

LA INGENIERIA EN LA I+D

INDICE

- 1. INTRODUCCION**
- 2. RELEVANCIA VERSUS EXCELENCIA**
- 3. TECNOLOGIA Y DESARROLLO TECNOLOGICO**
- 4. LA CREACION DE EMPLEO**
- 5. GESTION DE LA ACTIVIDAD**
- 6. CONCLUSIONES**

1. INTRODUCCION

Este es el segundo documento de posición que elabora esta Real Academia sobre la ingeniería y el sistema español de I+D. El primer documento aprobado en Octubre de 2005 exponía en su preámbulo los principales problemas de la investigación y el desarrollo tecnológico en el contexto de la Ingeniería en España. En los sucesivos apartados el documento aportaba recomendaciones y propuestas para la I+D pública y privada. Lamentablemente, después de siete años, los planteamientos, recomendaciones y conclusiones, casi en su totalidad, siguen siendo válidos. Por esta razón, es difícil que este documento no recoja, de un modo u otro, las aportaciones del anterior que, al igual que el presente, responde a la inquietud motivada por lo que se considera una escasa implicación de la ingeniería española en los procesos de I+D.

Este documento se basa en el afán de promover que la sociedad española tenga mejor conciencia del papel de la ingeniería, y especialmente de su importancia para nuestra I+D, y es importante destacar que toda referencia o mención a la investigación en lo que sigue alude a aquella que está orientada en su mayor parte a la tecnología.

Atendiendo al listado de los objetivos que los sucesivos Planes de Investigación y Desarrollo Tecnológico que nuestro país ha tenido destaca que, a la vez de la necesidad de poner en valor la ciencia desarrollada, se haga énfasis en una mayor interiorización de la I+D en nuestro sector industrial.

Una manera de poner en práctica dicha interiorización sería el incremento del número de investigadores vinculados al sector industrial. De este modo, el sector mencionado aumentaría su porcentaje de inversión en actividades I+D con respecto a la inversión pública autonómica, nacional y de la Unión Europea. La visión que la Academia tiene de la ingeniería en España está muy relacionada con este problema que lastra los tremendos esfuerzos realizados por nuestras administraciones.

La calidad en I+D, pública y privada, y sus resultados están vinculados a la disponibilidad de buena ingeniería

En nuestra opinión, es un hecho cierto que la Ingeniería es una actividad crucial en el desarrollo de la cadena de valor que va desde la investigación hasta el liderazgo industrial y la producción tecnológica. En consecuencia, la ingeniería es indispensable para el desarrollo tecnológico.

En el contexto de la economía globalizada, la deslocalización de la fabricación es ya una práctica general, por lo que los países avanzados deben centrarse mucho más en la generación de conocimiento y en el desarrollo tecnológico para seguir siendo generadores netos de empleo cualificado y sostener el crecimiento.

El desarrollo tecnológico es el conjunto de trabajos sistemáticos que aprovechando los conocimientos existentes, obtenidos de la investigación y la experiencia práctica, los dirige a la producción de nuevos materiales, productos, dispositivos, equipos o servicios. El desarrollo tecnológico, es decir, el descubrimiento de tecnologías así como la asimilación de las ya descubiertas, es la única solución para conectar la generación de conocimientos con el sector industrial. El debate no es quién lo ha de llevar a cabo, ni cómo ni donde, sino cómo se puede superar el endémico fracaso de las pasadas iniciativas y la convicción de que la ingeniería es la única actividad que lo puede conseguir. No conviene confundir el desarrollo tecnológico con la innovación tecnológica que se caracteriza por convertir en éxito comercial un producto o servicio derivado del desarrollo tecnológico.

Ha llegado el momento en España en que deje de interpretarse el signo más en I+D para calificar la segunda como un mero calificativo cosmético de la primera. Sin desarrollo tecnológico la generación de conocimiento tendrá, como de hecho ocurre en España, un efecto muy limitado en la economía, afectando seriamente el crecimiento industrial y mermando su capacidad o su robustez ante la innovación tecnológica.

Por lo tanto hablar de desarrollo tecnológico y disponibilidad de buena ingeniería es básicamente lo mismo.

Hay numerosos síntomas de que la buena ingeniería es la clave para pasar de la buena ciencia al liderazgo industrial. A continuación se citan dos.

En Alemania se estima en más de 800.000 los ingenieros necesarios para mantener su liderazgo industrial en el continente. Economías emergentes, como China e India, además de producir un elevado número de graduados en estudios de ingeniería, envían al extranjero un número elevadísimo de estudiantes para ampliar estudios en ingeniería, al margen de su titulación de origen.

Sin embargo, y a pesar de todo ello, la ingeniería esta insuficientemente valorada y, en muchos casos, erróneamente evaluada en el proceso de toma de decisiones relacionado con la I+D.

