

Ayer, Hoy y Mañana de la Investigación Científica en España

D. Juan Manuel Rojo Alamino.

Secretario General de Universidad e Investigación

Quiero agradecer, en primer lugar, la amable invitación del Presidente de esta Real Sociedad para estar aquí hoy con todos ustedes.

Me propongo dar unas pinceladas que sirvan de introducción al título un poco pretencioso de la conferencia, tanto que me considero incapaz de abarcarlo en su totalidad, aunque espero que estas reflexiones sirvan para el posterior coloquio o debate que suelen ser más enriquecedores para todos.

Quisiera aprovechar también para disipar si es posible algunos tópicos que creo que existen, quizá no entre muchos de los presentes que conocen muy bien el sistema científico español, pero sí entre algunos miembros del gran público. En ocasiones somos más reticentes respecto a nuestra propia ciencia de lo que ésta merece.

La primera pregunta que me gustaría plantear es cuál es el papel de España en la comunidad científica internacional. A veces se leen frases como «la investigación en España no existe», «investigar es llorar», y algunas otras, como dirían los ingleses, «lindzas». Y o creo que son un tópico. Pero también, por otra parte, hay que ser modestos. Tenemos que saber también lo que representamos, tenemos que saber que somos un país cuya ciencia es significativa, pero que tenemos todavía mucho camino por recorrer.

La producción científica española representa aproximadamente el 55% de la producción científica italiana; o dicho de otra manera, por cada 100 contribuciones científicas italianas, hay 55 españolas.

Por tanto, creo que sería absolutamente inexacto decir que la ciencia

BANCAIXA



El Presidente de BANCAIXA

y

el Director de la Real Sociedad Económica de Amigos del País

Se complacen en invitarle a la Conferencia que dentro del Ciclo "La Investigación Científica en el siglo XXI", se celebrará el día 18 de Mayo, a las 20 horas, en el Centro Cultural de BANCAIXA, Pl. Tetuán, 23, a cargo de:

D. Juan Manuel Rojo Alaminos

Secretario de Estado de Universidad e Investigación

Sobre el tema "AYER, HOY Y MAÑANA DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA EN ESPAÑA"

Valencia Mayo 1.992

española no existe. La ciencia española es aproximadamente la mitad de la francesa, lo que significa que nos queda un camino por recorrer para tener una producción científica por habitante igual a la de Francia. Por ello, deberíamos tener por una parte modestia ante lo que nos queda por recorrer y, por otra parte, también conciencia de que la ciencia en España es algo y significa algo. Por supuesto, estos datos se recogen de bases de datos internacionales debidamente contrastados.

También quería dar algunas otras pinceladas respecto a lo que somos. Por ejemplo, hace tres años exactamente se recogieron en una conocida publicación, las 100 contribuciones más importantes de la física de altas energías. De esas cien, tres eran españolas. Hay un libro publicado en la Universidad de Cambridge por un conocido bioquímico inglés que se titula ("Cómo hacer una mosca") y, seguramente, después de EE.UU. y Reino Unido, el mayor número de citas correspondería a grupos españoles. Por tanto, es verdad que en áreas bien determinadas nuestra presencia es razonable y yo diría que se está expandiendo.

Por otra parte, los datos sobre las publicaciones por investigador sobre una base cien de España, medidas en un intervalo de tiempo, muestran que las cifras no son muy distintas en los demás países; el Reino Unido es ligeramente más eficaz, por decirlo de alguna manera, y Alemania es un poco menor. Pero las cifras son parecidas. Esto quiere decir que el rendimiento científico por investigador en España es perfectamente comparable al del resto de los países. También comprobamos que en España el coste por publicación es relativamente bajo. Por tanto, es bastante eficiente en ese sentido.

Esto da paso al segundo tópico habitual: que los españoles no sirven para la ciencia. Creo que eso no es cierto; los españoles, claro que sirven para la ciencia. Probablemente no mucho más que en otros países, pero razonablemente igual que los demás. Por tanto, no debemos sentirnos con ningún complejo de inferioridad. Competimos perfectamente, aunque tenemos muchos menos investigadores que otros países por habitante. Por tanto no es de extrañar que nuestro rendimiento científico sea también menor. Pero cuando lo normalizamos por investigador, somos perfectamente comparables.

Si en vez de una foto fija hacemos una pequeña película de lo que ha pasado a lo largo de los últimos años, verán ustedes, por ejemplo, la producción científica española en la etapa del 82 al 90 Y su cociente entre las referencias científicas españolas y una serie de países. Tomemos por ejemplo Francia. En el corto intervalo de ocho años la fracción española respecto a Francia se ha casi doblado. Por tanto, si en el año 82 de cada cien publicaciones *científicas* francesas en base de datos internacionales, había dieciséis españolas, ahora por cada cien francesas hay treinta españolas. Por tanto, nuestra competitividad respecto prácticamente a todos los países se ha acrecentado. No en la misma proporción, porque hay países que han crecido más y otros que han crecido menos, pero en líneas generales se puede decir que España en este período, ha doblado su participación. Por supuesto, se podría decir que se pueden hacer análisis más finos que simplemente contar las publicaciones en bases de datos científicas internacionales y, sin duda pueden hacerse. Pero como referencia estadística general creo que nos dice con cierta claridad que, en lo que se refiere a la evolución de la historia, podemos tener una discreta confianza en el camino que hemos tomado.

