas, ningún esfuerzo continuado para darle carta de naturaleza entre nosotros. No hace muchos años, ni siquiera se exigía para ser profesor universitario haber realizado un esfuerzo serio en el terreno de la investigación, y por otra parte, las aptitudes del profesor en este campo no podían ser muy útiles en nuestras universidades, que carecían aún de lo más necesario para dar enseñanza práctica a sus alumnos. La *Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas*, hizo un esfuerzo que habría podido ser fecundo si no lo hubiera interrumpido nuestra Guerra de Liberación. Desde el año 1939 el *Consejo Superior de Investigaciones Científicas* lleva la antorcha de la investigación y los investigadores han aparecido en España en número mayor de lo que podría esperarse por el capital invertido. El XXV aniversario de la fundación del Consejo ha sido una demostración clara de la consideración que han merecido nuestros jóvenes investigadores de los más altos representantes científicos de todas las naciones del mundo, y ha sido posible contemplar su intervención en los Simposiums celebrados en presencia y con la participación de una mayoría de especialistas extranjeros. Desapasionadamente, podemos afirmar que nuestros investigadores han estado a una altura admirable. No somos incapaces de investigar, tenemos defectos, pero también virtudes que los compensan, como demuestra el hecho de que fuera de España muchos científicos españoles triunfan y alcanzan posiciones de la más alta cotización, y si se nos preguntase hoy cuáles han sido los mejores frutos logrados por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, contestaríamos con una profunda convicción que estos frutos los constituyen el número y la calidad jamás alcanzado en España, de investigadores y científicos, que están en plena producción y no desmerecen de los extranjeros. A estos resultados se ha llegado con recursos económicos muy escasos, lo que impide la posesión de los aparatos costosísimos que no sólo acortan los tiempos necesarios para realizar las operaciones, medidas y cálculos propios de la investigación, sino que extienden el área de los fenómenos que pueden observarse. También exige recursos pecuniarios elevados la creación de equipos humanos que permitan extender la zona de la Naturaleza explorada y aprovechar la especialización de los componentes del equipo. Téngase en cuenta que hoy los resultados mejores de la investigación no los alcanzan investigadores que trabajan solitarios y aislados; sino equipos en los que puede ser más o menos decisiva la personalidad de uno de sus componentes, pero que en ningún caso importan más que la composición del conjunto y las cualidades humanas y científicas de cada uno de los que trabajan en una misma dirección y con un mismo fin.

Uno de los mayores aciertos del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, fue la creación de la profesionalidad de la investigación, que ha penetrado en la sociedad española porque ya no son rarezas individuales los hombres de ciencia que no hacen más en la vida que investigar, y que profesionalmente viven dignamente de la investigación. Para llegar a este fin, se crearon en el Consejo los cargos de colaborador y de investigador científicos, nombrados con arreglo a una cuidadosa legislación y remunerados como cualquier otro funcionario público. Los primeros pasos en la carrera de la investigación dentro del Consejo, se dan como becarios. Más adelante, casi siempre con el título de doctor o de otro equivalente, tras unas oposiciones "o un concurso", si se reúnen las condiciones necesarias para investigar, se alcanza la categoría de colaborador, y unos años después, de entre los colaboradores se seleccionan los que han de ser nombrados investigadores. Hay, pues, una escala que conduce a posiciones cada vez mejores y que son un estímulo ininterrumpido para los investigadores y la seguridad de que sus remuneraciones les permitan vivir con dignidad. Digamos de paso, que en estos últimos años la imposibilidad de aumentar el número de

colaboradores y de investigadores, han interrumpido peligrosamente los ascensos, y, por tanto, el personal investigador de nuestros Institutos envejece sin compensación por la entrada de otros jóvenes que se cansan de esperar y con frecuencia buscan fuera de la investigación lo que ésta no puede darles. Es necesario rectificar estas circunstancias y está en el ánimo de todos los rectores de la investigación española, crear un ritmo de crecimiento del personal, sin discontinuidad, para que en él existan todas las edades humanas en las cuales han de existir, también, todas las características humanas del investigador. Naturalmente, es preciso que este ritmo de crecimiento personal vaya paralelo al crecimiento y renovación del material científico de los centros investigadores, sin lo cual se llegaría al absurdo de que todo su presupuesto sería absorbido por el personal.

A los que niegan a los españoles la capacidad investigadora me atrevo a recordarles, desde este lugar, que una forma indudable de investigación es la que hoy realizan los artistas de las artes plásticas, que llamamos vanguardistas, para liberar a la pintura y a la escultura de las normas clásicas, dentro de las cuales se corre el peligro de agotar la originalidad y de crear obras por repetición infinita y monótona de ideas expresadas ya por otros artistas. Pues bien, en este aspecto de la investigación, son reconocidos como las más altas figuras artistas españoles de fama mundial, entre los que nadie ignora a Picasso, Dalí y Miró.