Lo que sigue expone aspectos que recomiendan la necesidad de un proceso que incremente la vinculación de la ingeniería en las tareas de investigación y sobre todo de desarrollo tecnológico.

a.- La artesanía y la actividad industrial son motores indiscutibles de riqueza que han de estar en sintonía con el esfuerzo público y privado en investigación y desarrollo tecnológico.

b.- En múltiples documentos públicos sobre I+D se sitúa como objetivo el fomento de la cultura de la innovación cuando aún estaría pendiente el fomento del desarrollo tecnológico. Para este segundo objetivo el concurso de la ingeniería es central.

c.- La instrumentación científica no se fabrica, en general, en España. Nuestro país es importador neto de infraestructura científica. Ello a pesar de los continuos esfuerzos de la administración para invertir esta balanza. Los programas de dotación de infraestructura científica y de creación/actualización de Grandes Instalaciones Científicas se materializan en compras masivas de tecnología e instrumentos no producidos en nuestro país. Este es un problema que afecta también, en menor medida y en sectores concretos a Europa. Este es el caso, por ejemplo, del “software”. La Unión Europea es un gran productor de software para desarrollo y sin embargo es un importador neto en este sector.

d.- En muchas ocasiones la ingeniería es considerada como una actividad técnica sin un papel predominante en ninguna de las fases de un proyecto de I+D, y sin embargo la ingeniería es en sí misma un ámbito importante de la investigación además de una herramienta.

e.- Existe la noción infundada de que la actividad de ingeniería en I+D es meramente incremental, incluso cuando la actividad descubre tecnologías y más aún cuando las asimila.

De lo expuesto, podría concluirse equivocadamente que la ingeniería y su vocación por el desarrollo de tecnologías y de demostradores (“Engineering Demonstration Models o EDMs”), debería de disponer de un nicho específico y aislado en los planes de I+D y en competición con la actividad científica. Muy al contrario, lo que se propone es que la actividad de ingeniería esté presente, de una u otra forma, en todas las actividades de I+D, desde la validación de conocimientos hasta el final del desarrollo tecnológico. Esta imbricación en los proyectos de I+D es necesaria y no debería restringirse a las etapas del proyecto con preponderancia del sector productivo. En este sentido, consideramos que la ingeniería es eslabón perdido entre investigación y desarrollo.

Con todo, una mayor vinculación de la ingeniería ha presentado, y podría volver a presentar, algunos inconvenientes, que deberían evitarse.

a.- El argumento de que los parámetros científicos nos son adecuados para evaluar la actividad en desarrollo tecnológico se utiliza con demasiada frecuencia para esconder mediocridad.

b.- La expresión del interés industrial en una actividad de I+D no constituye un mérito per-se de la actividad, máxime teniendo en cuenta que dicho interés se limita, en general, a meras cartas de intención, sin ningún compromiso en el riesgo que toda actividad de I+D entraña.

c.- El proceso de selección, seguimiento y valoración final de proyectos es más difícil cuando la actividad es Desarrollo Tecnológico. La gestión, tanto pública como privada, parece no tener experiencia suficiente en el tema, lo que dificulta aún más la solución del problema.

d.- En el diseño por etapas de un sistema nacional de calidad en I+D, no está claro que ha de conseguirse primero si la calidad en ciencia o la calidad en ingeniería. Tan solo argumentos socio-económicos, alejados de la excelencia científica, parecen aconsejar lo segundo.

En los apartados que siguen en esta declaración se vuelve a matizar algunos de los pros y contras mencionados en esta introducción. En cualquier caso, se listan a continuación algunas propuestas que sugiere lo expuesto en el presente apartado:



Propuestas:

- Perseguir el necesario balance en ejecución del gasto entre Investigación y Desarrollo tecnológico. Este balance no ha estado claro en el pasado. Los indicadores recogen normalmente cifras acumuladas de toda la I+D, pero es el momento oportuno de conocer la dimensión y relevancia respectiva de la Investigación, por un lado, y del Desarrollo Tecnológico por otro en términos de costos-beneficios.
- Sería conveniente complementar los criterios de productividad científica en actividades de I+D con indicadores que incluyan, por ejemplo, la elaboración de demostradores, la creación de empleo estable, o la participación activa y comprometida de actores del sector industrial y productivo desde el comienzo de la actividad de Desarrollo Tecnológico. Fundamentalmente, como se indicará más adelante, priorizando relevancia versus excelencia.
- Se ha de tratar de evitar la costosa y poco eficiente fragmentación en los financiadores públicos con una evaluación única y con un colectivo de revisores/expertos formados por todos los actores de I+D. También el sector privado presenta el mismo problema en la toma de decisiones sobre este tipo de actividades.
- Tal vez motivado por lo anterior, y no ya pensando en más allá de los cuarenta años de edad, sino inmediatamente después de su graduación, aún ha de fomentarse la cultura de la ingeniería y la tecnología. Un síntoma que justifica la afirmación anterior es que la mayor demanda de los estudiantes de ingeniería en la formación opcional se dirige a la gestión de empresas y negocios, en detrimento de contenidos tecnológicos y científicos.
- Es necesario prolongar la vida profesional en actividades de ingeniería en I+D evitando la situación actual donde alcanzados, digamos de nuevo, los cuarenta años de edad, el profesional técnico se ve prácticamente obligado a pasar a tareas de gestión para mantener o mejorar su nivel retributivo y progresar en su carrera profesional.
- Reducir al máximo la precariedad laboral en actividades de Desarrollo Tecnológico.

2 RELEVANCIA VERSUS EXCELENCIA

Identificar una palabra que resuma la ambición y el compromiso de nuestro sistema de ciencia y tecnología es difícil pero desde hace tiempo, y más en la actualidad, la palabra más presente es **excelencia**.