Éste es un punto que creo que es importante porque sale al paso de otro tópico. Algunas veces se lee: «Cada vez estamos más lejos del resto de los países...» No, yo creo que no estamos cada vez más lejos, cada vez estamos más cerca. Se puede discutir si nos acercamos a la velocidad adecuada o si podríamos acercarnos más rápidamente. Pero de lo que no hay ninguna duda es el sentido de la evolución. Nos estamos acercando claramente, no nos estamos alejando. Por tanto, tópico también habitual que me gustaría claramente desmentir con la tozudez de las cifras. Y por supuesto sin ningún tipo de alharaca, sin ningún tipo de autocomplacencia; porque insisto, lo primero que tenemos que tener claro es que nos queda un camino muy largo por recorrer; pero tampoco creamos que vamos cada vez peor. Yo creo que vamos acercándonos, claramente.

Quisiera pasar a otra cuestión un poco distinta. Si me sentara desde el otro lado de la mesa preguntaría, ¿ustedes qué están haciendo por esto? Ya lo dije al principio, creo que lo mejor que se puede hacer es estimular. Estimular a que los científicos pongan su inteligencia al servicio de la ciencia, y que lo hagan en las condiciones más adecuadas

posibles. En esa tarea unas veces se acierta y otras no, pero quisiera rápidamente darles unas pequeñas líneas de qué es lo que se pretende desde las Administraciones públicas para fomentar la realización de esa ciencia. Yo creo que hay dos leyes fundamentales que han tenido influencia en lo que es la actuación científica española, la Ley de Reforma Universitaria y la Ley de la Ciencia (como se la denomina comúnmente), promulgadas en 1983 y 1986. Respecto a la primera, la LRU ha sido y es una ley importante para la ciencia en España. Yo creo que fue una ley que fomentó clarísimamente la investigación en la universidad, aunque sólo sea por algunas medidas como la formación de departamentos y otras en cuyo detalle no voy a entrar ahora. Pero no quería dejar de mencionarlo porque a veces yo creo que se olvida y no es justo, en mi opinión.

La segunda ley, que es más conocida en relación con la ciencia, tiene como instrumento fundamental de actuación del denominado Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico.

En el Plan Nacional no voy a entrar en profundidad pero no querría dejar de hacer un pequeño comentario sobre él; implica por una parte coordinación, por otra parte fomento de actividades y por otra parte planificación. Quiero comentar brevemente esos tres aspectos.

Tenemos en primer lugar los entes financiadores de la investigación en España y, si se dan cuenta, ahí figuran las industrias, es decir, las empresas. Luego, hay una serie de Ministerios del Gobierno central; he señalado dos de ellos que creo que inciden más que el resto, el Ministerio de Industria y el Ministerio de Educación y Ciencia; por supuesto, también están las Comunidades Autónomas con competencias; y como es lógico figuran otros Ministerios. Ejecutan la investigación los propios laboratorios de las industrias, los laboratorios nacionales como el C.S.I.C., las Universidades y, por supuesto, centros de I+D de las Comunidades Autónomas y otros laboratorios.

Yo querría llamar la atención en una novedad. La creación de una serie de programas: los programas nacionales del Plan Nacional, que intentan establecer lo que podríamos llamar las prioridades en lo que se refiere a la investigación. Luego hablaré un poco más del papel de estas prioridades y cómo se compaginan éstas con el fomento necesario de la investigación básica. De momento, querría señalar que el Plan Nacional introduce un nuevo fondo, el Fondo Nacional, cuyo orden de magnitud es ligeramente superior a los 20.000 millones de pesetas y que tiene como misión esencial definir unos programas en áreas prioritarias.

Como saben, el gasto total en investigación en España es en este momento del orden de magnitud de un poco menos del 1 % del producto interior bruto. Por tanto, la cifra que corresponde al año 91 sería aproximadamente 500.000 millones de pesetas; ése es el gasto total aproximado entre administraciones y sector empresas que, como luego comentaré, está prácticamente repartido. Existe también la figura de proyectos concertados, en los cuales una empresa conecta con un laboratorio de la Universidad o del C.S.I.C. o del Instituto de Investigaciones Agrarias, y la empresa recibe dinero de las administraciones públicas. Por lo tanto, el Plan Nacional entra coordinadamente dentro del sector empresarial. He pretendido mostrar con esto la capacidad de coordinación de este Plan Nacional.

¿El Plan Nacional implicará una planificación rígida, serán una serie de programas predeterminados que impidan la libre generación de ideas por parte de los investigadores?

¿Cómo hacer que se cumpla el equilibrio necesario para que los investigadores desarrollen sus propias ideas y que, por otra parte, se satisfagan las necesidades de las empresas desde el punto de vista tecnológico? Ese equilibrio no es fácil, pero se cumple esencialmente dentro del Plan Nacional, ya que existen dos tipos de programas distintos. Un programa de investigación básica, que se suele llamar comúnmente Programa de Promoción General del Conocimiento, y una serie de programas de investigación orientada, los Programas Nacionales, donde se definen una serie de prioridades del sistema, esencialmente de tecnología, salud pública, medio ambiente, etc.