Se puede investigar libremente sobre un tema que interese particularmente al investigador que, en este caso, ha de considerarse como el creador de la investigación. Se puede investigar, también sobre un tema planteado por las necesidades de la industria o de la propia ciencia o sugerido por un plan de trabajo fijado por la dirección del centro. Por lo tanto, los temas que se investigan tienen orígenes muy diversos, ninguno de los cuales puede considerarse como más importante. En todo caso, es necesario la entrega total del investigador a su trabajo, y para conseguirlo tiene mucha importancia la *plena dedicación*. Con esta denominación casi siempre se exige sólo que el investigador dedique sin distraerse toda la jornada de trabajo a la investigación que realiza, pero no se excluye la posibilidad de que dedique sus horas libres a otras ocupaciones relacionados o no con la investigación. Todos tenemos derecho a nuestro *violín de Ingres*, que nos ofrece el verdadero descanso, ya que descansar muchas veces, sólo es cambiar de ocupación. Además, otra ocupación en horas extraordinarias puede completar la remuneración, por desgracia frecuentemente incompleta, para nuestros investigadores. En todo caso, el trabajo intelectual agota la capacidad del cerebro para crear nuevas ideas que son necesarias para continuar la labor que estamos realizando y de la que, a veces, parece separarnos un muro impenetrable. Tengamos también presente que el cerebro puede seguir trabajando sin tener conciencia de ello durante las horas de reposo o de distracción. Estas consideraciones permiten comprender cuán difícil y, a veces, cuán perjudicial puede ser lo que se ha dado por llamar *dedicación exclusiva* conclusión a que se ha llegado repetidas veces; en estudios estadísticos sobre la productividad científica de los que se dedican exclusivamente a la investigación y la de los hombres de ciencia dedicados a más de una forma de trabajo. Especialmente compatible con la investigación, es la tarea docente, no sólo porque únicamente los que investigan en una ciencia o en una técnica pueden explicarla con entusiasmo capaz de premiar en la vida de sus alumnos, sino también porque el hecho de preparar conferencias más o menos relacionadas con la investigación que se está realizando, obliga a desarrollar ideas amplias y rigurosas sobre la ciencia que se cultiva.

Un defecto de nuestros investigadores, al que no se ha dado la importancia que realmente tiene para conseguir frutos brillantes de la investigación, es la falta tan frecuente entre nosotros de imaginación. El hecho parece contradecir las condiciones que nos atribuimos, sin tratar de comprobarlo rigurosamente, por nuestro carácter meridional. Sin embargo, seguramente, sería fácil encontrar esta falta reflejada en otros dominios de

nuestras actividades humanas. Por este motivo pedimos con frecuencia a nuestros alumnos investigadores que se esfuercen en conseguir la originalidad, que se olviden de comprobar o corregir lo que otros han hallado, que no teman defender nuevas ideas, aunque sean las más revolucionarias, como aconsejó Pasteur, y les recuerdo que Schopenhauer llamaba pecado contra el Espíritu Santo «dejar de lado los propios pensamientos para echar mano de un libro».

Muchos investigadores, frecuentemente a causa de que los procedimientos administrativos para valorar su trabajo no pueden medir la originalidad, se satisfacen con tener en cuenta el volumen de sus publicaciones, por lo cual están continuamente acosados por la necesidad de publicar, fin que se alcanza con mayor seguridad por alguno de los caminos siguientes: Se trata de confirmar o rechazar con experiencias propias, frecuentemente con técnicas muy conocidas, hipótesis o fórmulas creadas por otros autores, con lo cual la publicación está asegurada, ya que las experiencias confirman lo ya publicado o lo contradicen, lo que puede ser expuesto como un resultado negativo, que indudablemente no carece de interés científico o se presta a obtener resultados positivos si se tiene habilidad para introducir nuevos parámetros en las fórmulas criticadas. Por este camino se puede llamar la atención del mundo científico, más por el prestigio del autor objeto de crítica, que por la importancia científica del resultado alcanzado.

Otro camino que asegura una publicación original consiste en dedicarse a la determinación de constantes de cuerpos no averiguadas antes, o que un estudio crítico de la bibliografía permite clasificar entre las determinaciones defectuosas, lo que es frecuente, porque en nuestros tiempos las técnicas progresan rápidamente y cada vez se da un paso adelante en el método para determinar una constante, aparecen un número elevado de publicaciones sobre ella, muchas veces inmediatamente útiles para el progreso científico y que, en todo caso, contribuye a aumentar los fondos inagotables de nuestra bibliografía científica. Si el investigador que se dedica a estas tareas reúne las condiciones necesarias de meticulosidad y de habilidad experimental, la obra por él realizada puede tener un alto valor científico, pues no hay investigación que pueda realizarse sin emplear constantes determinadas por otros autores y cuya exactitud influye en el valor de los razonamientos y cálculos que se hagan con ellas.