La palabra tiene dos acepciones, la primera es “superior calidad o bondad que hace digno de singular aprecio y estimación algo”, y la segunda “tratamiento de respeto y cortesía que se da a algunas personas por su dignidad y empleo”. Es claro que la primera acepción es la que alude a una actividad, mientras que, la segunda alude a personas. Anteriormente se usaba la palabra **calidad**, para referirse a la característica deseable de los componentes del sistema de I+D, que era una calificación más modesta ya que, como puede verse en la primera acepción, excelencia entraña una calidad superior. Nuestro vocabulario ha transitado de la calidad a la excelencia, aparentemente sin darnos cuenta de ello.

La palabra excelencia se ha usado, y se usa, inadecuadamente en muchas ocasiones tanto en su acepción relativa a personas como a cosas. Habitualmente excelencia en I+D se asocia a cantidad de publicaciones en revistas científicas y citas, así como a un sinfín de índices bibliométricos. Todo ello ha convertido las evaluaciones de propuestas y la selección de personas, fundamentalmente en el sector público, en un ejercicio de bajo compromiso para el evaluador y que podría perfectamente llevar a cabo una persona que nunca hubiese trabajado en I+D; basta con acceder a los índices mencionados disponibles en red y establecer unas tablas de criterios para cada disciplina. Está lejos de la intención de este documento cuestionar ni el esfuerzo ni los logros conseguidos por España en este terreno. Tan solo es nuestra intención resaltar que la utilización exclusiva de dichos parámetros no es lo más adecuado si lo que se pretende es determinar la calidad del desarrollo tecnológico y/o de su actividad fundamental: la ingeniería.

Así pues, si bien los indicadores científicos aportan una métrica valiosa para la determinar el grado de excelencia de la actividad científica, son sin embargo solo parcialmente útiles para determinar la calidad real de un sistema de investigación y desarrollo tecnológico en cuanto su potencial de generar conocimiento rompedor, nuevos productos y procesos o metodologías con valor económico.

La pregunta pertinente que debería hacerse es ¿todo lo que es excelente I+D es relevante (E.Trillas)? Y si fuera relevante, se conoce ¿para quién, para qué y por qué se realiza la I+D?

Sabiendo además que todo lo que es relevante no necesariamente es excelente, parece lógico plantearse en estos momentos la pregunta: ¿Cuál ha de ser nuestra apuesta la relevancia o la excelencia? La respuesta podría ser:

La relevancia ha de predominar sobre excelencia al establecer una política de I+D

Aceptando que la calidad es una condición necesaria para la relevancia en I+D, ésta debe medirse por su contribución a los objetivos del sistema de I+D en su conjunto, tanto a la generación de conocimiento científico, como a la generación de valor añadido en productos y servicios, de forma que la inversión pueda recuperarse, en su mayor parte, en términos de retorno industrial o de bienestar social, en un periodo razonable y siempre contribuyendo a reducir nuestra dependencia exterior.

Usar la relevancia en lugar primordial, prioritario pero nunca exclusivo, en el proceso de toma de decisiones en investigación científica y desarrollo tecnológico tendría ventajas o una incidencia positiva en los siguientes aspectos:

- a. Aquello que sea relevante en I+D, y no necesariamente en el corto plazo, tendrá impacto en el sector productivo y, en consecuencia en la balanza tecnológica del país.
- b.- La relevancia requiere perseverancia en la actividad, siendo sus mayores enemigos la inestabilidad y los cambios bruscos de objetivos, criterios y formas de hacer.
- c.- Incluir la relevancia como parte de los criterios de evaluación ex-ante y ex-post de una propuesta de I+D requiere la participación de evaluadores de diversos sectores y no puede limitarse a la utilización exclusiva de los indicadores científicos. Como tal, su juicio o valoración entraña una labor más comprometida por parte de las personas encargadas de la toma de decisiones, tanto en el sector público como en el privado.
- e.- Al objetivar la posición respecto la relevancia de una acción en I+D los actores de ésta han de contestarse a sí mismos las preguntas mencionadas anteriormente. ¿Para quién es relevante? ¿El ámbito próximo? ¿A nivel internacional?, ¿Para la actividad industrial? ¿Para el bienestar social? ¿Cuándo podría producir retornos? ¿Para qué? ¿Qué es lo que cambiaría si sus objetivos fueran alcanzados? ¿Qué esfuerzo, en formación y recursos, requeriría asimilar los cambios que se producirían en los sectores potencialmente beneficiarios? Y finalmente, ¿Por qué? Cuya respuesta tiene que dar idea de la viabilidad y oportunidad de la acción planteada.
- f.- La exposición externa de resultados no justifica la relevancia de una investigación. En algunos casos dicha exposición es más un alimento de la vanidad personal que un beneficio socioeconómico o industrial y ni siquiera conduce a la generación de nuevo conocimiento, de nuevo, relevante.

g.- La relevancia tendría una aceptación mayor en los diferentes actores de I+D, requiriendo la actuación en consorcios más amplios de los actuales y fomentando la denominada innovación abierta (“open innovación”) que, cuando basada en I+D, obliga al emprendedor a abrir su innovación a otros actores en aras de su éxito.