¿Cual es la diferencia fundamental respecto a los criterios de elegibilidad de los proyectos que se presentan de un programa a otro? Lo intento resumir en esta especie de ecuación, binomio calidad-oportunidad.

Cuando se trata de investigación básica, en el binomio calidad-oportunidad lo que importa fundamentalmente es la calidad. Es decir, lo que hace falta es valorar la calidad científica del grupo que presenta la propuesta y no hay que preocuparse demasiado sobre la oportunidad científica, porque lo que vale realmente es la capacidad del propio grupo. Hay simplemente un pequeño criterio de oportunidad que, como yo digo siempre en broma, consiste en evitar que todos los químicos sean químicos orgánicos o todos los físicos, físicos teóricos. Pero simplemente, creo que lo que tenemos que vigilar esencialmente es el criterio de calidad. En cambio, en la investigación por prioridades, la calidad es más bien un criterio de viabilidad, que es tanto como decir que por debajo de un cierto umbral, por mucho que un grupo pretenda hacer una determinada investigación, si no tiene capacidad para hacerla esa investigación será inviable. Pero una vez superado ese umbral de viabilidad es la oportunidad la que manda. O dicho de otra manera; si, por ejemplo, en un programa de materiales se decide que son las cerámicas tenaces uno de los elementos que deben pulsarse, si un grupo presenta un proyecto en cerámicas tenaces - suponiendo que se haya superado un plan de viabilidad que asegure que el grupo es capaz de hacer algo útil-, habrá que elegir la cerámica tenaz frente a otro proyecto de cerámicas tal vez no tenaces de otro grupo, aunque ese otro grupo pudiera tener más calidad. Ése es fundamentalmente el criterio que tratamos de explicar.

Comentaré ahora cómo están los programas nacionales del Plan Nacional de 1+0, que corresponden a las distintas prioridades. Quería llamarles la atención sobre la existencia de tres grandes grupos. Uno, las llamadas Tecnologías de la Producción y de las Comunicaciones; otro gran grupo que es Calidad de Vida y Recursos Naturales; y otro tercer grupo que es Estudios Sociales, Económicos y Culturales. La tendencia a veces es pensar que cuando se prioriza una serie de áreas científicas se hace sólo en función de un criterio, que es el aumento de la competitividad industrial, seguramente el más importante para definir programas prioritarios. Pero quiero señalar que no hay que olvidar que existen otras áreas importantes, como son las que corresponden a Calidad de Vida y Recursos Naturales, donde al menos en un país como el nuestro hay que incidir de forma comparable a la anterior. Por poner un ejemplo, si tomamos el tercer grupo, Medio Ambiente y Recursos Naturales, y señalando por un momento la palabra «Medio Ambiente», me parece que en un país como España, donde clarísimamente existen unos espacios abiertos, creo que como no existen en toda Europa, posiblemente en Escandinavia pero desde luego no en ningún otro sitio, preocupamos por el Medio Ambiente es casi una necesidad económica. Pero es aquí donde quiero profundizar: preocuparse por el Medio Ambiente implica hacer investigación en él. Porque si no se hace investigación en Medio se corre el peligro de tomar determinaciones políticas equivocadas con la mejor de las intenciones; porque en los sistemas naturales, si no se conocen bien y por eso hay que investigarlos, se corre el peligro, imitando ciegamente a veces sistemas parecidos pero no idénticos, de tomar decisiones a veces contraproducentes. Pongo un ejemplo, y es un ejemplo bien conocido, referido a Centroeuropa. Hasta hace dos o tres años, existía la evidencia o el convencimiento absoluto de que el problema *forestal en los bosques de Centroeuropa derivaba de la llamada «lluvia ácida»*. En estos momentos, aun sin descartar la componente «lluvia ácida», parece que se pone de manifiesto cada vez más claramente que la componente de «sequía» es más importante. Por tanto, este ejemplo sirve para mostrar los graves riesgos que se pueden correr por tomar decisiones sin una buena investigación.

Por poner otro ejemplo más cercano en España. Parece que hay amplia evidencia de que en suelos esencialmente compuestos de yeso se introdujeron regadíos, hace un cierto número de años, que provocaron una salinización absoluta del suelo. Por tanto, es otro ejemplo de que, aun con la mejor voluntad del mudo, como era la de optimizar mediante regadíos la producción agrícola, se hizo una inversión a medio plazo absolutamente desaconsejable. Probablemente por no conocer suficientemente el sistema.

Pongo estos pequeños ejemplos porque, insisto, en estos momentos todo el mundo es muy consciente de la importancia del Medio Ambiente. De lo que no estoy seguro es de que todo el mundo sea muy consciente, y quiero subrayarlo, de que para poder defender el Medio Ambiente hay que hacer investigación en el mismo porque si no, a veces, insisto, con la mejor de las voluntades se puede correr el riesgo de tomar decisiones bastante desacertadas. Por tanto, creo que un país como España no puede olvidar un aspecto tan importante. Por supuesto en ningún sitio mejor que aquí, en Valencia, para demostrar esto, ya que hay un centro recientemente creado en materia de Medio Ambiente.

Los cuatro primeros temas son obvios y son los que aparecen en cualquier programa de cualquier país. Creo que tenemos que tener cuidado en no dejarnos «engatusar», si se me permite la palabra, por los programas del primer bloque son los que más dinero consumen, porque son muy caros. Pero habría que tener un poco de cuidado para que en un país como España esos programas no «devoren», por decirlo así, al resto, ya que su capacidad de gasto es muy elevada.

