

# EL BINOMIO I+D Y LA UNIVERSIDAD INVESTIGADORA. ORIGEN, EVOLUCIÓN Y PERSPECTIVA<sup>1</sup>

Manuel Blázquez Ruiz  
Académico Correspondiente

---

## RESUMEN

---

### PALABRAS CLAVE

Binomio I+D.  
Vannevar Bush.  
Universidad investigadora.  
Evolución sin pares.  
Proyecto de investigación.

El binomio I+D y la Universidad Investigadora actual tienen su origen en el final de la II GM con la creación de la OSRD de Estados Unidos y el informe de Vannevar Bush, «Ciencia, la frontera sin fin». El denominado modelo lineal en ciencia y tecnología propició la sinergia entre gobierno, universidades e industrias, incorporando la evaluación por pares para la asignación de fondos públicos en investigación. La creación de la OCDE, la aplicación del manual de Frascati y la geopolítica favorecieron su globalización.

---

## ABSTRACT

---

### KEYWORDS

I+D framework.  
Vannevar Bush.  
Research university.  
Peer review.  
Research project.

The R&D framework and the current Research University have their origins at the end of WWII with the creation of the OSRD of the United States, and the Vannevar Bush report, «Science, the endless frontier». In the post-war period, the so-called linear base model of science and technology was launched, which fostered synergy between the government, universities, and industries with peer evaluation for public funds allocation supporting research. The creation of the OECD, and the application of the Frascati manual and geopolitics favoured its globalization.

Excelentísimo Sr. Presidente de la Real Academia de Ciencias, Bellas Letras y Nobles Artes de Córdoba, Ilustrísimo Cuerpo Académico, Vicerrectora de Innovación y Transferencia, Excelentísimo Presidente de la Real Academia Luis Vélez de Guevara de Écija, Autoridades, Decana de la Facultad de Ciencias, Compañeros de la Universidad, Familiares, Amigos, Señoras y Señores.

---

Boletín de la Real Academia  
de Córdoba.

---

<sup>1</sup> El título del discurso «La Universidad Investigadora. Origen, Evolución y Perspectiva» se ha actualizado para incluir «El binomio (I+D)» cuestión central del trabajo.

**M**i intervención esta noche corresponde al discurso de ingreso en esta Real Academia como correspondiente por Córdoba, donde llevo viviendo los últimos cuarenta y cinco años por mi pertenencia a su Universidad. Es para mí un honor y un privilegio ser recibido como correspondiente por Córdoba y quiero agradecer, en primer lugar, a los ilustres miembros de número que firmaron la propuesta, los Doctores Don José Roldán Cañas, Don Aniceto López Fernández y Don Manuel Casal Román de la Sección de Ciencias Exactas, Físicas, Químicas y Naturales y al Presidente de esta docta institución, a quien agradezco sus amables palabras de presentación. Pondré mi máximo empeño en no defraudar la confianza que me ha sido depositada y espero poder participar en la actividad de esta institución bicentenaria, referente en nuestra ciudad y que goza de un merecido prestigio. En el tiempo que llevo participando como académico correspondiente por Écija, mi ciudad de origen, he conocido y valorado con satisfacción el vasto conocimiento pluridisciplinar que atesoran los ilustres académicos.

#### MOTIVACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL DISCURSO

A la hora de preparar este discurso he reflexionado, naturalmente, sobre diversas opciones. Finalmente he considerado que sería apropiado el que presento por las siguientes razones:

1. Se trata de un tema de actualidad como lo es siempre la Universidad, las enseñanzas que imparte y los títulos que otorga; y en los tiempos más recientes, por la investigación y el desarrollo que la caracteriza, denominado con el acrónimo (I+D), que en el siglo XXI incluye también innovación citándose por las conocidas siglas (I+D+i). Este trinomio que conecta con la sociedad de nuestros días está determinando en gran medida nuestra forma de vida y la determinará aún más en las próximas décadas.

2. En este discurso trataré de hablar de la «Universidad Investigadora» en el contexto de la I+D como contiene su título. Aunque la Universidad es una creación europea del siglo XII, su evolución y universalización más significativa ha ocurrido en los siglos XIX y XX. Pero es en la segunda mitad del siglo XX donde se ha producido con más nitidez su evolución y se acepta por los estudiosos de la historia de la Ciencia, la creación de la universidad investigadora de nuestros días.

3. En el periodo que abarcan estas dos centurias se creó nuestra Real Academia de Ciencias, Bellas Letras y Nobles Artes de Córdoba

(1810)<sup>2</sup> y en la segunda mitad del siglo XX la Universidad de Córdoba (1972)<sup>3</sup>, que a su vez hunde sus raíces con la Universidad Libre de Córdoba (1870-1874)<sup>4</sup> y con los estudios casi bicentenarios de Veterinaria (1847)<sup>5</sup> que tiene su origen en la Real Orden rubricada por la reina Isabel II.

## UNIVERSIDADES MEDIEVALES

---

De acuerdo con Javier Ordoñez, Víctor Navarro y José Manuel Sánchez Ron en su *Historia de la Ciencia* [1], en el siglo XII, en varias ciudades del norte de Francia y de Inglaterra funcionaban escuelas catedralicias con una cierta organización docente entorno a las siete materias de las artes liberales, el trivio (gramática, retórica y lógica) y el cuadrivio (aritmética, geometría, música y astronomía). De la asociación de maestros capaces de enseñar y de estudiantes interesados en aprender surgieron las universidades que ya funcionaban a finales del siglo XII y principios del XIII: Bolonia (1150), París (1200), Oxford (1220) y Padua (1222) son lugares donde se asentaron estas primeras universidades. Posteriormente se fundaron universidades en Cambridge (1225), Salamanca (1230), Nápoles (1224) y en otras muchas ciudades. Francia y la península de Italia fueron los lugares donde se fundaron más y más tempranas en el siglo XIII.

Las universidades fueron protegidas por privilegios y mecenazgos que procedían del poder civil, emperadores y reyes, o del eclesiástico, papas y obispos de las diferentes diócesis. No obstante, tuvieron una notable autonomía para organizar sus estudios. Las artes liberales de las universidades del Norte estaban orientadas hacia los estudios de las ciencias relacionadas con las matemáticas, la astronomía y la filosofía natural. Las universidades del Sur se volcaron más en los estudios de medicina. Se formó una red de universidades que a finales del siglo XV cubría desde Cracovia hasta Lisboa, y desde San Andrew a Salerno.