No obstante, usar la relevancia versus la excelencia conllevaría también algunos inconvenientes como los que se detallan a continuación:

a.- Actualmente la relevancia es más difícil de evaluar que la excelencia. De hecho, definir indicadores de relevancia es una tarea que, por nueva y compleja, escapa del contexto de este documento. Por esta razón, la elaboración de indicadores es una de las propuestas de este apartado.

b.- Fomentar la relevancia prioriza poco el cómo se hace con respecto a lo que se hace. La relevancia es un futuro y no un atributo como la excelencia, es decir, entraña más riesgo en la toma de decisiones. La gestión del riesgo, el uso de medidas correctoras y la incorporación de la calidad intrínseca como un a-priori no excluyente son cruciales para una valoración positiva de una acción o propuesta que pretenda asegurar la relevancia.

c.- La evaluación, seguimiento y valoración final presentan un costo muy superior a la de constatar la excelencia. También requieren de una calidad muy superior en las personas responsables en la toma de decisiones sobre la actividad.

d.- Perseguir la relevancia puede requerir cambiar drásticamente la gestión y desarrollo de la financiación pública a la I+D.

PROPUESTAS:

a.- Incluir indicadores orientados tanto a la exposición externa como a la relevancia para desarrollo de cualquier actividad de I+D.

b.- No confundir la noción de relevancia en I+D con innovación, pues sustancialmente en muchas ocasiones no tienen ninguna relación como se comentará más adelante.

c.- La generación de propiedad intelectual o IPR parece ser el mejor indicador de la relevancia en la valoración a posteriori de las acciones de I+D. La generación de IPR no necesariamente va asociada exclusivamente a la generación de patentes. Por ejemplo, los contratos de regalías (“royalties”, derechos de autor), registro de modelos de demostración EDMs, y participación en

empresas, entre otros, pueden ser mucho más relevantes que un listado de patentes costosas de mantener cuando no se licencian ni se venden por culpa de una relevancia más que discutible.

d.- La relevancia entraña el uso de indicadores, no solo de carácter internacional, sino local y de adaptación al territorio como es el caso de asimilación de tecnologías ya descubiertas.



3 TECNOLOGIA Y DESARROLLO TECNOLOGICO

La definición más al uso de tecnología es la de “Conjunto de conocimientos aplicados a un oficio o arte industrial”. La palabra arte (técnica) en la definición revela el origen griego de la palabra.

Es evidente que, de la definición anterior, **la tecnología requiere dos ingredientes fundamentales que son: los conocimientos y la aplicación.**

En este punto es interesante introducir el debate sobre la innovación. En términos académicos ya ha sido debatido, con no pocos adeptos, y se ha implantado una tendencia general por la que la mentalidad innovadora debe estimularse. Sin embargo la realidad demuestra que los estudiantes considerados innovadores están más cerca de un rendimiento académico medio/bajo -aprenden lo que ellos consideran interesante- que de un rendimiento académico brillante. Todo parece indicar que el carácter innovador se puede fomentar y cultivar pero no sembrar.

En el terreno de la industria, un porcentaje, sustancialmente inferior al 50% de los beneficiarios de ayudas a la innovación, declara que ésta se produjo en relación con esfuerzos de I+D de la propia empresa.

De nuevo es bueno recordar la definición que nos muestra nuestro diccionario de la innovación: “Mudar o alterar algo, introduciendo novedades”. No se trata de cuestionar la “Teoría de las Innovaciones” de Joseph Schumpeter ni de las de sus muchos seguidores. La creación de un producto o modificación de un producto y su introducción en el mercado, siendo un éxito comercial, no requieren siempre de I+D, a no ser que ese proceso esté motivado y habilitado por una actividad de I+D previa. La innovación requiere una idea o invención no necesariamente nacida en el entorno que lleva a cabo la innovación.

Así pues, no es obvio que los gastos en innovación deban ser considerados como gasto en I+D. La innovación tecnológica sí que es el mejor síntoma de éxito de un desarrollo tecnológico previo, **pero no es en sí misma una actividad de I+D precompetitiva.** En cambio, el desarrollo tecnológico sí que es una actividad precompetitiva y por tanto subvencionable en su totalidad o en parte desde las administraciones. Una empresa innovadora puede no tener nada que ver con una empresa de base tecnológica.

En parte debido a lo anterior y de forma crítica, más que referirnos a la I+D+i, deberíamos hacerlo a la I+D-i. Ahora si vendría al caso decir aquello de que lo importante es que esta suma no dé como resultado cero.

Hay que ser conscientes de que la historia revela que la mayor parte de las innovaciones no produjeron ningún beneficio al inventor, lo que obliga a la necesaria reflexión para aquellos

que deciden de manera prioritaria fomentar la innovación de que, tal vez, volvemos, en cierto modo, a aquello de “que inventen ellos”, para añadir “nosotros innovaremos”.

Tampoco ha de olvidarse que la innovación, cuando se produce, es la forma más potente y directa de poner en graves dificultades al sector productivo en el que se produce. El uso del microprocesador fue una gran innovación en los setenta, pero provocó la caída de nuestro sector productivo en instrumentación electrónica. Una caída de la que, aun hoy, todavía no nos hemos recuperado. **Parece que, más que innovar, la prioridad debería ser desarrollo tecnológico asimilación de nuevas tecnologías para, en definitiva, resistir las sucesivas innovaciones venideras, próximas o lejanas en una economía global.**

El tema ocuparía más espacio del aconsejable y razonable en este documento, no obstante, sí que deberíamos convenir finalmente en que vincular sistemáticamente innovación a I+D no es correcto. La subvención de la innovación estaría justificada por fallos del mercado. El fallo de mercado existe cuando el atractivo a la inversión no es suficiente para que una actividad de indudable interés social, se desarrolle.

