



## *Criterios generales sobre la I+D+i*

### *Índice*

*LA INVESTIGACIÓN EN LA UNIVERSIDAD ESPAÑOLA*

*REFLEXIONES SOBRE LA INVESTIGACIÓN*

*TIPOLOGÍAS DE ORGANIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN*

*TIPOLOGÍAS DE LAS ACTIVIDADES DE UN INVESTIGADOR*

*¿CÓMO SE VE NUESTRA CIENCIA DESDE FUERA?*

*MULTIDISCIPLINARIDAD*

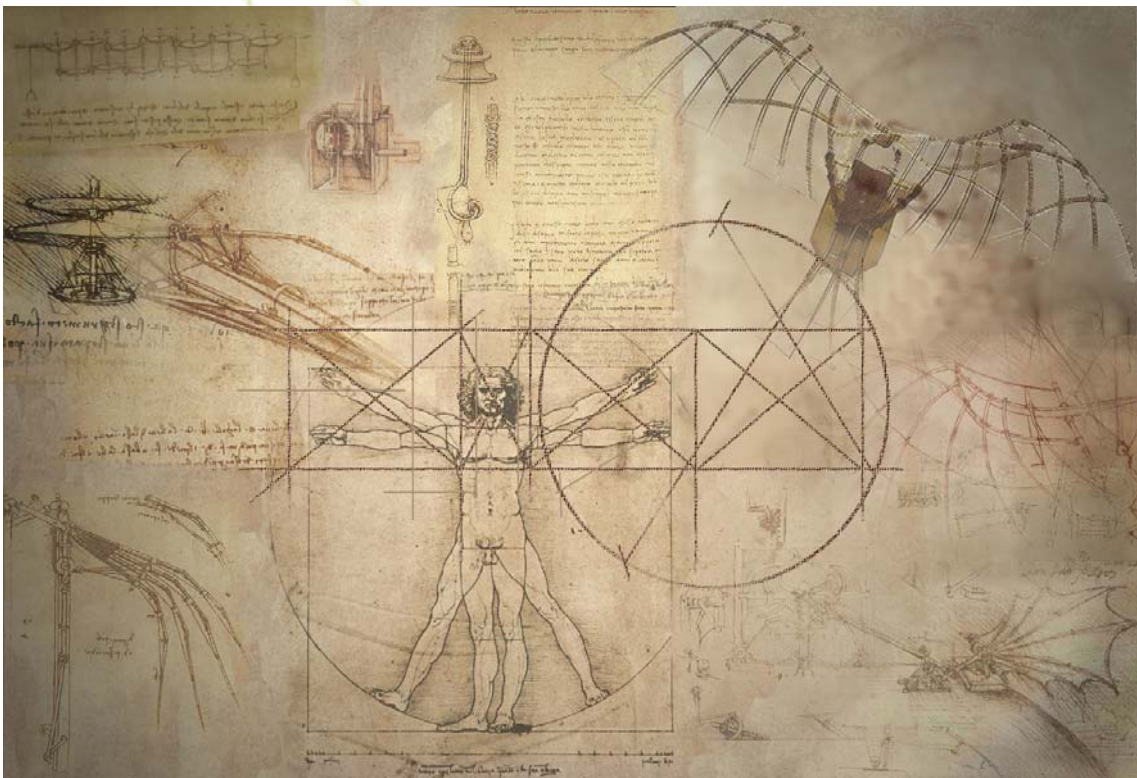
*I+D+I (INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA+DESARROLLO  
TECNOLÓGICO+INNOVACIÓN)*

*PROFESOR, UNIVERSIDAD E INDUSTRIA*

*TENDENCIAS EN INVESTIGACIÓN*

*LAS TIC EN EL CAMPO DE LA INVESTIGACIÓN*

*EL AÑO SABÁTICO*




## *LA INVESTIGACIÓN EN LA UNIVERSIDAD ESPAÑOLA*

*La investigación en la universidad española constituye una actividad relativamente reciente. Su incorporación ha seguido un proceso largo y discontinuo que se inicia a finales de la década de los sesenta con la organización de los primeros grupos de investigación y culmina con la aprobación en 1983 de la LRU y la ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica de 1986, conocida como ley de la Ciencia. La LRU, consagró definitivamente el modelo actual de universidad, estableciendo la doble dimensión de estas instituciones como centros docentes y como centros de investigación. Desde entonces, la investigación se reconoce como actividad básica del personal universitario, que se organiza en los grupos de investigación y que se rige por criterios de calidad investigadora.*