---

<sup>2</sup> Fundación de la Real Academia de Ciencias, Bellas Letras y Nobles Artes de Córdoba; [https://es.wikipedia.org/wiki/Real\\_Academia\\_de\\_Ciencias,\\_Bellas\\_Letras\\_y\\_Nobles\\_Artes\\_de\\_C%C3%B3rdoba](https://es.wikipedia.org/wiki/Real_Academia_de_Ciencias,_Bellas_Letras_y_Nobles_Artes_de_C%C3%B3rdoba)

<sup>3</sup> Creación de la Universidad de Córdoba; [https://es.wikipedia.org/wiki/Universidad\\_de\\_C%C3%B3rdoba\\_\(Espa%C3%B1a\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Universidad_de_C%C3%B3rdoba_(Espa%C3%B1a))

<sup>4</sup> Universidad Libre de Córdoba; [https://es.wikipedia.org/wiki/Universidad\\_Libre\\_de\\_C%C3%B3rdoba](https://es.wikipedia.org/wiki/Universidad_Libre_de_C%C3%B3rdoba)

<sup>5</sup> Historia de la Escuela de Veterinaria de Córdoba, 1847-1943, Manuel Medina Blanco, A. G. Gómez Castro, Ed. Universidad de Córdoba, 1992.

---

**UNIVERSIDADES INVESTIGADORAS**


---

El concepto de universidad de investigación surgió por primera vez a principios del siglo XIX en Prusia, en Alemania, donde Wilhelm von Humboldt defendió su visión de la unidad de enseñanza e investigación como un medio para producir una educación que se centrara en las principales áreas de conocimiento, es decir, las ciencias naturales, las ciencias sociales y las humanidades, en lugar de los objetivos anteriores de la educación universitaria, que era desarrollar una comprensión de la verdad, la belleza y la bondad [2].

Roger L. Geiger, «el principal historiador de la universidad de investigación estadounidense» [3], ha argumentado que

el modelo para la universidad de investigación fue establecido por cinco de las nueve universidades «coloniales» autorizadas antes de la Revolución Americana (Harvard, Columbia, Yale, Princeton y Pensilvania); cinco universidades «estatales» (Michigan, Wisconsin, Minnesota, Illinois y California) y cinco instituciones «privadas» concebidas desde sus inicios como universidades de investigación (Massachusetts Institute of Technology, Cornell, Johns Hopkins, Stanford y Chicago) [3, 5].

La universidad de investigación estadounidense surgió por primera vez a fines del siglo XIX, cuando estas quince instituciones comenzaron a injertar programas de posgrado derivados del modelo alemán en programas de pregrado derivados del modelo británico [4].

---

**VANNEVAR BUSH (1890-1974)**


---

Vannevar Bush, actor principal en este relato, era conocido por sus contribuciones a la matemática aplicada y a la ingeniería electrónica. Durante la Primera Guerra Mundial había trabajado en la detección de submarinos. En 1939 había dimitido de la vicepresidencia del Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT)<sup>6</sup> para convertirse en presidente de la «Carnegie Institución de Washington»<sup>7</sup>. En poco tiempo pasó de ser un mero miembro del Comité Asesor Nacional para la Aeronáutica (NACA)<sup>8</sup>

---

<sup>6</sup> MIT. Massachusetts Institute of Technology es una Universidad privada de Investigación con concesión de terreno, en Cambridge, Massachusetts fundada en 1861.

<sup>7</sup> «Carnegie Institution of Washington» es una organización sin ánimo de lucro, filantrópica, creada por Andrew Carnegie en 1902

<sup>8</sup> NACA. El Comité Asesor nacional para la Aeronáutica, en inglés, «National Advisory Committee for Aeronautics» (NACA) fue una agencia federal de Estados Unidos fundada el 3 de marzo de 1915 para emprender, fomentar e institucionalizar las investigaciones aeronáuticas.

a dirigirlo, elaborando planes para coordinar la investigación científica aplicada a la guerra, según narra José Manuel Sánchez Ron en su libro *El Poder de la Ciencia* [6].

En junio de 1940, cuando los alemanes se adentraron en Francia, Bush persuadió al Presidente Roosevelt para que le pusiera al frente del Comité de Investigación para la Defensa Nacional (NDRC)<sup>9</sup>, que fue creado diez días después de la caída de Francia. Entre sus fines se buscaba aplicar la ciencia a las necesidades de la guerra, pudiendo solicitar la ayuda de la Academia Nacional de Ciencias (NAS)<sup>10</sup>, de la Oficina Nacional de Estándares (NBS)<sup>11</sup>, y de otros laboratorios federales.

El 28 de junio de 1941, aproximadamente medio año antes de que EE.UU. entrase en la guerra, lo hizo en diciembre, Roosevelt fundaba una nueva agencia, la Oficina de Investigación y Desarrollo Científico (OSRD)<sup>12</sup>, a la que dio autoridad sobre todos los trabajos científicos de defensa.

#### CARTA DEL PRESIDENTE ROOSEVELT (1944)

Una propuesta de ciencia nos muestra al segundo actor de este relato, el propio presidente Roosevelt. El 17 de noviembre de 1944, el presidente envió a Vannevar Bush una carta reconociéndole el trabajo en equipo y su cooperación en la coordinación de la investigación científica, aplicando el conocimiento disponible a la solución de problemas técnicos vitales para la guerra [7].

<sup>9</sup> NDRC. El Comité de Investigación de la Defensa Nacional, en inglés, «National Defense Research Committee» fue una organización creada para coordinar, supervisar y realizar investigaciones científicas sobre los problemas subyacentes al desarrollo, producción y uso de mecanismos y dispositivos de guerra en los Estados Unidos

<sup>10</sup> NAS. La Academia Nacional de Ciencias se fundó el 3 de marzo de 1863, en el punto álgido de la Guerra Civil. Las raíces inmediatas de la NAS se remontan a principios de la década de 1850 y a un grupo de científicos con sede principalmente en Cambridge, Massachusetts. Bajo la autoridad de su estatuto, la Academia Nacional de Ciencias estableció la Academia Nacional de Ingeniería en 1964 y el Instituto de Medicina en 1970, que se convirtió en la Academia Nacional de Medicina en 2015).

<sup>11</sup> NBS. La Oficina Nacional de Estándares fue fundada por el Congreso el 3 de marzo de 1901 como un laboratorio de estándares y medidas nacionales autorizado. Fue el primer laboratorio de investigación de ciencias físicas del gobierno federal.