Por ello, y al margen de cuantos sumandos se añadan en la suma I+D+i+..., y de su signo, es importante señalar que el auténtico motor de riqueza en cualquier oficio o arte industrial es el desarrollo y la innovación tecnológica. En este sentido, es necesario volver a insistir en que el desarrollo tecnológico no es tan solo la búsqueda de nuevas tecnologías sino que, y esto es aún más importante, también incluye la adaptación y asimilación de tecnologías ya descubiertas.

Además, el desarrollo tecnológico no es investigación incremental. Esta calificación, muy utilizada en la toma de decisiones desfavorables sobre propuestas de I+D, es injusta. Ni por contenido, ni como motor de riqueza ambas actividades tienen nada que ver. La investigación incremental es consecuencia de la saturación de la actividad investigadora, de aquí su calificación negativa; mientras que, el desarrollo tecnológico representa la D de I+D en perfecta igualdad con la I.

El desarrollo tecnológico tiene una ventana de oportunidad en nuestro país pero esa ventana cada vez es más pequeña y se va cerrando (V. Reding). Las tecnologías descubiertas son como un tren que pasa rápido y si se deja pasar el tren ya no vuelve a pasar por el mismo sitio.

El desarrollo tecnológico es la única solución para salvar el denominado valle de la muerte que existe entre el conocimiento científico y el liderazgo industrial.

Las ventajas que tendría el fomento decidido de las actividades de desarrollo tecnológico serían las siguientes:

- a.- Aliviaría nuestro tradicional problema con la balanza tecnológica.
- b.- Fomentaría la dinámica de agrupaciones de actores diversos en detrimento de la visibilidad personal. El desarrollo tecnológico no suele ser atribuible a personas sino a agrupaciones, por lo

que está, en cierto modo, reñido con la evaluación individual de los sistemas de promoción en el sector público. Fomentar la relevancia en desarrollo tecnológico conlleva mimar la dinámica de agrupaciones.

c.- La evaluación de un proyecto de desarrollo tecnológico ha de prestar más atención a la relevancia de la actividad que a la experiencia o actividad previa de los proponentes.

d. La innovación tecnológica estaría motivada por el éxito de acciones de desarrollo tecnológico.

Con todo, en un escenario dominado por un lado por la cultura científica y por el otro dominado por la competitividad inmediata más que por el posicionamiento tecnológico a futuro, el fomento del desarrollo tecnológico plantea algunas dificultades:

a.- Aunque solo sea porque no se ha intentado con el esfuerzo necesario, los indicadores de relevancia en desarrollo tecnológico son nuevos y difíciles porque requieren de una adaptación al territorio donde se produce. Hay entornos geográficos que han asimilado una tecnología relevante mientras que otros no.

b.- Podría entenderse como una preponderancia de la ingeniería más allá de lo que otros actores de I+D considerarían adecuado.

c.- La relevancia del desarrollo tecnológico es difícilmente miscible con la actual estructura y objetivos de la institución universitaria, donde la buena ingeniería es penalizada tanto en recursos como en los sistemas de promoción, fundamentalmente basados en las métricas bibliométricas a las que se ha aludido anteriormente.

d.- Requiere la justificación por demostradores EDMs para determinar su grado de éxito, lo que a su vez requiere de expertos mucho más escasos de los disponibles para valorar las actividades de I+D.

PROPUESTAS

- Apuesta adecuada en recursos y gasto para desarrollo tecnológico.

- Elaboración de indicadores tanto de proximidad como de carácter internacional de la evidencia y relevancia de desarrollo tecnológico.

- La innovación, al menos en desarrollo tecnológico y cuando esta se produce, es un indicador de éxito. Es necesario distinguir el esfuerzo en innovación del esfuerzo en desarrollo tecnológico.

- **Diluir la separación entre los financiadores, gestores y actores de la Investigación y los del Desarrollo Tecnológico y conducir el sistema a uno de I+D.** Tal vez habría de sugerirse que al traducir "R&D" del inglés sería más adecuado hablar de IyD por no recurrir a D+I.

- Elaborar en todos los sentidos la identificación de generación de propiedad intelectual e industrial en sentido amplio, siempre contando con la proximidad o el entorno nacional.
- Las empresas han de ser el motor de desarrollo tecnológico y este papel se ha de acreditar no tan solo por su actividad sino también por su demanda.



La precariedad laboral asociada a la investigación no para de crecer en nuestro país, para ello basta comparar la cuantía de las becas para jóvenes con el crecimiento que experimentan los precios al consumo desde el comienzo de los setenta. Curiosamente esta precariedad laboral de la investigación es la misma que presentan los países que en I+D levantan nuestra admiración. Probablemente por esta razón, personas con reputación en I+D defienden con fuerza que el investigador no ha de quedarse en el lugar donde finalizó su formación, llegando a calificar como postura endogámica a las instituciones que tratan de retener con un empleo permanente y bien retribuido a sus mejores graduados.