*Asimismo la LRU introdujo incentivos a la realización de I+D+I con contrato o en colaboración con el sector privado, estableciendo las bases para una cultura de colaboración aún poco desarrollada.*

*Hoy se puede ver el resultado que el Plan Nacional de la Ciencia impulsó desde sus primeros años. Los laboratorios universitarios y los de los centros públicos de investigación mejoraron notablemente su equipamiento y preparación, y una gran cantidad de jóvenes prometedores han salido de las facultades de ciencias y escuelas de ingeniería. Pero no se ha producido la esperada demanda de investigadores.*



*Aunque el fenómeno es complejo, quiero añadir aquí dos motivos: la falta de interés del empresario debida a la inexistencia de una tradición de innovación, y la venta a gran escala de empresas españolas al capital extranjero, que tienen sus propios centros de investigación en otros países.*

*¿Qué hacer en una situación así? Ciertamente, en este caso es más fácil detectar la enfermedad que curar las causas, y además, la solución se hace cada vez más difícil porque con el paso de los años se han congelado las plantillas universitarias. Pero una cosa está clara: profesores, empresarios, profesionales, políticos e instituciones deben hacer un esfuerzo por clarificar lo que representa la universidad para los países avanzados y cuanto le cuesta a España su singularidad.*

*La comunidad científica nunca ha estado como ahora más preparada para desarrollar una eficaz tarea investigadora, debido al evidente progreso de la Universidad en estos años de democracia; sin embargo, la organización, los medios y las ideas de los poderes públicos por una parte y por otra el escaso interés de un sector de la sociedad económica, empresarial e industrial, dificultan seriamente el progreso alcanzado. Entre los industriales y empresarios, junto a grupos importantes que tienen intereses y colaboran, hay otros que o no hacen nada o lo que hacen es por imagen, por figurar o por agradar a los responsables políticos.*


## *REFLEXIONES SOBRE LA INVESTIGACIÓN*

*Para empezar estas reflexiones debemos referirnos a la vocación y al espíritu científico que constituyen las dimensiones subjetivas, del estatuto personal de los investigadores y de las condiciones para ejercerla digna y eficazmente.*

*Probablemente la primera y más importante virtud del científico sea la probidad intelectual, la rectitud a la hora de enfocar los problemas científicos con el abandono de los a priori, y especialmente del espíritu de facción, que distorsiona y ensombrece el espíritu científico. Quizás ese talante, esa limpieza de miras, es más importante que seguir las reglas y los métodos prescritos para cada rama del saber, aunque estos sean indispensables.*

*Aunque no hay que olvidar el resto de las virtudes; la independencia de juicio, la perseverancia en el estudio, la pasión por el saber y por los resultados de la investigación, y finalmente, el sentido de pertenencia a una comunidad científica y a una sociedad que se fortalece y se enriquece del científico y del investigador.*

*En estas observaciones generales hay que recordar que hasta ahora en el mundo moderno la sede donde se ha concentrado la mayor densidad de científicos y de tarea investigadora es la Universidad, que fue en gran parte la impulsora del espíritu científico, sobre todo a partir de la Ilustración que modernizó a las viejas universidades medievales. Por eso se identifica la vocación y la tarea del científico con la del profesor*



*universitario, como una de sus tareas principales, junto con la docencia, aunque en nuestro mundo la investigación es más universal que la docencia. En la clásica obra del profesor Santiago Ramón y Cajal, “Reglas y Consejos sobre la investigación científica”, se parte también de ese a priori, y se sitúa al investigador en su sede natural, que es la universidad. El impulso fundamental para un científico es el compromiso que contrae con la misma ciencia y la motivación que lo mueve proviene principalmente de su deseo de crear algo, de hacer algo útil, no sólo para él y para la Ciencia, sino también en favor de otros seres humanos.*

*El contexto de estas notas se centran alrededor del mundo universitario, pero no hay que olvidar el papel cada vez más importante que juegan los Institutos de Investigación no Universitarios que con el tiempo puede que tomen el relevo en el liderazgo de la labor investigadora.*