<sup>12</sup> OSRD. La oficina de investigación y desarrollo científico (OSRD), por sus siglas en inglés, «Office of Scientific Research and Development» se fundó en 1941 reemplazando al Comité de Investigación de la Defensa Nacional que quedó reducido en una nueva organización asesora hasta que finalmente fue cancelada en 1947.

Con tal objetivo le pedía recomendaciones sobre cuatro grandes puntos, que en forma resumida eran los siguientes:

1. ¿Qué se puede hacer que sea consistente con la seguridad militar que cuente con la aprobación previa de las autoridades militares, para dar a conocer al mundo, tan pronto como sea posible, las contribuciones del conocimiento científico que se han realizado durante nuestro esfuerzo en la guerra?

2. En referencia a la guerra de la ciencia contra la enfermedad, ¿qué se puede hacer ahora para organizar un programa que continúe el futuro trabajo realizado en medicina y ciencias relacionadas?

3. ¿Qué puede hacer ahora y en el futuro el gobierno para potenciar la investigación en los organismos públicos y privados?

4. Debería considerarse cuidadosamente cuáles deben ser las funciones propias de la investigación pública y privada y su interrelación.

«Como podemos pensar» es la traducción del título de un artículo que se publicó en julio de 1945 por Vannevar Bush, con el título «As we may think» en la revista *Atlantic Monthly* [8]. Este artículo que constituye una respuesta pública a la carta del presidente Roosevelt, es decir, una carta abierta para la ciudadanía, sin duda, es un elemento importante en la propuesta de ciencia para la etapa de la posguerra.

A través de reflexiones sobre la guerra librada y los avances tecnológicos debido a la ciencia empleada, se preguntaba qué deberían hacer ahora los científicos a los que aludía por sus titulaciones, por su papel diferenciador, en las actividades de la guerra: Médicos, Biólogos, Físicos, etc. Repasaba los beneficios obtenidos en muchos aspectos materiales y no materiales: alimentación, lucha contra las enfermedades, conocimiento de procesos biológicos, funciones fisiológicas y psicológicas, la mejora y aumento de las comunicaciones entre individuos, los aspectos técnicos diversos que había mejorado, cámaras fotográficas avanzadas, miniaturización, dispositivos tecnológicamente avanzados que había que poner al servicio de la sociedad, etc.

Por ejemplo, archivos de almacenamiento de la información para asegurar y mejorar el conocimiento disponible para la humanidad. Reflexionaba sobre el hecho de que la expansión del conocimiento era ahora mucho mayor que la capacidad para archivarlo, recuperarlo y usarlo. Estamos literalmente empantanados con la gestión del conocimiento, afirmaba. En este sentido, el artículo contiene un análisis pormenorizado y exhaustivo

que ha puesto de manifiesto en un periodo de algo más de 75 años que eran predicciones acertadas.

En su análisis decía que se ha conseguido una muy rápida comunicación entre individuos que pueden ser registradas para su manipulación posterior en aras del conocimiento colectivo de la humanidad. Por otra parte, consideraba la montaña de investigación que se está produciendo que empantana a los investigadores con los sistemas de registro y recuperación disponibles que están basados en sistemas y tecnología de generaciones anteriores. Habla de la expansión del conocimiento humano que se produce a una velocidad mayor que la que se puede organizar y utilizar lo que significa un desastre que no se puede asumir. Se trata de sistemas inadecuados.

En este sentido, hace un relato de dispositivos de los que ya se dispone en aquellos momentos que podrían ser aprovechados para cambiar el paradigma: fotocélulas, fotografías avanzadas, tubos termoiónicos, tubos de rayos catódicos, combinaciones de relés que pueden simular secuencias de movimientos más fiables que los que puede desarrollar un humano y miles de veces más rápidos. La especialización se considera muy necesaria, pero, por otra parte, se produce una fractura en la comunicación entre diferentes campos científicos porque solo se consigue una comunicación superficial. En este sentido cita algunos ejemplos como las leyes de Mendel que se perdieron durante una generación al desconocerse en los sectores próximos que pudieran entenderlas. La suma del conocimiento humano se expande con una gran velocidad que se transforma en un laberinto con nuestros medios actuales como históricamente ha ocurrido.

En este sentido cita el ejemplo de Leibnitz y su máquina calculadora o la máquina aritmética de Babbage que se pensaron con un claro fundamento, pero la construcción y mantenimiento no era asumible en su época, por el excesivo esfuerzo que requeriría. Esta situación es muy diferente ahora porque se pueden construir máquinas con partes intercambiables con una gran economía de esfuerzo. Simples ejemplos lo constituyen una sencilla máquina de escribir, una cámara de cine, un automóvil o unas bombillas eléctricas que se fabrican, se empaquetan, listas para su uso, todo con precios muy baratos y funcionan. Hay signos de nuevos cambios con nueva y poderosa instrumentación.

Richard Feynman<sup>13</sup> [9] en su artículo «¿Qué es la Ciencia?» reflexiona sobre cómo se transmite el conocimiento entre individuos, entre generaciones de una especie (raza). Esta reflexión la generaliza para los animales

---

<sup>13</sup> Richard Phillips Feynman (1918-1988) Premio Nobel de Física (1965).

que primero mueren sin conseguir transmitir el conocimiento, después por accidente o por capacidad logran transmitir conocimiento a otros que imitan lo que hace el primer individuo que lo trasfiere. Pero ocurre que no todo lo que se transmite es rentable para la raza. Precisamente, a esa discriminación entre lo rentable y no rentable (se podría decir entre lo positivo y negativo para la colectividad) es a lo que se llama ciencia. El mundo se ve diferente después de aprender ciencia. Y naturalmente, la tecnología que aprovecha el conocimiento adquirido, con el uso de herramientas apropiadas, permite fabricar los diversos elementos que constituyen los dispositivos con un proceso de mejora continua. En este punto es donde ambas reflexiones convergen conduciendo al beneficio de la población.

Leyendo las reflexiones de Vannevar Bush se puede valorar la intuición, la imaginación y la perspectiva tan importante que tenía en 1945 sobre conocimientos, dispositivos y relés, que ahora, con una arquitectura incluso más avanzada nos rodean en nuestra vida cotidiana. Por ejemplo, ordenadores, supercomputadores, aplicaciones, programas de cálculos y simulación, bases de datos, internet, satélites, fotografía infrarroja, inteligencia artificial, minería de datos, etc. No obstante, no fue fácil tener acceso al informe completo que Vannevar Bush elevó al Presidente. Como veremos más adelante hubo que esperar más de una década para tener una reedición del informe por la Fundación Nacional de la Ciencia [8].