Los programas sectoriales se refieren, ya lo mencionaba antes, a la promoción general del conocimiento, esencialmente a la investigación básica y a la formación del profesorado.

Quisiera decir una palabra sobre formación. Antes mencionaba que el problema principal con que contaba España, al observar las diferencias de producción científica frente a otros países, es que el número de investigadores es más reducido. Compáren, por ejemplo, las producciones científicas con la producción «per cápita» por investigador. Evidentemente, por investigador producimos de forma comparable a otros países y si en bloque producimos menos seguramente es porque tenemos menos investigadores, y esa cifra está bastante clara. España, a pesar de su crecimiento, todavía estaba en el año 91 tres décimas por debajo de lo que Italia estaba en el 88 y aproximadamente la mitad que Alemania en el 88. Ahora les llamo la atención sobre el crecimiento anual acumulado a lo largo de ese período, donde se observa la rápida velocidad de crecimiento de España.

Aproximadamente casi el 12%. Es una cifra muy alta y a veces los ritmos muy altos no son fácilmente mantenibles. Querría hacerles notar que el ritmo de crecimiento en España ha sido rapidísimo, incluso respecto a cualquiera de los otros países. Se puede decir, y con razón, que es normal puesto que partíamos de una situación en la que había que recuperar mucho terreno. Eso es razonable. Pero frente a los que a veces proponen que en tres años hay que alcanzar el 2% de la inversión del producto interior bruto, yo mantengo que eso sería una mala opción. Porque habría absoluta imposibilidad de gastarlo, sobre todo porque no tenemos un número de investigadores suficientes. Lo que tenemos que hacer es mantener el crecimiento del número de investigadores e ir acoplado las inversiones a esa cifra.

La evolución del número de becarios de investigación en España y en el extranjero en los últimos años mantiene el principio que he dicho anteriormente de un crecimiento muy rápido al inicio del Plan Nacional, en los años 85-86-87, y un crecimiento mantenido después. Les llamo la atención también sobre la formación en el extranjero. La proporción de la formación en el extranjero ha ido creciendo y creo que es razonable; no por el hecho, como a veces se argumenta, de que en algún área no es posible formarse en España, cosa que es falsa, sino que incluso en aquellas áreas en las cuales existen grupos perfectamente capacitados en España creo que es bueno, en líneas generales, que la gente salga porque esto enriquece el flujo de ideas, de la misma manera que afortunadamente cada vez hay más extranjeros que vienen a laboratorios españoles. Por tanto, cualquier esfuerzo en esta dirección, aunque cueste dinero (dinero bien gastado en mi opinión), es necesario mantenerlo en lo posible.

Querría incidir ahora en un aspecto que me parece que merece la pena señalar; me refiero a otra parte de la sigla I+D, una sigla muy frecuente en nuestros días. Es una palabra que ha llegado a ser casi mágica. No sé si siempre se emplea en su sentido más exacto, pero es una palabra que aparece con frecuencia en los medios de comunicación. He hablado un poco más hasta ahora quizás de la I, permítanme que les hable durante unos breves momentos de la D. La D, por supuesto, es un problema complejo porque implica también otros aspectos importantes; hace un momento me decía el Presidente de

esta Real Sociedad, con razón, que muchas veces los problemas en España tienen que ver más con la comercialización de los productos que con el desarrollo de tecnologías que mejoren la calidad de esos productos. Y eso es verdad. Pero eso no quiere decir que no tengamos que hacer un esfuerzo muy importante en materia tecnológica para incrementar esa componente. Y en este sentido, las relaciones entre la I y la D son importantes.

La red OTRI/OIT que muchos conocen es una idea bastante simple que trata de estimular las relaciones entre las Universidades y las empresas. En cada Universidad, también en el C.S.I.C. y en otros laboratorios públicos, se crea una mínima estructura que denominamos Oficina OTRI, Oficina de Transferencias de Resultados de la Investigación, que simplemente se preocupa de detectar en qué grupos universitarios o laboratorios se generan ideas capaces de ser utilizadas por la empresa. Y viceversa, tener contacto con las empresas para transmitir estas ideas a los laboratorios universitarios.

Estas pequeñas estructuras, porque insisto en que creo que no es bueno crear estructuras complejas, ha provocado un aumento yo diría espectacular en la cifra de negocios de proyectos concertados entre Universidades y centros de investigación. Las OTRIs tienen una vida muy corta, se iniciaron en el año 89, pero la cifra de negocios, si me permiten la expresión, me parece que es espectacular. De 9.000 millones de ptas. movilizadas en el año 89 se pasaron a 14.000 en el año 90 y a casi 20.000 en el año 91. Está desglosado el tipo de actividades puramente de I+D, apoyo tecnológico, formación u otro tipo de acuerdo o servicios. Esto parece sugerir que existía, por decirlo en términos económicos, un mercado relativamente poco desarrollado. Y una cosa tan simple como colocar estas oficinas en las Universidades creo que ha contribuido de forma importante a la movilización de estas relaciones entre las empresas y los centros de investigación.