## *TIPOLOGÍAS DE ORGANIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN*

*Las actividades de investigación plantean una gran variedad de tipología de organización, desde el investigador que trabaja individualmente hasta los grandes centros de investigación públicos o en colaboración con la iniciativa privada.*

*Al respecto, se pueden distinguir diferentes niveles de organización:*

*Un primer nivel lo constituyen profesores investigadores y proyectos y líneas de investigación. Aquí se encuentra un tipo de investigación poco estructurada que está basada en la actividad individual de profesores investigadores que siguen proyectos de carácter individual y transitorio.*

*Un segundo nivel abarca los grupos de investigación y las redes temáticas, como los denominados “grupos de investigación consolidados”. Se trata de unidades encuadradas por distintas líneas de investigación, cada una de ellas financiada en el marco de uno o diversos proyectos o contratos en un campo temático prioritario que coordina diversos objetivos comunes. Están constituidos por grupos no muy numerosos de investigadores que destacan por su nivel de calidad, por la cuantía de fondos que reciben, por sus relaciones internacionales, por su productividad científica y por la posibilidad de contratación de personal investigador post-doctoral.*



*Un tercer nivel lo forman los centros de investigación e institutos universitarios, que son agrupaciones de grupos de investigación consolidados en ámbitos temáticos diferentes pero ligados a grandes objetivos comunes o a grandes proyectos de financiación.*

*En todos los niveles se pueden encontrar a su vez grupos clasificables según la siguiente casuística:*


*Los precompetitivos, los competitivos, los preconsolidados y los consolidados.*



## *TIPOLOGÍAS DE LAS ACTIVIDADES DE UN INVESTIGADOR*

*Del mismo modo que existen tipologías en relación con la organización de la investigación, la carrera de un investigador puede pasar por diferentes estadios que se pueden describir del modo que se indica:*

- *Fase 1. Se requiere haber realizado una labor personal de investigación científica o labor tecnológica creativa, demostrando aptitudes para ejecutarlas bajo la guía o supervisión de otros, así como poseer la preparación técnica necesaria para desarrollar un tema por sí mismo.*
- *Fase 2. Se requiere haber alcanzado la capacidad de planear y ejecutar una investigación o desarrollo, así como de colaborar eficientemente en equipos.*
- *Fase 3. Se requiere haber realizado trabajos originales de importancia en investigación científica o en desarrollo. Asimismo, es necesario estar en condiciones de elegir temas, y planear y efectuar las investigaciones en forma independiente o haberse distinguido como miembro de un equipo de reconocida competencia.*
- *Fase 4. Se requiere haber realizado una amplia labor científica o de desarrollo tecnológico de originalidad, revelada por sus publicaciones y por la influencia de sus trabajos. La persona debe poseer capacidad para la formación de discípulos y para la dirección de grupos de investigación.*

- 
- *Fase 5. Se requiere haber realizado una extensa labor original de investigación científica o de desarrollo tecnológico, de alto nivel que lo sitúe entre el núcleo de especialistas reconocidos en el ámbito internacional. Deberá haberse destacado en la formación de discípulos y en la dirección de centros de investigación.*

## *¿CÓMO SE VE NUESTRA CIENCIA DESDE FUERA?*

*“Todavía invertebrada”, parafraseando a Ortega, a pesar de los cambios favorables acaecidos en el sistema.*


*Ha habido un crecimiento cuantitativo impresionante en los cuatro últimos lustros, tanto en personal investigador (Universidad + Consejo Superior de Investigaciones Científicas) como en número de publicaciones.*

*Se siguen utilizando aberrantes prácticas de empleo en el sistema de contratación de científicos y profesores.*

*La ciencia española padece aislamiento social debido a su situación estanca dentro de las instituciones políticas y educativas y a su escasa influencia en las decisiones sociales generales.*

*Parte de ello se debe al fracaso de la ilustración y a la sucesión de fracasos de los dos siglos posteriores de nuestra historia. Pero de nuestro relativo aislamiento social, la mayor parte de la culpa es sólo nuestra. Durante estos lustros de avance, por ejemplo, hemos dejado que el doctorado que es la etapa más formativa en la vida de un científico, se haya ido degradando y haya quedado como un trámite para avanzar en la carrera docente.*