## CIENCIA EN LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL

---

La aplicación de la ciencia en la Segunda Guerra Mundial se recogió en muchas publicaciones, en particular, en una colección publicada entre 1945-1950. Esta recopilación presenta diferentes aspectos de la ciencia en la guerra, como «La Actividad de los Científicos a Contra Reloj» (10a), «La Organización de la Investigación Científica» (10b), «Los avances en Medicina Militar» (10c), «La Física Aplicada: Electrónica, Óptica y Metalurgia» (10d), «Los Combates Científicos» (10f), «El Nuevo Armamento: Equipos de Control de Incendios, Fusibles de Proximidad, Misiles Guiados» (10g), «Cohetes, Armas y Objetivos» (10h). Y, por último, «Ciencia, La Frontera sin Fin» (10i) que es el título del informe que presento Bush al Presidente.

La historia administrativa de la «Oficina de Investigación y Desarrollo Científico» (10b), fue escrita por Irvin Stewart [10b], director adjunto de la Oficina, presidente a su vez de la Universidad de West Virginia. En el prólogo, a cargo de Vannevar Bush, como director de dicha Oficina, se destaca el hecho singular de la Segunda Guerra Mundial donde las armas,

aún desconocidas al estallido de las hostilidades, fueron las que determinaron su final, considerando este hecho como lo más significativo desde el punto de vista militar. Añade que, con la evolución actual de los instrumentos de guerra, la estrategia y las tácticas de guerra deben estar ahora condicionadas. Por otra parte, subraya que esta nueva situación necesitó una vinculación más estrecha entre militares, científicos e industriales que nunca. Esta asociación exigió aprender nuevas lecciones de comprensión y evolución por lo que el relato del Dr. Stewart en este sentido era de gran valor para el futuro y de gran interés para la organización y los modelos de gobierno. Estos comentarios aparecen firmados con fecha de 4 de noviembre de 1946.

### **EFEMÉRIDES: NSF (1950-1960) E INFORME VB (1945-1960)**

---

Con motivo de las dos efemérides: (1) el décimo aniversario de la Fundación Nacional de Ciencia (NSF) y (2) el décimo quinto aniversario del Informe «Science. The Endless Frontier», en 1960, se reeditó el informe completo que había estado fuera de imprenta [11]. La reedición incluía contribuciones significativas de los actores principales de esta nación en aquellos históricos eventos. En primer lugar, las palabras del presidente Roosevelt, ya fallecido, en segundo lugar, un prólogo del Dr. Bush y en tercer lugar, una introducción a cargo del director ejecutivo de dicha fundación, el Dr. Alan T. Waterman. Las palabras del presidente decían:

Ciencia: la frontera sin fin. Nuevas fronteras de la mente están ante nosotros y si somos pioneros con la misma visión, audacia e impulso con los que hemos librado esta guerra, podemos crear un empleo más pleno y fructífero y una más completa y más fructífera vida. Franklin D. Roosevelt, 17 de noviembre de 1944.

Mientras el Dr. Bush agradecía y reconocía el servicio que ya prestaba esta nueva institución [11], la Fundación Nacional de la Ciencia, su director, el Dr. Waterman, hacía una narración de los hechos con apropiadas valoraciones [11]. Decía:

Su informe al presidente [Dr. Bush] fue publicado en julio de 1945, bajo el imaginativo título, «La ciencia, la frontera sin fin». La recomendación principal fue que debía establecerse una «Fundación Nacional de Investigación». Cinco años después, en mayo de 1950, el Congreso aprobaba la Ley de la «Fundación Nacional de la Ciencia» creando la nueva fundación. a pesar del retraso por el freno que impuso el nuevo Presidente, el Presidente Truman, que durante un cierto periodo

de tiempo, consideraba que no se ajustaba a un suficiente control democrático.

El Dr. Waterman justificaba la reedición del Informe Bush [10i] en los siguientes términos:

Con motivo del décimo aniversario de la constitución de la Fundación parece apropiado echar una nueva mirada al informe «Ciencia, la frontera sin fin» e intentar hacer una valoración de la medida en que los objetivos que se establecían se han cumplido. En este sentido, una nueva lectura del informe causa impresión por la perspicacia con la que este notable documento anticipó las principales necesidades y problemas relacionados con la «investigación y el desarrollo» en la posguerra. [...] Su utilidad y vigencia hoy en día son tanto más notables cuanto que se comprueba que el Dr. Bush y sus asesores no fueron capaces de anticipar los desarrollos específicos que más han influido en nuestro tiempo, a saber, la guerra de Corea y la guerra fría, la carrera por los misiles y los satélites, el desafío tecnológico soviético y la rápida aceleración de la investigación espacial [...]. Pero, sí se anticipó [...] a la inmensa importancia que la ciencia y la educación científica tendrían en el crecimiento de los Estados Unidos de la posguerra. Se puede decir que las palabras finales de su Informe [Dr. Bush] fueron claramente proféticas, decía:

«Sobre la sabiduría con la que llevemos la ciencia a afrontar los problemas de los próximos años dependerá en gran medida nuestro futuro como nación».

## CIENCIA Y GOBIERNO

---

El Dr. Bush expresaba también en dicho informe su opinión sobre el binomio Ciencia y Gobierno [10i]. En este sentido señalaba que la ciencia debía ser una de sus preocupaciones, aunque hasta el momento apenas había comenzado su utilización en el bienestar de la Nación:

[...] En la actualidad, la política científica está siendo llevada a cabo por la Fundación Nacional de Ciencias en lo que concierne a la investigación básica. [...] Pero se puede ahora citar como un logro la creación de los tres comités permanentes aprobados en el Congreso, directamente relacionados con la ciencia y la tecnología [...]; uno, con la Energía Atómica, otro con la Aeronáutica y las Ciencias del Espacio y un tercero, con la Astronáutica.

## LA IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN BÁSICA

---

Pero el foco principal del informe [10i], aclaraba Waterman, lo constituía la importancia que se le daba a la investigación básica [...]. El Dr. Bush indicaba lo siguiente:

La investigación básica conduce a nuevos conocimientos. Proporciona capital científico. Crea el fondo del que deben extraerse las aplicaciones prácticas del conocimiento. Hoy, es más cierto que nunca, que la investigación básica es el marcapasos del progreso tecnológico. La nación que dependa de otros para su nuevo conocimiento científico básico será lenta en su progreso industrial y débil en su posición competitiva en el comercio mundial, independientemente de su habilidad mecánica.