Sin embargo, los grandes descubrimientos científicos y los que más llaman la atención, no suelen ser alcanzados por estos caminos sino por otros mucho más arriesgados para el investigador desde el punto de vista de la seguridad de una publicación a la que aspira frecuentemente con excesiva vehemencia. Para este tema, es interesante la entrevista publicada el mes de junio de este año en *Science and Technologie*, con el investigador Bernd Matthias, uno de los científicos que tienen en su haber descubrimientos científicos más notables sobre superconductores, materiales ferroeléctricos y otras cuestiones relacionadas con el estado sólido. El artículo se titula *Jugar al azar en el laboratorio*, y en él se pregunta a Matthias. cómo se explica que haya descubierto tantos materiales con propiedades poco corrientes, a lo que contesta que a él le gustan las apuestas y sigue con su afición en los problemas de la física. Busca lo nuevo y, por tanto, lo que no se le ocurre fácilmente a otros, y sucede que, o bien encuentra lo que esperaba encontrar, o no encuentra nada; en este último caso, no tiene nada que publicar y no publica, contrariamente a lo que hacen otros investigadores que escriben sin escrúpulos sobre resultados negativos. Para él, la apuesta es una publicación o un trabajo inútil, y la verdad es que ha hecho así descubrimientos muy importantes.

En general, con el carácter más frecuente de los investigadores, los resultados más importantes de la investigación se logran estableciendo programas que, el director formula o propone tras un estudio detenido. Para un centro de investigación aplicada es indudable que el objeto perseguido está impuesto por las circunstancias, pero, además, debe programarse la

investigación de un modo adecuado, ya que la absoluta libertad del investigador, sólo es posible cuando las condiciones de éste lo aconsejan, y, en todo caso, ha de existir un jefe cuyas decisiones deben ser rigurosamente acatadas.

Hoy, la ciencia se ha liberado de los mitos y de la magia. Los hombres investigan todo lo que hay en el mundo, tanto lo más grande como lo más pequeño, lo más importante y lo baladí. Cualquier problema resuelto plantea otros antes insospechados, y la investigación se desarrolla como una cadena infinita. Hasta cierto punto puede afirmarse que los investigadores no adivinan el porvenir, sino que lo crean. Así, la investigación se extiende ininterrumpidamente y no tiene fin. El mundo creado por la investigación adquiere un desarrollo que a nadie, ni a los sabios, ni a los más ignorantes, puede dejar de sorprender. La Humanidad entra en los dominios de un mundo regido por la investigación, que determinará con seguridad una nueva época de la historia humana.

El desarrollo de la ciencia tiene dos vertientes; la primera la constituye el conocimiento de los hechos científicos que, naturalmente, avanza rápidamente por un proceso fácil de investigación y lo hace sin encontrar limitaciones de ninguna clase. Después, se trata de explicar los hechos naturales y en este empeño lo más fácil es descubrir la relación entre un nuevo hecho y otros ya conocidos. Esta relación que muchas veces constituye lo que llamamos ley, es ya un fruto científico, al que, en general, debemos calificar de modesto. Por otra parte, la ciencia se desarrolla también por un método no experimental que podríamos llamar especulativo, como fruto exclusivo de la inteligencia. Muchas veces, a los resultados de este desarrollo les llamamos teorías, con la conciencia de que la confianza que depositamos en ellos es de menor categoría que la merecida por los hechos experimentales que tratan de explicar. Es bien sabido que estas teorías, que constituyen un orden científico más elevado, no tardan en exigir retoques o modificaciones profundas, cuando no surge la necesidad de abandonarlas totalmente. En este aspecto, el progreso científico es forzosamente lento y, además, no puede lograrse con el trabajo en equipo, que hoy desempeña tan alto papel en la investigación, ni es posible aprovechar el trabajo de tantas inteligencias como existen, extraordinariamente aptas para la observación y la experimentación, pero incapaces para el trabajo especulativo, que es necesario para formular cualquier teoría. Como consecuencia, las teorías avanzan lentamente y están sometidas al desgaste de la crítica, que siempre es fácil sobre lo especulativo. Además, los hechos acumulados por las ciencias experimentales con un ritmo muy rápido, obligan a la renovación de las teorías.

Llegamos así a la conclusión de que en el porvenir se alcanzará un desarrollo ilimitado en el conocimiento científico de los hechos, que brinda abundantes la experimentación, pero que el arte supremo de la inteligencia, la creación de teorías de amplio alcance lo que más se acerca a una actividad espiritual, no podrá seguir el mismo ritmo y, por tanto, el porvenir espiritual de los hombres de ciencia no ofrece esperanzas de que se consiga, o se mejore, exclusivamente por el cultivo de la misma ciencia. No es necesario decir que el ennoblecimiento del hombre depende sólo de su riqueza espiritual, y lo que deseo poner de relieve con esta lección es que la investigación no conduce a la espiritualidad, sino que es una forma de materialismo, quizá la más noble y, sin duda, la más elevada ocupación del hombre para cumplir con el precepto «ganarás el pan con el sudor de tu frente», pero que no le puede liberar de la obligación de poner su voluntad y su inteligencia al servicio de su perfeccionamiento espiritual.