*Tampoco nos hemos preocupado de superar el “barbarismo” de la necesaria especialización personal mediante las dos únicas herramientas compensatorias que tienen las comunidades*



*científicas: las bibliotecas y los seminarios de debate interáreas, interdepartamentales e interdisciplinares.*

*Si así hemos descuidado los aspectos básicos de nuestra formación y pensamiento, no es de extrañar que luego fallemos a la hora de hacernos escuchar y entender por parte de la sociedad.*


*Sin cubrir esos aspectos difícilmente llegaremos a dar ese paso adicional de vertebración interna y externa que, sin embargo, a la luz de las meras cifras cuantitativas diríase que está al alcance de la mano.*

## MULTIDISCIPLINARIDAD

*La parte más interesante del conocimiento humano es interdisciplinar y los grandes problemas sociales son todos interdisciplinares.*

*La empresa científica trabaja con una cuidadosísima división de trabajo. Va acumulando conocimientos de igual manera que se construye una casa, ladrillo a ladrillo. Cada científico trabaja con métodos e ideas creadas por otros científicos y con la suficiente firmeza para seguir levantando sobre ellas, cada vez un poco más alto. En todas las especialidades existe un cuerpo de conocimientos y de técnicas que se pueden aplicar a problemas nuevos, con la relativa seguridad de poder resolverlos.*

*El extraordinario avance de la ciencia se debe simplemente a este procedimiento, mediante el cual una cuestión que estaría más allá del entendimiento de una sola persona, se divide en un amplio número de subproblemas interrelacionados que se pueden resolver independientemente, paso a paso. En realidad, cada uno de estos subproblemas suele resultar suficientemente arduo por sí mismo como para acaparar todos los esfuerzos de un investigador altamente inteligente y creativo. Es sólo gracias a la extrema especialización, a la concentración de la atención, a la experiencia, a los conocimientos profesionales, a los recursos de aparatos de todos los investigadores, sobre una única cuestión a un tiempo que se puede esperar conseguir una respuesta convincente.*



*A pesar de todo, la división de los científicos en tantísimas especialidades de investigación tiene ciertas desventajas importantes. En realidad los campos de interés científico se interrelacionan y se superponen de una forma harto complicada, y están continuamente alterando sus límites a medida que se van realizando nuevos descubrimientos.*

*No obstante, no se fomenta en los científicos la dedicación a la laboriosa tarea de reunir los conocimientos de una amplia gama de especialidades a fin de plasmarlas coherentemente.*

*De lo que los científicos no logran a veces darse cuenta es de su propia versatilidad y adaptabilidad dentro de grandes áreas de trabajo científico. Estas cualidades siempre se han puesto de manifiesto cuando presiones económicas y políticas han obligado a muchos componentes científicos a realizar importantes cambios en sus trabajos. En ocasiones puede suponer el cambio de la investigación teórica a la aplicada, o de la ciencia aplicada a la creación de tecnología. En muchos casos han tenido incluso que echarse al mundo y competir por contratos de investigación, a fin de conseguir fondos para sus institutos.*

*Actualmente, nuestras instituciones están por lo general, organizadas con tal rigidez, financiadas con tal miseria y dirigidas con tan poca sensibilidad, que se permite que se desperdicie esta inmensa reserva de talentos en desiertos de apatía y frustración. A los científicos hay que motivarles, ponerles a prueba, darles nuevas tareas, nuevas responsabilidades, nuevos objetivos, y dejar que todos nos beneficiemos de su trabajo.*

## *I+D+I (INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA+DESARROLLO TECNOLÓGICO+INNOVACIÓN)*

*Una buena tecnología no se puede desarrollar sin sustentarla en dos pilares fundamentales: una buena ciencia básica (propia o adquirida leyendo la literatura científica) y un tejido productivo industrial capaz de asimilarla en un tiempo corto. Este último aspecto se olvida demasiadas veces en nuestro país. No se repara en que tanto la ciencia básica como la tecnología, son baldías desde el punto de vista de aprovechamiento social si no encuentran un entorno industrial con la cultura de la innovación. Además la I+D no pasa de desarrollar prototipos, con la otra "i" de Innovación se avanza hasta el final y se construyen objetos o cosas reales.*