Continuaba [el Dr. Bush] con una visión de futuro en la que imaginaba a las instituciones de enseñanza superior y a las universidades con apoyo público y privado y a los institutos de investigación dotados como centros de investigación básica que debían proporcionar tanto el nuevo conocimiento científico como el entrenamiento y capacitación de trabajadores en investigación. Señalaba que, si iban a cumplir con el rápido aumento de las demandas de la industria y del gobierno,

[...] su investigación básica tendría que ser fortalecida mediante el uso de fondos públicos [...] más adelante pronosticaba [...] será a través de la investigación básica en biología, bioquímica y otras ciencias, por ejemplo, que se alcance la solución de los problemas de las principales enfermedades.

Añadía, además,

la investigación básica será necesaria para la defensa nacional de los Estados Unidos para que no se encuentre peleando en una próxima guerra con armas simplemente mejoradas de las anteriores [...].

El Director de la Fundación, Dr. Watermann, seguía con el relato [7]:

[...] En los años transcurridos desde que se escribió el Informe ha habido una mayor conciencia por parte del Gobierno de la importancia de la investigación básica como lo muestra una tendencia constante al alza en la cantidad de fondos federales [...]. No obstante, se han quedado estancados durante varios años. En resumen, aún no se han resuelto ni entendido todos los problemas relacionados con la investigación en este país. En general, los ciudadanos están lejos todavía de conocer la naturaleza de la investigación básica y la diferencia fundamental entre ciencia y tecnología. La evidencia sugiere que la industria podría respaldar

de manera rentable un mayor esfuerzo en investigación básica tanto en sus propios laboratorios como con apoyo externo en colegios y universidades [...].

## INVESTIGACIÓN EN EL GOBIERNO

---

Se refería también a la investigación dentro del gobierno [...] con una serie de disposiciones legislativa para el personal científico, autorizando a las agencias federales a pagar los gastos de viaje a los puestos de servicio proporcionando la oportunidad a los empleados científicos y profesionales para que pudieran pedir licencias, que les permitiera recibir su salario, cuando se apliquen a fines educativos y formativos [...] Por otra parte, se incentivan las publicaciones en revistas científicas, cubriendo los gastos de viaje a las reuniones científicas de los empleados del gobierno [...]. El Informe recomendaba: [...] una junta asesora constituida con «científicos desinteresados» que no tengan intereses con ninguna otra agencia gubernamental [...] que pueda estar disponible para asesorar al presidente a través de su Comité Asesor Científico.

## INVESTIGACIÓN INDUSTRIAL

---

El Informe Bush abordaba también el tema de la investigación industrial [10i] afirmando directamente: «La forma más sencilla y eficaz en que el Gobierno puede fortalecer la investigación industrial es apoyar la investigación básica y desarrollar talento científico».

Señalaba, no obstante, que uno de los factores más importantes que afecta a la investigación industrial era la legislación fiscal, y por esta razón, hacía algunas recomendaciones [...].

## INVESTIGACIÓN MÉDICA

---

En el informe se ponía un gran énfasis en los estudios básicos [10i]. Así, se decía:

Es bastante probable que los avances en el tratamiento de las enfermedades cardiovasculares, enfermedades renales, cánceres y enfermedades refractarias similares se hagan como resultado de descubrimientos en temas no directamente relacionados con esas enfermedades y quizás completamente inesperados, por el investigador. Un progreso importante requiere que todo el frente de la medicina y las ciencias subyacentes de la química, la física, la anatomía, la bioquímica, la fisiología, la farmacología, la bacteriología, la patología, la parasitología, etc., se desarrollen am-

pliamente [...] por ejemplo, con la Fundación Nacional de Ciencia [...] y con una organización completamente independiente como los Institutos Nacionales de Salud (NIH).

## INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN LOS ESTADOS UNIDOS DESDE 1900

Una mirada retrospectiva desde 1900 hasta los acontecimientos descritos en las sesiones anteriores, la aporta el profesor Steven Usselman [12] en un Congreso Científico celebrado en la Universidad de Yale en 2013, que mantiene que la frase «Investigación y Desarrollo» apareció en el léxico estadounidense a principios del siglo XX cuando un puñado de destacadas instituciones empresariales anunciaron la creación de laboratorios de investigación. Estas primeras instalaciones corporativas de investigación, que empleaban un pequeño personal de científicos e ingenieros con formación universitaria, incluidos algunos con doctorado, se centraban normalmente en problemas técnicos apremiantes de vital importancia para la empresa.

En Kodak, por ejemplo, los químicos buscaron navegar la transición de los negativos de placa de vidrio a la película de celuloide. La General Electric Corporation (GE) preocupada porque sus patentes altamente rentables para bombillas incandescentes que caducaran pronto, buscó expertos en ciencia de materiales para desarrollar nuevos filamentos. American Telephone & Telegraph (AT&T) contrató a expertos con conocimientos similares en un esfuerzo por desarrollar un repetidor que aumentara las señales y permitiera a la empresa cumplir su promesa de brindar un servicio de costa a costa. El gigante químico DuPont, que había construido su imperio principalmente fabricando pólvora, esperaba ampliar su línea de productos dominando las técnicas de la química orgánica. Al dar este paso, DuPont imitó a las empresas químicas alemanas, cuyos laboratorios de investigación las habían llevado a posiciones de liderazgo internacional en campos como los explosivos de nitrocelulosa (dinamita) y los tintes sintéticos.

Estos desarrollos institucionales fueron facilitados por el cambio de doctrinas legales. Los tribunales primero aclararon que las corporaciones podrían exigir a los inventores internos que cedieran las patentes a la empresa como condición de empleo. Si bien estos fallos de los tribunales dieron a las corporaciones la confianza de que podrían retener el control sobre las tecnologías desarrolladas internamente, el aumento de la actividad antimonopolio hizo que algunas grandes empresas desconfiaran de adquirir nueva tecnología a través de fusiones o licencias cruzadas con otras corporaciones. Las empresas que se enfrentaban a demandas antimonopolio también buscaban ganarse el favor del público promocionando sus inver-

siones en investigación y desarrollo. Al lograr avances técnicos como las bombillas de luz mejoradas y lograr hitos como el servicio telefónico entre países, empresas como GE y AT&T, contrarrestaron la percepción de que las grandes empresas reprimían la invención y la creatividad. Los expertos en relaciones públicas, que se hicieron mucho más prominentes en las corporaciones estadounidenses durante las primeras décadas del siglo XX, aprovecharon los nuevos laboratorios como activos valiosos en sus campañas para detener la marea de regulaciones gubernamentales.