No obstante, existen diferencias de esos países con el nuestro que es bueno tener presentes. En primer lugar, en esos países que admiramos, el graduado, al abandonar su formación doctoral o post-doctoral, puede acceder a remuneraciones más altas y a ejercer su profesión en aquello que ha aprendido. En segundo lugar, la defendida necesidad de que han de irse para poner en práctica sus conocimientos hace muy felices, como no podía ser de otro modo, a nuestros conciudadanos, fuertemente industrializados, de la Unión Europea. Nótese que, como se comenta al principio de este documento, desde sus comienzos, los planes nacionales españoles lamentan el bajo número de investigadores en el sector industrial. Admitámoslo, ya que puede ser legítimo, pero sí es desde luego evidente que entre todos estamos consiguiendo que nuestros mejores graduados se alejen de nuestro país, en una sangría más grave que las que tuvieron lugar en décadas de los 50 o los 60. Otro aspecto importante es que una revisión de la financiación privada para mejorar o ampliar estudios revelaría que, casi en su totalidad, está destinada para llevarse a cabo en el “extranjero”. Se entrecomilla extranjero porque estas ayudas sorprendentemente son válidas para países que limitan, con inexistentes fronteras con el nuestro.

Conscientes del problema mencionado en el párrafo anterior, nuestras administraciones apuestan por la incorporación de personas que hayan estado en esas instituciones extranjeras. Ante estas acciones cabe preguntarse si es adecuado que en la época más creativa, incluso innovadora, cuando la ilusión y capacidad de trabajo son las más altas, cuando el propio espíritu de superación nos disciplina, hemos de renunciar como país a ello. La siguiente es si realmente este tipo de visión sería trasladable al sector industrial, parece que no o al menos sería muy diferente.

La denominada atracción de talentos se conjuga mal con un país que no escapa de estar al borde de la ruina económica y agobiado por una terrible tasa de desempleo.

En relación con la ingeniería, los programas de atracción de talento a nuestro país han de considerarse, en cierto modo, fracasados. Las razones son diversas, pero hay dos que parecen destacar como las más importantes. La primera es la baja competitividad que presentan sus retribuciones y condiciones laborales para el sector y, en segundo lugar y más importante,

porque los parámetros de concesión son más de carácter científico que tecnológico. De nuevo viene al caso el tema de que la relevancia de las capacidades tecnológicas requiere de parámetros más territoriales que universales.

Actualmente la deriva del problema de la precariedad laboral instalada en nuestro país ha provocado otro esfuerzo de nuestra administración. Básicamente, con el argumento de si el graduado no accede a un puesto de trabajo se le trata de convencer que la mejor salida es que se haga autónomo. La creación de empresas o negocios se plantea como la mejor alternativa al problema. Sin duda es una alternativa, como lo es la de 've fuera y luego vuelve', ambas en absoluto desdeñables. La crítica que se destila de su descripción es que parece no afrontar el problema que nos acucia. Nuestro país tiene un tejido industrial dominado por pequeñas y medianas empresas, a su vez con escaso contenido en tecnología. A lo anterior se ha de añadir nuestra tradicional dificultad en distinguir entre negocio y empresa.

Otro aspecto a remarcar, relativo a la progresiva instauración de la precariedad laboral calificada en algún caso como la fatalidad de la precariedad, en I+D es la constatación de que no pueden desarrollarse actividades de alto valor añadido, tanto en el sector privado como en el público, sin buenos sueldos y estabilidad laboral. Todo con la convicción que el empleo cualificado es generador de empleo no cualificado.

Cualquier acción de I+D ha de tener su horizonte en la creación neta de empleo o la conversión del empleo a actividades de alto valor añadido.

La priorización de estos dos aspectos en las actividades de I+D presentaría las siguientes ventajas:

- a.- Incidiría en el mayor problema que vive España y muchos países de la Unión.
- b.- Abordaría de forma directa y nueva el problema del bajo número de investigadores por habitante y la preponderancia de estos en el sector público, fundamentalmente en las universidades.
- c.- Conllevaría que las responsabilidades en programas de ayudas a estudios, que podrían denominarse como ayudas a la formación, no sufran de una división tan drástica entre los departamentos de ciencia/tecnología y trabajo. La precariedad laboral en I+D, no por menor impacto social, deja de ser un problema a solucionar con programas de empleo y formación, tareas que tradicionalmente están adscritas al departamento de trabajo.
- d.- Acercaría más el sector investigador al problema de empleo y, sin duda, mejoraría la incertidumbre y fragilidad profesional asociada a la creación de nuevas empresas, que frena o diluye el compromiso del investigador con el proceso.

e.- Conseguiría en cierta medida involucrar más a un sector privado, tradicionalmente desconfiado de la rentabilidad de los procesos educativos y de formación largos.

f.- Contribuiría a conseguir la percepción del graduado de que existe una trayectoria profesional no escrita para el desarrollo de su trabajo.

Como es fácil de suponer, asumir la declaración anterior conlleva problemas e inquietaría a actores de I+D que lo consideran un parámetro de valoración ajeno a sus fines. Los problemas a afrontar serían, entre otros, los siguientes:

a.- Se enfrenta al tradicional modelo científico de carrera profesional basado en unos pocos trabajadores permanentes (gestores e investigadores experimentados), con el resto del personal vinculado directamente a la temporalidad de las subvenciones.

b.- Ciertos sectores de actividad artística o científicos no son adecuados para incluir en la valoración de su relevancia, la creación de empleo. Este es el caso de cultivo puro de conocimientos o las denominadas ciencias e ingeniería orientadas al bienestar social, entre otros.

c.- Lesiona a las entidades saturadas en plantilla estable que basan en la temporalidad la manera y el modo de abordar problemas o tareas que el trabajador estable rechaza.

d.- La imbricación de políticas de empleo con políticas de educación no es fácil ni para los departamentos, ni para los actores ni tampoco para los potenciales beneficiarios.

e.- No está claro de que incida ni a corto ni a largo plazo en el problema de la dimensión de nuestras empresas ni en el fortalecimiento de las grandes.