*La confusión, excesivamente frecuente, entre la invención y su difusión económicamente rentable, que constituye propiamente la innovación, ha llevado consigo el olvido de que el éxito de toda innovación es tributario, más allá de la propia invención, de un conjunto de habilidades organizativas: desde la identificación de las oportunidades de mercado, a la adquisición de las competencias adecuadas, al desarrollo pertinente de los prototipos en nuevos productos, a la gestión financiera apropiada, etc. Toda tecnología, y en consecuencia, toda innovación tecnológica, es pues, la integración de tres dimensiones:*

- *Dimensión del conocimiento nuevo.*
- *Dimensión organizativa, gestión y coordinación de actividades.*
- *Dimensión técnica.*

*¿Pero cuales son los determinantes más básicos para triunfar en el mundo de la Innovación?*

*Existen muchos factores directos que tienen una importancia crucial a la hora de explicar la efectividad de las políticas científicas y tecnológicas, algunos de ellos son:*

- *La inversión en I+D*
- *El formar parte de un grupo industrial*
- *La proximidad a centros de investigación*
- *...*

*Pero también existen factores indirectos que son tan importantes como los anteriores, algunos de ellos son:*

- *La existencia de masa crítica para ciertos proyectos de investigación*
- *El marco fiscal*
- *La inversión en educación*
- *La disponibilidad de financiación pública y privada*
- *El propio stock de innovaciones existentes*

*Los países europeos ocupan posiciones muy dispares en este ámbito. Según las encuestas realizadas sobre Innovación Europea, los primeros países en la actualidad más innovadores son Irlanda, Dinamarca y Alemania, en el extremo opuesto está España. Son pues necesarias políticas científicas, cuyo objetivo es aumentar el conocimiento acumulado al servicio de la sociedad, y políticas de innovación, cuyo objetivo es mejorar la competitividad de las empresas.*



## PROFESOR, UNIVERSIDAD E INDUSTRIA


*Hasta hace poco, el ser profesor universitario consistía en: leer revistas de la especialidad, escribir artículos científicos, dar clase, dirigir seminarios y tesis doctorales.*

*Pero hoy las universidades se hayan en transición. Cada vez se da mayor importancia a la investigación, anteponiéndola a la docencia. Además van cobrando mayor peso las ayudas de la iniciativa privada, con lo que la universidad se va transformando en un laboratorio subsidiario de la industria. Para estar al día, a la tarea de escribir artículos científicos se le añade además la de solicitar patentes, han de dar clase y además, asesorar a los directivos de las empresas.*

*La interacción entre los profesores, las universidades y la industria no es nueva y de hecho se va intensificando a la vez que la interacción se ha hecho más compleja.*

*En el mejor de los mundos posibles, inventores, gestores universitarios y ejecutivos funcionan como una máquina bien engrasada que crea un producto beneficioso y genera capital con el que sostener los costes del laboratorio académico y mantener al científico, a la universidad y a los accionistas de la compañía.*

*En cambio, en el mundo real, cada uno de estos factores tiene su propia dinámica: sus objetivos y prioridades pueden no coincidir. Sin embargo a los tres les reporta mayores ventajas trabajar unidos.*



*El científico recibe compensaciones y fondos para la investigación. Las colaboraciones entre los laboratorios sirven para ampliar la capacidad y los rendimientos de unos y otros. La universidad suma unos ingresos fijos. El producto pasará a la sociedad.*


*Pero, ¿qué precio se paga por estos beneficios? Hay un consumo de tiempo y energías.*

*Desde este punto de vista, el científico, la universidad y la industria se hallan dentro de una autopista de tres carriles por la que las ideas que salen de la universidad marchan hacia el terreno de su aplicación. Pero el viaje por esa autopista es duro y a veces peligroso.*

*Las empresas españolas no se benefician suficientemente del potencial científico y tecnológico generado por el sistema público de investigación y desarrollo a pesar de que éste ha mejorado de forma significativa la cantidad y calidad de su producto científico.*