A pesar de toda su prominencia, difícilmente se puede decir que estos conspicuos pioneros hayan constituido una revolución en la tecnología y la invención estadounidenses. Las nuevas empresas estaban restringidas a unas pocas, en un puñado de sectores. En 1919, los laboratorios industriales empleaban a menos de 3000 científicos en total, aunque AT&T y GE empleaban a varios cientos entre ellos. Los laboratorios de I+D pioneros también estaban muy concentrados en la región del Atlántico Medio, donde las grandes corporaciones tenían fácil acceso a la financiación de Wall Street y a un sistema universitario establecido. La mayoría de las empresas comerciales en otras partes del país, y muchas en la costa este, continuaron obteniendo nuevas tecnologías a través de redes flexibles de inventores independientes y pequeños propietarios, como talleres mecánicos. Esas redes o grupos regionales solían incluir empresas que mantenían vínculos estrechos con los inventores o habían sido fundadas por los propios inventores.

Estos grupos se concentraron en determinados sectores. Así, los empresarios de Cleveland diseñaron máquinas, herramienta y aparatos eléctricos. Un grupo de fundiciones y talleres mecánicos agrupados en un distrito industrial al sur del centro de Los Ángeles se especializó en el diseño de bombas y otros elementos para su uso en los sectores florecientes agrícola y petrolero de la región. Más tarde resultó fundamental para apoyar a la industria de la aviación, cuyos pioneros habían emigrado al sur de California para aprovechar las condiciones casi ideales para probar aviones.

Tal como sugiere la existencia y persistencia de grupos industriales, las actividades que llegaron a denominarse «Investigación y desarrollo» antecedieron por mucho tiempo a la creación de instalaciones formales con esa designación. Se constata que estas actividades adentran sus raíces en el siglo XIX [12].

A fines del siglo XIX, algunas grandes empresas habían tomado medidas para formalizar este tipo de aprendizaje y hacerlo más rutinario. Muchos de los ferrocarriles más grandes del país, por ejemplo, establecieron oficinas de personal que organizaban el aprendizaje y la innovación en

todos sus sistemas. Estos esfuerzos incluyeron departamentos de pruebas e investigación, donde los ingenieros y los químicos, capacitados en la universidad, evaluaban las tecnologías existentes y las posibles alternativas.

Gran parte de este trabajo se centró en la ciencia de materiales como el comportamiento de los metales y los lubricantes, pero también implicó el estudio sistemático de los aparatos que podrían mejorar el ahorro de combustible o la tracción de las locomotoras. El gigante «Pennsylvania Railroad», que en 1876 se había convertido en la primera corporación estadounidense en contratar a un doctorado químico a principios del siglo XX, erigió una instalación para probar locomotoras en el lugar mientras operaban a velocidades de hasta noventa millas por hora. Este tipo de investigación centrada en las pruebas se afianzó en muchos sectores de la economía. Muchos fabricantes implementaron programas similares de análisis de materiales. La «Arthur D. Little Company» de Boston proporcionó análisis químicos a numerosas empresas que no podían permitirse operar sus propios laboratorios de pruebas.

Las empresas de muchas industrias también siguieron a Pensilvania al erigir plantas de prueba a gran escala donde los ingenieros podían evaluar prototipos sistemáticamente. Los fabricantes de productos eléctricos como GE y Westinghouse, por ejemplo, utilizaron dichas instalaciones de creación de prototipos para probar tecnologías de generación y distribución de electricidad.

Una constelación similar de esfuerzos de investigación surgió en relación con la minería, otro sector vital de una economía cuya riqueza derivaba en gran medida de la tierra. Aquí, también, un nexo de instituciones estatales y federales proporcionó análisis de laboratorio sistemáticos y exploraciones de campo, como las realizadas por el Servicio Geológico de EE. UU. y la Oficina de Minas, al mismo tiempo que recopilaba y codificaba el conocimiento obtenido de numerosos lugares específicos. Muchas universidades con concesión de tierras crearon programas de educación, investigación y divulgación en campos como la geología y la ingeniería minera.

Además de estos desarrollos en la industria privada, una variedad de instituciones públicas surgió a finales del siglo XIX y principios del XX para apoyar el aprendizaje y la innovación. Un importante complejo de instituciones organizadas en torno a las actividades agrícolas, que constituyó el sector más grande de la economía estadounidense durante la mayor parte del siglo XIX. Al principio, gran parte de esta actividad de investigación se llevó a cabo a través de foros como estados y ferias del condado. En la década de 1850, los intereses agrícolas impulsaron una legislación que

obligaba a la Oficina de Patentes de EE.UU. a realizar exámenes continuos de técnicas agrícolas, incluidas mejoras del suelo, nuevas variedades de plantas y animales, y remedios para insectos y otras plagas.

## PLAN MARSHALL, OCDE Y MANUAL DE FRASCATI

En contraposición con la mirada retrospectiva anterior, se puede considerar la evolución de la I+D en la posguerra hasta el presente. El Plan Marshall fue una iniciativa de Estados Unidos para ayudar a Europa Occidental en la reconstrucción de aquellos países devastados tras la segunda Guerra Mundial [14]. El plan estuvo en funcionamiento durante cuatro años desde 1948. Se había fundado una Organización para la Cooperación Económica Europea (OEEC) con el objetivo de organizar las ayudas de dicho Plan destinadas a Europa. Cuando esta organización hubo cumplido sus objetivos no se disolvió, sino al contrario ingresaron en ella Estados Unidos, Canadá y Japón. A esto siguió la creación de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE).