Otra figura que también ha sido útil es la de intercambios mediante programas especiales de personal investigador entre industrias y centros públicos de investigación, incluyendo Universidades: tenemos, así, investigadores de centros de investigación o de Universidades que se marchan a una empresa durante un año, pagados por ese programa; a jóvenes doctores, o no tan jóvenes, a los que también se les financia hasta un año de estancia en la empresa en cuestión; y a personas que están en la empresa, un ingeniero o un tecnólogo, que pueden pasar hasta un año en un laboratorio de investigación de una Universidad o de un centro público.

Estas figuras contribuyen esencialmente a activar los intercambios. Por ejemplo, con los doctores tenemos una pequeña experiencia. A veces comentamos que habría que persuadir a la empresa de que un doctor puede mejorar muchos aspectos, problemas que la empresa tiene y que le son difícilmente resolubles. Decimos un poco en broma que nosotros estimulamos el «noviazgo» durante un año. Pero que ese año tiene que utilizarse por ambas partes, por el doctorando para demostrar a la empresa que es útil y por la empresa para ver si el doctorando le es útil. Una vez transcurrido ese noviazgo, la empresa debe resolver si le interesa la persona y quiere introducirlo en su plantilla. La experiencia muestra que en muchos casos se consigue.

En la figura del doctor en la industria puede verse que, aunque el programa todavía es de extensión modesta, ha crecido sustancialmente. La figura becario, que no mencioné antes, es una opción nueva que está poniéndose en marcha; consiste en la posibilidad de que un joven no doctor, sí licenciado, haga su tesis en una industria, eso sí, supervisada por un profesor universitario. Esto, como puede verse, ha recibido bastante aceptación por parte de las empresas y aunque es relativamente reciente nos parece que es otra vía interesante que puede conducir a algo que nos parece importante, como es que esa persona una vez que se doctore se pueda quedar en la empresa. Porque me gustaría subrayar que uno de los problemas principales que tiene nuestro sistema es su falta de comunicación con el exterior. Se forma un doctor en la Universidad y tiende a quedarse en la Universidad. Se forma un doctor en el C.S.I.C. y tiende a quedarse en el C.S.I.C. La movilidad hacia la empresa es todavía bastante limitada. Pensamos que establecer estos noviazgos, estos conocimientos mutuos, pueden cooperar a que los lazos se estrechen.

Un último dato que quería dar se refiere a la balanza tecnológica. La tasa de cobertura, como saben, es la diferencia entre importaciones y exportaciones tecnológicas. 1986 es un año muy importante, es la entrada de España en la Comunidad Europea. Prácticamente la tasa de cobertura estaba en torno al 23%. y con posterioridad a la entrada en la Comunidad Europea hay un descenso que conduce a un mínimo histórico de poco menos del 14% en el año 88. Por tanto, ahí la balanza tecnológica española tuvo un mínimo histórico ¿Por qué se produjo? Según todos los indicios porque al liberalizarse la compra de tecnología exterior como consecuencia de la apertura del mercado al entrar España en la Comunidad Europea, las empresas españolas, entonces en expansión, compraron tecnología, no diría excesivamente, pero digamos con una enorme rapidez. Y, por tanto, como la balanza se diferencia entre importación y exportación, las exportaciones se mantuvieron, incluso crecieron un poquito. Pero las importaciones crecieron tan rápidamente que la balanza tecnológica llegó a un mínimo histórico en el 88. Bien, del 88 hasta ahora se ha producido una recuperación. De hecho, en el año 91 la cifra es espectacular, aunque yo no le daría demasiada importancia. Quizá ese crecimiento tan espectacular del año 90 al 91 es simplemente una situación coyuntural; creo que ha crecido más rápidamente de lo que esa recuperación significa. Es decir, que no me extrañaría que el año que viene, en el 92, hubiera una pequeña bajada. Pero lo que es importante es que desde el año 88 estamos recuperando suavemente la balanza tecnológica. Y, quiero, insistir, ése es otro de los tópicos que me gustaría desmentir; a veces se corre el riesgo de decir: «Muy bien, hay una recuperación científica española importante en los años 80, se ha producido mucha más ciencia, la Universidad ha investigado más, pero nuestra empresa no se beneficia en absoluto». Bueno, creo que con toda la modestia del mundo hay que decir claramente que incluso en las empresas se está empezando a notar una mejora de la competitividad de la tecnología española, lo cual no quiere decir, insisto, que no haya un camino por recorrer; lo muestra claramente la cifra absoluta de incluso el 29% que, frente al 100%, es una cifra que indica que todavía queda un largo camino que recorrer. Pero yo diría que la tendencia en los últimos años nos permite ser moderadamente optimistas.

Resumiría de la siguiente manera mirando al ayer y al hoy: si se mira al hoy la palabra que utilizo es modestia. Modestia porque nos queda mucho camino por recorrer y lo tenemos que recorrer con el esfuerzo de todos, pero sobre todo, naturalmente en este caso, con los científicos y los tecnólogos.

Qué más podemos pretender, pues, que desde las administraciones públicas ayudemos a ello. Si miramos al ayer yo diría: razonable optimismo. Yo creo que vamos en la buena dirección y hay que seguir contribuyendo a que todo siga en esa dirección.