PROPUESTAS

- Compensaciones directas a la creación de empleo por parte de los departamentos responsables de I+D y Trabajo.
- Con una subvención inferior al coste empresa del trabajador, el proceso de selección debería recaer exclusivamente en la entidad receptora, o la que crea el empleo. Obviamente sujeto al tipo de supervisión y evaluación institucional que corresponda.
- Dejar de censurar que al graduado se le facilite su acceso e incorporación directa al empleo estable en I+D.
- **El esfuerzo en los denominados programas de atracción de talentos, como poco, han de ser parejos a los dedicados a la retención de graduados también con talento.**
- Establecer compensaciones favorables a la financiación de la formación en España de investigadores y tecnólogos, asumiendo que está más próxima a las necesidades sociales e industriales de nuestro país.
- Regular la temporalidad en términos de periodo de prueba e impedir las vías que contribuyen a la permanencia de la temporalidad.

- Incluir en todos los indicadores de calidad en acciones de I+D la creación de empleo o la transferencia de personas al sector identificado como usuario de los resultados.



Del título de este apartado puede interpretarse que su contenido se refiere solo a las administraciones públicas. Si bien es cierto que las administraciones tienen el liderazgo en las iniciativas en este terreno y que cuando funcionan, permean inmediatamente a la gestión en el sector privado, lo que sigue pretende ser un conjunto de reflexiones y consideraciones trasladables a cualquier entidad que financie y/o gestione I+D.

El primer modelo de transferencia de conocimiento, hoy considerado anticuado, establecía varias fases independientes que, comenzando en la generación de conocimiento, acaba en el prototipo o la viabilidad comercial (modelo M1 según Gibbons en “The new production of knowledge”). Este modelo se considera anticuado porque su principal inconveniente es que no suele conseguir el compromiso de todos los actores para un objetivo final. Por contra, parece más acertado que todos los actores estén involucrados desde el comienzo de la generación de conocimiento, con una preponderancia o participación obviamente variable dependiendo de la fase en ejecución del proyecto (modelo de generación de conocimiento M2). Este método enriquece el proceso y resulta ser el que más continuidad da a las sucesivas fases.

A pesar de los diferentes intentos, la realidad es que los proyectos de I+D son de tamaño y objetivos reducidos y, por consiguiente, su relevancia escasa. La financiación por proyectos de corta duración es además la raíz de la precariedad laboral en el sector de la I+D. Este modelo de financiación por proyectos es hoy en día cuestionado si no va acompañado de medidas y acciones a más largo plazo. La mayor parte de las grandes asociaciones de actores, como las producidas en programas de nuestra Administración como “Cenit” y “Consolider”, acaban cuando finaliza la subvención, incluso, en general, no renacen aunque la subvención vuelva a aparecer.

El mayor impacto y éxito de la generación de conocimiento sucede cuando se pone en marcha un desarrollo tecnológico basado en el mismo. De la misma forma, un desarrollo tecnológico resulta relevante cuando el mismo u otro actor deciden implementar un demostrador o un modelo de ingeniería que use las tecnologías descubiertas o asimiladas. De este modo, la continuidad y la perseverancia de los mismos u otros actores en la continuación de la actividad constituyen la demostración de que, al menos, para ellos lo anterior fue relevante.

Con todo, el mayor problema del camino recorrer desde los conocimientos a la transferencia de tecnología es la tremenda fragmentación que este proceso tiene sobre todo en la toma de decisiones y la gestión de la actividad. Un proceso de este tipo, sea cual fuere su variante, requiere de una gestión unificada y una toma de decisiones única. La fragmentación, denominada a veces como el milhojas de la I+D, es más dramática si se tiene en cuenta que la evaluación ante/post y el seguimiento se realizan por los actores de un único segmento nada

más. En general, las propuestas de generación de conocimientos o ciencia las evalúan científicos y las propuestas industriales personas del sistema empresarial o productivo. Eso sí, ambos envueltos en una perpetua, inútil y agotadora acusación mutua de endogamia o clientelismo entre ambos.

Una evaluación en la que el financiador no quiere riesgos, es una relación más de desconfianza que de apuesta científica o tecnológica. Decisiones más basadas en las capacidades y experiencia previa que en la brillantez o relevancia de la idea, desafortunadamente, son muy habituales. Gran parte de las propuestas son rechazadas por que el equipo o agrupación que las propone no tiene experiencia y por lo tanto se declaran no viables. Además, ni el financiador ni las personas que toman decisiones asumen la parte del fracaso, que en buena lógica les corresponde, en aquellas acciones que, una vez concedidas, desembocan en fracaso.

La fragmentación obliga a recurrir a financiación diferente o fragmentada en las fases que anteriormente se mencionan.

Que el carácter de la agrupación determine a priori si una institución es elegible o no por un programa de I+D carece de toda lógica. En la evaluación de propuestas debería de ocultarse en las primeras fases la identidad de los proponentes y tan solo, una vez aprobadas, habría de determinarse el modelo de coste que se ajusta a cada uno de los actores. Del mismo modo, es absurdo que el tipo de institución de origen califique per-se como adecuado a un evaluador. El sector industrial y el sector público o cualquier otro, no deben calificar o descalificar el criterio de una persona para la toma de decisiones en I+D.