La OCDE fue fundada en 1961 con un Convenio que transformo la OEEC en esta nueva organización, la OCDE, firmado el 14 de diciembre de 1960, que entró en vigor el 30 de septiembre de 1961. Desde entonces, la vocación de la OCDE ha sido brindar un mayor bienestar en todo el mundo asesorando a los gobiernos sobre políticas que apoyen un crecimiento resiliente, inclusivo y sostenible. Unas de las primeras actividades emprendida por la OCDE fue la de convocar en París una conferencia de los ministros responsables de ciencia de 22 países en (1963) y encargar la redacción de un manual para unificar la medición de las actividades científicas y tecnológicas que permitieran una comparación internacional. Este mismo año se fundaba en Reino Unido la Universidad de Sussex, en cuyo seno se creó la Unidad de Investigación de Políticas Científicas «Science Policy Research Unit (SPRU)». En el origen de esta se encontraba Christopher Freeman a quién la OCDE le encargó, como consultor externo, la redacción del manual en cuestión. Fruto de los trabajos fue la primera versión oficial de la Propuesta de Norma Práctica para encuestas de Investigación y Desarrollo Experimental, más conocida como «Manual de Frascati»<sup>14</sup> [15]. A partir de ese momento se trabajó en la medida y análisis de la actividad científica y tecnológica, poniéndose enseguida de manifiesto la necesidad de tener datos contrastables y comparables entre estados para la

<sup>14</sup> El manual de Frascati. En junio de 1963 la OCDE celebró una reunión de expertos nacionales en estadísticas de investigación y desarrollo (I+D) en la Villa Falconieri de Frascati, Italia, en la que se obtuvo la primera propuesta del citado manual, más conocida por dicho nombre.

planificación de la investigación y desarrollo de los países miembros y no miembros. Sin duda, estos elementos potenciaron la expansión del marco (I+D) a nivel global desde la década de los sesenta del siglo pasado con la aplicación del citado manual actualizado en sucesivas ediciones hasta el presente.

## EVOLUCIÓN DE LA I+D EN LOS 75 AÑOS DE POSGUERRA

---

En el periodo aproximado de 75 años de posguerra se ha continuado analizando este marco de Investigación y Desarrollo (I+D) con motivo de diferentes efemérides, por ejemplo, en el centenario de la fundación de la Academia Nacional de Ciencias, en 1963, se abordó una vez más «el papel de la ciencias en las universidades, gobierno e industria» [16], o en el 50 aniversario del informe Bush, durante tres años seguidos, 1994, 1995, 1996, se celebraron ciclos de conferencias, analizando punto por punto, diversas cuestiones del informe, bajo el título general «*Aprendiendo del Pasado, Diseñando el Futuro*» en la Universidad de Columbia [17].

Como ejemplo de estas ponencias se puede destacar la presentada por Donald Stokes titulada «Completando el Modelo de Bush – El cuadrante de Pasteur» [18] que aborda un problema común entre los científicos, especialmente en aquellos que se ven así mismo haciendo un trabajo creativo, impulsado por la curiosidad, que conduce a la percepción de que la ciencia pura y la aplicada son de alguna manera incompatible. En la formulación de Don Stokes la ciencia se divide (artificialmente) en problemas motivados por la curiosidad (y la comprensión) y problemas motivados por fines prácticos. Los nombres de «Bohr» y «Edison» están asociados con estos dos estilos, respectivamente. Lo interesante del cuadrante es el nombre de «Pasteur» a quien se atribuye los primeros trabajos (de vacunación, es decir ahora inmunología aplicada, y de esterilización por calor – ahora microbiología). A Pasteur se le adscribe este crédito porque comenzaba identificando problemas sociales importantes con implicaciones prácticas (muerte por rabia, enfermedad por leche en mal estado) para los cuales no había soluciones ni ciencia relevante, por lo que entonces inventa nuevos campos de la ciencia necesarios para resolverlos. Pasteur no aplicaba la ciencia conocida, sino que inventaba nueva ciencia para aplicar. El enfoque del cuadrante de Pasteur implica que es posible acoplar, simultáneamente, el desarrollo de principios fundamentales de ciencia con la solución de problemas importantes para la sociedad. Es decir, se pueden utilizar problemas muy difíciles para estimular el descubrimiento científico. Trabajar en el cuadrante de Pasteur no es, como a veces se dice, «que se refiere solo a las aplicaciones», o en el setenta aniversario de la creación de la Fundación Nacional de

Ciencia (NSF) [19] en 2020, donde su decimocuarta directora, France A. Córdova, seguía resaltando a modo de síntesis que «[...] la investigación básica es el marcapasos del progreso tecnológico».

Consideraba que esa declaración era tan relevante hoy como lo fue en 1945 cuando Vannevar Bush lo escribió en su tratado histórico. Recordaba las lecciones que él extrajo de la dirección de la ORSD para aumentar el flujo de nuevos conocimientos científicos mediante el apoyo a la investigación básica ayudando al desarrollo del talento científico. En su escrito, la directora describía la hoja de ruta que ha seguido la NSF cumpliendo con la misión de su creación, o en la celebración del setenta y cinco aniversario del informe de Vannevar Bush, también en 2020, donde aparecía un artículo en la prestigiosa revista *Asuntos de Ciencia y Tecnología* [20] firmado por la actual presidente de la Academia Nacional de Ciencias, Marcia McNutt y el presidente de la Universidad Estatal de Arizona, Michael M. Crow, en el que ya se apuntaban necesarias revisiones para superar sus límites. Se resumía el análisis con la siguiente propuesta:

El modelo posterior a la Segunda Guerra Mundial para organizar la ciencia sigue siendo poderoso, pero para ir más allá de sus límites será necesario asegurar las contribuciones de la ciencia para resolver una amplia gama de desafíos sociales.

O en el simposio organizado también en 2020 por la Academia de Ciencias con las Fundaciones «The Kavli Foundation» y Alfred P. Sloan Foundation [21], con el título «The Endless Frontier. The Next 75 Years in Science», con la contribución de sus presidentes, Marcia McNutt, Robert Conn y Adam Falk, respectivamente. En la publicación de la Academia de Ciencias, en la que Steve Olson como ponente, compila el análisis, las reflexiones y las previsiones para un periodo futuro de otros setenta y cinco años, se hace una descripción del congreso celebrado de la que se puede resaltar el mensaje de sus presidentes.

Como Bush se dio cuenta al final de la Segunda Guerra Mundial, tiempos de grandes cambios traen igualmente grandes oportunidades. En su informe demostró que un análisis cuidadoso y un pensamiento visionario puede hacer que las naciones progresen en direcciones previamente no previstas que pueden beneficiar a todas las personas. Del mismo modo, en los años venideros, podemos construir una sociedad más fuerte y un mundo más resiliente pensando cuidadosamente en cómo se pueden aplicar las lecciones del pasado a los desafíos actuales y futuros. Marcia McNutt, Presidente, Academia Nacional de Ciencias, Roberto Conn, Presidente y Director Ejecutivo, La Fundación Kavli, Adán Falk, Presidente, Fundación Alfred P. Sloan.