El título de esta conferencia, como dije al principio, es un poco pretencioso para lo que yo sería capaz de abordar, porque decía nada menos que «Ayer, hoy y futuro». Meterse en el futuro es algo extraordinariamente complicado. Yo no emplearía más de dos minutos en el futuro, porque mis dotes de adivino no son especialmente buenas. Pero sí diría mirando hacia el futuro que una de las cosas que deberíamos tener es un crecimiento equilibrado, y ese crecimiento equilibrado implica, por una parte, reconocer aquellas áreas científicas en las que seamos especialmente fuertes, competitivos, buenos o como queramos llamarlas. Y cuidarlas. Creo que es un aspecto muy importante. Creo que desde el punto de vista científico, nada hay más difícil que comenzar a desarrollar buena ciencia y nada hay más fácil también que se estropee si no se cuida. Por tanto, hay que cuidarlo especialmente. Tenemos que ser capaces de reconocer los grupos buenos donde quieran que estén y cuidarlos, y ésa es una de las labores que tenemos la obligación de hacer.

Por otro lado, hay algunas áreas donde, por las razones que sean, el esfuerzo es todavía marcadamente insuficiente. No es fácil saber qué hacer en esos casos. A las primeras se las reconoce y se las riega, por decirlo de alguna manera. Pero a las segundas no es muy fácil, porque soy de los que tengo relativamente poca fe en la capacidad de influenciar, fuertemente y desde fuera, el sistema científico. Creo siempre más en la zanahoria que en otros procedimientos y la zanahoria siempre es un proceso relativamente lento ¿Qué hacer, por ejemplo, en áreas como la ciencia de la atmósfera, o en el terreno de los materiales, donde decimos ser especialmente competitivos en algunas cosas pero no, por ejemplo, en los «composites», un tipo de materiales que son

importantes y donde realmente todavía somos deficitarios, por decirlo de alguna forma. No es fácil, porque si no tenemos, donde no hay no es fácil impulsar. Probablemente, se puede decir que no hay más remedio que empezar por un procedimiento lento, que es el de empezar a formar personas y esperar que esas personas cuando se formen, probablemente fuera de España puesto que eso no es difícil, puedan impulsar grupos a su regreso. Eso es un buen procedimiento que se intenta hacer, pero naturalmente es un proceso lento. No es fácil acelerarlo; se puede acelerar importando, por decirlo así, personas capaces de desarrollar grupos. Ahora hay una tentación muy grande con la Europa del Este. No sólo para las orquestas de las distintas ciudades, cosa que se está haciendo, sino que también hay otras posibilidades en estas materias y se puede hacer con cierta mesura pero tampoco pensaría que eso conduciría a grandes modificaciones. Tenemos que ser conscientes de que hay áreas que son importantes y en las cuales creo que deberíamos hacer un esfuerzo. Por supuesto, el otro aspecto importante es aumentar la interacción entre el sistema investigador y el sistema de desarrollo, el sistema empresarial; como he mencionado antes, han hecho esfuerzos que van por buen *camino*, pero ahí todo el empeño que pongamos es poco. Me consta que en este caso las Comunidades Autónomas son perfectamente conscientes de ello y en estas áreas creo que se está haciendo un esfuerzo muy *importante*; es en este punto donde me gustaría que se aunasen todos los esfuerzos posibles, porque es un área donde creo que todo esfuerzo cooperativo es poco.

En lo que se refiere a la selección de las áreas prioritarias, o programas prioritarios, aparte de lo que he mencionado anteriormente y mirando un poco más hacia adelante, como digo, es muy difícil ser adivino. Pero si me obligasen a serlo, y a título estrictamente personal, diría que hay dos o tres cosas donde a mí me gustaría que se hiciera un esfuerzo especial, intentar potenciarlas en lo posible y persuadir a quien fuera necesario. Diría que es el área del software y de la inteligencia artificial donde sería aconsejable y además pertinente que en nuestro país hiciésemos un esfuerzo importante. Creo que ese área tiene algunas ventajas; las áreas más básicas (las áreas del cerebro), qué duda cabe, son uno de los retos más importantes de investigación básica que existen ahora mismo en el mundo. Por tanto, para un joven brillante atraído por una investigación básica, pocas áreas, creo yo, tienen tal capacidad de atracción como el cerebro, incluso en cuestiones aplicables importantes. El propio software en sentido empresarial, por ejemplo, probablemente es el área que más moviliza ahora mismo los recursos empresariales respecto a los centros de investigación españoles; en el centro Nacional de Microelectrónica en Barcelona la cifra de negocios en aplicaciones del software probablemente es mucho más alta que en cualquier otra cosa. Y en ese sentido creo que es útil, y por otra razón también importante. Decíamos al principio que España es un país donde el sector servicios obviamente se va a desarrollar cada vez más. Y dentro de un reparto razonable de actuaciones en una Europa que cada vez será más rica y más culta, el desarrollo del sector servicios será importante. Creo que el software es probablemente una de las tecnologías que inciden más en el sector servicios, y seguramente un sector servicios con un buen software será mucho más competitivo; es un sector donde no es muy difícil ser capaces de desarrollar actuaciones concretas y, como digo, perfectamente comparables en calidad a cualquier otro. Por tanto, yo diría que toda esa área de software, inteligencia artificial, etc., tanto a nivel más inmediato, en lo que es la aplicación actual de desarrollos de paquetes de software para aplicaciones concretas, hasta el medio y largo plazo en inteligencia artificial, incluso si queremos el funcionamiento del cerebro, etc., es un área donde a mí me gustaría pensar que vamos a ser capaces de conseguir importantes desarrollos.