## TENDENCIAS EN INVESTIGACIÓN

- *La sociedad conocerá y valorará cada vez más las actividades vinculadas a la generación de nuevos conocimientos, a su difusión, y a su proyección para un desarrollo tecnológico y para la innovación de los procesos de producción y de los productos.*
- *Tiene lugar una internacionalización creciente de la investigación, que requiere la cooperación transnacional y una mayor extensión de los flujos de intercambio de las actividades de investigación, desarrollo e innovación, favorecida por el desarrollo de las nuevas tecnologías.*
- *Aumentará la dependencia externa de la actividad investigadora, lo que implica que perdurará la actividad investigadora de calidad y competitiva; ello aconseja evitar la excesiva fragmentación de los grupos de investigación.*
- *La innovación será el factor principal de la competitividad, lo que implica que se favorecerá la interacción entre la investigación universitaria, el sector productivo y el entorno tecnológico.*
- *Se deberá inducir la formación científica para cubrir la necesidad de una mayor incorporación de jóvenes investigadores a las actividades de I+D+i empresarial.*


- 
- *Deberá existir mayor movilidad de profesores e investigadores entre universidades, centros de investigación y empresas.*
  - *Aumentará la relación entre sistemas de I+D, innovación, entorno empresarial e institucional.*
  - *La consolidación de la sociedad global del conocimiento alentará la unidad del saber y la multidisciplinaridad de los equipos humanos.*
  - *Se crearán grupos pluridisciplinares que abarquen la totalidad de los eslabones del proceso innovador.*
  - *Deberá facilitarse la creación de empresas que desarrollen y exploten los resultados de la investigación y cuyo personal participe en proyectos industriales.*
  - *Se deberá favorecer la participación en espacios de concentración de innovación tecnológica que favorezcan la transferencia de conocimientos y de tecnología (parques tecnológicos y científicos).*
  - *Se deberá resolver la falta de capacidad de gestión y de conocimiento del mercado por parte del personal investigador y de apoyo de los grupos de investigación universitaria.*

## *LAS TIC EN EL CAMPO DE LA INVESTIGACIÓN*

*Las tecnologías electrónicas de información están sentando unas nuevas bases de pensamiento y de acción ramificada e interactiva, de mensajes “bajo pedido”, para pequeños grupos, de contenidos muy individualizados, de emisión de lenguajes y materias muy diversificadas... y con todo ello están creando las condiciones para una economía y sociedad electrónica y de información.*

*Desde un punto de vista de la investigación, estas tecnologías favorecen:*

- *El aumento de la colaboración internacional y de la presencia de investigadores de diferentes continentes sin necesidad de que estos mantengan un contacto presencial, compartiendo datos, recursos computacionales... y accediendo a información común.*
- *Una creciente interdisciplinaridad, lo cual puede favorecer la resolución de problemas complejos mediante la aplicación del avance del conocimiento desde diferentes campos de investigación.*
- *Una mayor capacidad de trabajo.*
- *La solución rápida de dudas ya que se tiene donde preguntar lo que no se sabe.*
- *El ahorro de tiempo y esfuerzo permitiendo quemar etapas recorridas por otros.*
- *...*



*El descubrimiento de este nuevo entorno, favorece el cambio de los hábitos, ya que se ha alterado la manera en que nos informamos y por lo tanto la forma en que pensamos y actuamos, e incluso, por ser los media una extensión de los sentidos del hombre, se modifica la forma en que se percibe el mundo.*

*Las medias electrónicos pueden extender más el libre flujo de informaciones, permitir la coexistencia de contenidos, se puede ser receptor, productor, emisor tanto grupal como autónomo.*

*Aunque, las redes y los ordenadores no pueden aumentar la capacidad de absorción de información de los humanos, ni el número de personas con que un individuo puede interactuar, ni tampoco mejorar la calidad de las relaciones afectivas.*



## *EL AÑO SABÁTICO*

*Las administraciones públicas y las propias universidades deberían garantizar el año sabático del personal académico teniendo en cuenta la previsión de estos periodos en el diseño de sus plantillas con carácter plurianual, al igual que la promoción de intercambio de más corta duración con finalidades mensurables, a los efectos de la formación permanente. Incorporar el elemento de la movilidad, tan deseado para la innovación y la competitividad, es un elemento de gran interés para la mejora de las instituciones de educación superior.*