Es necesaria una gestión de la I+D no fragmentada y profesional donde la ilusión por el riesgo predomine sobre la incredulidad y la desconfianza.

Las ventajas de una unificación en la tomas de decisiones y gestión de la I+D tendría varios efectos positivos.

a.- Obligaría a enriquecer las propuestas con actores encargados de la toma de decisiones que mimetizasen la diversidad de proyectos, evaluadores o expertos

b.- Aumentaría la sensibilidad y respeto en las dos direcciones, evaluador y evaluado.

c.- Aumentaría el número de personas comprometidas en una idea, lo que redundaría en una reducción del costo y en un seguimiento y valoración más profesional con todos, desde el financiador hasta el actor. Ello implicaría además un compromiso, tal vez complicidad, múltiple con el éxito del proyecto.

d.- Darían cabida, casi obligada, al desarrollo tecnológico. Y las acciones cubrirían más de una sola fase de las mencionadas al principio del presente apartado.

e.- Aumentaría el equilibrio de la calidad en lo que se hace respecto al cómo se hace.

f.- Harían el entorno más amigable a pequeñas empresas donde, sin necesidad de ser relevantes en lo respectivo a generación de conocimientos, sí que lo serían en el desarrollo de aplicaciones.

g.- Darían lugar a una estructura de la I+D consorciada parecida a la que tiene lugar en acciones de innovación abierta ya mencionada.

Los inconvenientes derivados de lo anterior son pocos pero conllevan cambios importantes en las estructuras actuales de la toma de decisión en I+D, puesto que:

a.- Lesionan la estructura, más competencial que competente, de ciertos sectores actualmente a cargo del proceso de la gestión de I+D tanto en el sector público como en el privado.

b.- Obliga a un discurso más moderado y comprensivo entre el sector productivo y el sector científico al estar sometidos ambos a las mismas reglas.

PROPUESTAS

- Plantear un único procedimiento para la selección, seguimiento y evaluación de acciones de I+D relevantes, sin fragmentación alguna y menos en base a la actividad a llevar a cabo en la acción o al actor que la realiza.
- Es crucial la profesionalización de la gestión de I+D y que esta forme parte de la estrategia de las empresas, para lo que se ha de incorporar métricas financieras que favorezcan la gestión de los intangibles tecnológicos y de sus riesgos asociados.
- Aumentar la diversidad a los colectivos involucrados en la toma de decisiones.
- Promover un proceso de evaluación en dos fases, la primera de calidad/relevancia sin conocerse los actores pero sí el número de actores y el tipo de estos. La segunda para determinar la viabilidad de la propuesta y el rigor y adecuación de los objetivos en atención a la agrupación de actores. Esta segunda fase tan solo establecería condiciones y salvo excepción no habría de conllevar el rechazo de ninguna propuesta aprobada en la primera fase.
- Asignar los recursos según el tipo y modelo de costes de los actores involucrados.

6 CONCLUSIONES

El esfuerzo en I+D que la sociedad española ha hecho no ha repercutido históricamente en liderazgo tecnológico. Este es un problema colectivo cuya solución requiere no sólo más recursos públicos y privados, sino también la implicación de todos los actores de la I+D y el aumento de la conciencia social de la importancia del papel de la ingeniería que, además de un protagonista del desarrollo tecnológico, es un ámbito de investigación esencial.

El sistema de Investigación y Desarrollo Tecnológico español necesita reconocer que la Ingeniería es crucial para que el conocimiento que se genera se traduzca en aplicaciones. El descubrimiento de tecnologías -o su adaptación y asimilación- y la elaboración de demostradores deben estar presentes en las motivaciones de los programas y proyectos para que resulten efectivos en el crecimiento económico y la creación de empleo cualificado.

Deben priorizarse aquellas acciones y actividades que, debiendo tener una calidad suficiente, sean relevantes para conseguir impacto en el sector productivo. Si bien las métricas de la excelencia son abundantes y conocidas, la medida y evaluación de la relevancia deben impulsarse y aplicarse.

Para conseguir un posicionamiento tecnológico sólido, única vía que permite conseguir y mantener el liderazgo industrial, no es conveniente un escenario dominado por la cultura científica por un lado y la competitividad por otro. Las acciones de desarrollo tecnológico deben tener protagonismo y generar propiedad intelectual.

La interiorización de actividades de I+D en el sector industrial debe traducirse en la incorporación de investigadores y tecnólogos a empleos cualificados. Es conveniente revertir la tendencia actual en la que los jóvenes encuentran mejores oportunidades - no solo profesionales sino también de salario y de expectativas - en otros países y simultáneamente, hay programas de captación de talentos extranjeros, muchas veces apoyados solo en la excelencia bibliométrica y no en la relevancia para nuestro propio desarrollo.

Es conveniente que la financiación de la I+D no sea de corta duración y fragmentada en diferentes organismos, no sólo porque sus objetivos son forzosamente limitados y poco relevantes, sino porque, además, no permite mantener una gestión unificada de proyectos más ambiciosos con participación desde el principio de todos los actores necesarios, con una evaluación integrada y un seguimiento flexible que se adapte a la evolución del sector.