La otra área la he mencionado antes y no voy a insistir, es la de medio ambiente. Creo que es también importante. Importante desde el punto de vista de encontrar eso que llaman los «nichos científicos» en las distintas comunidades. Creo que ya los tienen. Y los tienen no solamente desde el punto de vista del control de la medida, del medio ambiente, sino también desde el punto de vista del desarrollo de tecnologías capaces de incidir favorablemente sobre los problemas medioambientales. No sería especialmente bueno que nosotros desarrollásemos sistema y centros, o institutos para medir los contaminantes de la atmósfera y del mar y que luego nos vendieran los alemanes los catalizadores. Por tanto, tenemos que ser autosuficientes y creo que

podemos perfectamente serlo, porque en España hay una industria química capaz de interaccionar fuertemente en este campo. Por ejemplo, en el programa CYTED-D, de colaboración con los países latinoamericanos, ha sido posible realizar un catalizador de «cracking» de gasolinas entre centros españoles y dos o tres países latinoamericanos. Por tanto, creo que es una tecnología accesible, no es tecnología espacial complicada y se puede incidir en un problema y en un área, las tecnologías del medio ambiente, donde el desarrollo industrial va a ser muy grande.

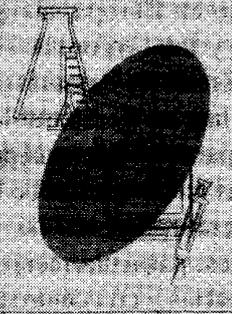
Otro ejemplo: el área de biotecnología. Como se sabe, es un área en la que existen bastantes evidencias de su impulso y en España sería especialmente sensato su desarrollo porque tenemos una base importante desde el punto de vista de bioquímica y biología molecular.

En otras áreas que he mencionado, particularmente agricultura, industria y medioambiente, creo que en un futuro no muy lejano también va a haber desarrollos industriales. Y sería una manera razonable de rentabilizar el importante desarrollo competitivo de las áreas científicas que he mencionado en España. Y, por supuesto, todo esto dentro de Europa porque en Europa y, con esto termino, tenemos que ser conscientes de que cada vez más tenemos una fuente, no sólo de recursos, sino de cooperación. Siempre menciono la cifra del Programa Marco de la Comunidad Europea; se va a aprobar en breve el cuarto Programa Marco que movilizará recursos del orden de un billón de pesetas en cinco años. Por tanto, son unos doscientos mil millones de pesetas por año. Si pensamos que España debe pretender retornar el 7% habitual que siempre calculamos, estamos hablando de cifras del orden de los catorce-quince mil millones de pesetas por año. Pues bien, catorce-quince mil millones de pesetas por año es algo importante; recuerden que el Fondo Nacional son aproximadamente veinte mil. Por tanto, son cifras casi comparables. Moraleja que les pido a todos los investigadores: si las cifras son comparables la atención deber ser comparable. Por lo tanto, la frecuencia con que un investigador español hojea el B.O.E., debería ser comparable a la frecuencia con la que hojea el boletín de la Comunidad Europea. Esto todavía no lo hemos conseguido. Parece que preocupa más «si ha salido o no la convocatoria X», pero no si ha salido en Europa, aunque quizá no preocupa porque no se sabe que tiene que salir y falta información. Creo que deberíamos estimular esto, y esto sí que es misión de las Administraciones públicas. ¿Por qué? Porque la fuente de recursos que hay es comparable a la otra. Por tanto debemos dedicarle una atención comparable. Y lo mismo desde el punto de vista de la cooperación. Creo que una de las cosas buenas de Europa ha sido no solamente aumentar los recursos, sino aumentar también las capacidades de cooperación. Esto ha hecho que muchos grupos, particularmente industriales españoles, hayan sabido cooperar con otras industrias y con centros de investigación europeos, y acostumbrarse a ese tipo de interacción. Creo que es terriblemente positivo y que es un aspecto importante a tener en cuenta.

En resumen, no sé si he sido capaz, como decía al principio, de dar esas pinceladas que quería. Me gustaría sobre todo que quedase perfectamente claro que en este momento debemor ser modestos en nuestros planteamientos. Todo lo contrario del triunfalismo. Ser conscientes de que tenemos que hacer todavía un esfuerzo muy grande, pero tampoco pensar que ese esfuerzo no nos va a conducir a alcanzar cotas que son perfectamente alcanzables. En la actualidad, creo que debemos mantener un esfuerzo continuado en una serie de materias y ser cada vez más exigentes con nosotros mismos. Pero tengo la seguridad de que esto va a ser posible. Gracias.

**INICIACION A LA INVESTIGACION
EN LA COMUNIDAD VALENCIANA**

"CIENCIAS DE LA VIDA"



Dr. S. Manuel Pardo
 Consejo de Investigación y Centro
 Interdisciplinario de Estudios de Fisiología
 de la Universidad de Chile

El objetivo de este taller es el acercar
 entre los jóvenes investigadores valencianos
 la necesidad por la investigación científica
 y esta labor se realizará en el seno de
 los Cursos de la Vida Biológica, Bioquímica,
 Botánica, Genética, Microbiología, Zoología,
 Anatomía, Fisiología, y Fisiología Animal.
 Se les presentará una muestra representativa
 de los trabajos de investigación de calidad
 que se está realizando en estos momentos
 en la Comunidad Valenciana.

Organiza:
 REAL SOCIEDAD ECONOMICA DE AMIGOS DEL PAIS

Ciudad:
 BANYOLA

Lugar:
 Centro Cultural de BANCAJA, Sala Scala
 Plaza Nueva, 25 - Valencia

REAL SOCIEDAD ECONOMICA DE AMIGOS DEL PAIS

Del 1 al 8 de junio de 1988

Día 1 de junio

18:00 **Dr. S. Manuel Pardo**
PROCESOS DE LA VIDA

18:30 **Dr. S. Manuel Pardo**
 Departamento de Biología y Fisiología Animal
 Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de
 Valencia
**EL ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA
 CUESTIONARIO ACUÁTICA POR MÉTODOS
 BIOLÓGICOS**

19:00 **Dr. S. Manuel Pardo**
 Instituto Tecnológico de Alimentos (I.T.A.)
**LA PROTEÍNA DE LA VENA: LOS VINCULOS
 COMO EL PRINCIPAL NUTRIENTE DE LA DIETA
 BIOLÓGICA**

19:30 **Dr. S. Manuel Pardo**
 Departamento de Biología y Fisiología Animal
 Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de
 Valencia
**EL ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA
 CUESTIONARIO ACUÁTICA POR MÉTODOS
 BIOLÓGICOS**

Día 2 de junio

18:00 **Dr. S. Manuel Pardo**
 Instituto Tecnológico de Alimentos (I.T.A.)
**LA PROTEÍNA DE LA VENA: LOS VINCULOS
 COMO EL PRINCIPAL NUTRIENTE DE LA DIETA
 BIOLÓGICA**

18:30 **Dr. S. Manuel Pardo**
 Departamento de Biología y Fisiología Animal
 Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de
 Valencia
**EL ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA
 CUESTIONARIO ACUÁTICA POR MÉTODOS
 BIOLÓGICOS**

19:00 **Dr. S. Manuel Pardo**
 Departamento de Biología y Fisiología Animal
 Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de
 Valencia
**EL ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA
 CUESTIONARIO ACUÁTICA POR MÉTODOS
 BIOLÓGICOS**

Día 3 de junio

18:00 **Dr. S. Manuel Pardo**
 Departamento de Biología y Fisiología Animal
 Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de
 Valencia
**EL ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA
 CUESTIONARIO ACUÁTICA POR MÉTODOS
 BIOLÓGICOS**

18:30 **Dr. S. Manuel Pardo**
 Instituto Tecnológico de Alimentos (I.T.A.)
**LA PROTEÍNA DE LA VENA: LOS VINCULOS
 COMO EL PRINCIPAL NUTRIENTE DE LA DIETA
 BIOLÓGICA**

19:00 **Dr. S. Manuel Pardo**
 Departamento de Biología y Fisiología Animal
 Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de
 Valencia
**EL ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA
 CUESTIONARIO ACUÁTICA POR MÉTODOS
 BIOLÓGICOS**

Día 4 de junio

18:00 **Dr. S. Manuel Pardo**
 Instituto Tecnológico de Alimentos (I.T.A.)
**LA PROTEÍNA DE LA VENA: LOS VINCULOS
 COMO EL PRINCIPAL NUTRIENTE DE LA DIETA
 BIOLÓGICA**

18:30 **Dr. S. Manuel Pardo**
 Departamento de Biología y Fisiología Animal
 Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de
 Valencia
**EL ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA
 CUESTIONARIO ACUÁTICA POR MÉTODOS
 BIOLÓGICOS**

19:00 **Dr. S. Manuel Pardo**
 Departamento de Biología y Fisiología Animal
 Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de
 Valencia
**EL ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA
 CUESTIONARIO ACUÁTICA POR MÉTODOS
 BIOLÓGICOS**

Día 5 de junio

18:00 **Dr. S. Manuel Pardo**
 Instituto Tecnológico de Alimentos (I.T.A.)
**LA PROTEÍNA DE LA VENA: LOS VINCULOS
 COMO EL PRINCIPAL NUTRIENTE DE LA DIETA
 BIOLÓGICA**

18:30 **Dr. S. Manuel Pardo**
 Departamento de Biología y Fisiología Animal
 Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de
 Valencia
**EL ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA
 CUESTIONARIO ACUÁTICA POR MÉTODOS
 BIOLÓGICOS**

19:00 **Dr. S. Manuel Pardo**
 Departamento de Biología y Fisiología Animal
 Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de
 Valencia
**EL ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA
 CUESTIONARIO ACUÁTICA POR MÉTODOS
 BIOLÓGICOS**

La Real Sociedad Económica de Amigos del País
 organiza, en el marco de su programa de actividades
 culturales, un ciclo de cursos de iniciación a la
 investigación científica y tecnológica en el campo
 de las ciencias de la vida. Este ciclo de cursos se
 desarrollará en el seno de la Real Sociedad Económica
 de Amigos del País de Banyola, durante el mes de
 junio de 1988. El ciclo de cursos se desarrollará en
 el Centro Cultural de Bancaja, Sala Scala, Plaza
 Nueva, 25 - Valencia.