---

## APUNTES FINALES

---

En este marco que estableció el informe de Vannevar Bush de relaciones entre gobierno, universidad e industria se utilizó por primera vez el sistema de proyectos y se potenciaron las publicaciones científicas como fondo de conocimientos para la sociedad. Se puso por primera vez en marcha el sistema de revisión por pares para evaluar la calidad y viabilidad de los proyectos y de las publicaciones. Se inició el debate entre investigación básica y aplicada que aún y cada vez con más intensidad, continúa. No obstante, algunos elevan este debate a otros planos [...] a saber, diferencian entre investigación motivada por la curiosidad, por la necesidad intelectual de conocer, o investigación por encargo, motivada por la necesidad de resolver problemas. La línea que separa estos elementos no es nítida y hay numerosos ejemplos que pueden ser citados. Del primer modelo podemos citar la Teoría Cuántica, sin duda la más importante del siglo XX y del segundo la genómica.

En este sentido, la opinión y el análisis en perspectiva del Profesor de la Universidad de Harvard, Premio Príncipe de Asturias 2008 [22], son muy apropiados al analizar el periodo de posguerra hasta nuestros días, es decir, algo más de setenta y cinco años. En opinión del Profesor George Whitesides<sup>15</sup>

la universidad investigadora<sup>16</sup> fue un constructo útil basado en la percepción de que la ciencia y la tecnología habían jugado un papel crucial determinado el resultado de la segunda guerra mundial. Y que, por tanto, era apropiado que el Gobierno apoyara a las universidades para que tuvieran la capacidad de abastecer a la nación de las necesidades en tecnología, siendo el documento clave para justificar el uso de fondos del gobierno federal en la investigación académica el escrito por Vannevar Bush, *Ciencia: la frontera sin límites*.

Documento que es el que se viene analizando en este trabajo. Según el Profesor Whiteside los argumentos en dicho escrito establecían que la tecnología era útil para tres objetivos importantes: la seguridad nacional, la salud y el empleo. Es decir, que no se trataba de un himno a la libertad de investigación académica, pagada por los contribuyentes, sino que subyacía un beneficio para la sociedad.

---

<sup>15</sup> Profesor George M. Whitesides, Department of Chemistry and Chemical Biology, Harvard University.

<sup>16</sup> La Universidad investigadora fue un concepto útil y necesario para poner en práctica el modelo de Vannevar Bush con el apoyo del gobierno a las universidades con capacidad de abastecer las necesidades en tecnología.

En este sentido, en las décadas de los 60 y 70 del siglo XX, cuando la guerra fría estaba en su fase más inestable, el número de científicos era relativamente pequeño y había dinero suficiente. En este contexto, la Física, por su relevancia, como los proyectos en el campo de la microelectrónica y la exploración espacial «sputnik»<sup>17</sup> fueron corrientes científicas dominantes. Por otra parte, la investigación dirigida o impulsada por la curiosidad fue fácil de justificar y debido a las oportunidades y a la propia riqueza de la ciencia, a menudo fue productiva. De esta forma, en este periodo se instaló la teoría de que un buen uso de los fondos públicos era concederlos a los científicos en las universidades, asumiendo que las publicaciones derivadas de su investigación producirían conocimiento del que se podría extraer tecnología.

En este contexto, se puede decir que la contradicción entre la intención de la utilidad asumida en la «Frontera sin límites» y el deseo comprensible de tener ayudas de investigación sin obligaciones ha sido una fuente de conflicto y discusión en la ciencia académica y en la política científica desde entonces. Se pueden citar ejemplos en esta aparente contradicción. La investigación impulsada por la curiosidad condujo a la mecánica cuántica, sin duda, el descubrimiento más importante del siglo XX. Posteriormente, los descubrimientos en áreas como la genómica, conseguidos con investigación dirigida, han sido sorprendentes, empleándose en este caso el argumento de que nunca se habría podido hacer mejor que de esta forma. El argumento de investigación «sin ayuda pública» enfatiza el hecho de que los fondos públicos provienen de los contribuyentes que esperan y merecen algo a cambio y que la investigación no dirigida, a menudo se convierte en investigación sin dirección, teniendo en cualquier caso un bajo rendimiento de ciencia y tecnología importantes. Se asume, por otra parte, que trabajando en problemas reales se consigue una mejor ciencia que trabajando sin restricciones.

El Profesor Whitesides hace un análisis más detallado de la Química, un caso particular, significativo como lo es la evolución de la Química en este periodo y los previsibles cambios en el futuro [23]. Considera que ha sido muy favorable para la química este periodo de la posguerra por la asociación de las Universidades y la Industria Química. Esta colaboración se visualiza mejor siguiendo el flujo del dinero para entender las obligaciones y beneficios de las partes (gobierno, universidad e industria). Y para entender el debate entre ciencia básica y aplicada se debe tener en cuenta

---

<sup>17</sup> Sputnik es el programa espacial ruso integrado por varias misiones espaciales ejecutadas por la Unión Soviética a finales y principio de las décadas de 1950 y 1960, respectivamente, para demostrar la viabilidad de los satélites artificiales en órbita terrestre.

que es solo una cuestión de opinión, si consideramos el modelo de utilidad de la ciencia y la tecnología en beneficio de la sociedad.

Por otra parte, la presión económica de las revistas científicas y la popularización de la evaluación por pares, en su opinión, está haciendo que se pierdan las obligaciones y efectividad que se presuponen. La interdisciplinariedad y multidisciplinariedad van a ser muy necesarias para el futuro próximo quedando clara la necesidad de ampliar el marco establecido. Ello vendrá de la mano de la necesidad de abordar problemas complejos, en particular, con la Química, dado su carácter de Ciencia Central [24] como se ha venido en llamar. La química del futuro puede que no se parezca a como hoy la conocemos. Sin duda, cabe esperar nueva clase de problemas como los que se citan, a modo de ejemplos, que serán retos habituales: ¿cuál es la base molecular de la vida?, ¿cómo se origina? ¿cómo piensa el cerebro? ¿cómo funcionan los sistemas disipativos como los océanos, la atmósfera, el metabolismo, las llamas?, el agua y su papel único en la vida y en la sociedad, el control de la población global, la combinación del «pensamiento» máquina y pensamiento humano, información sobre célula, salud, megaciudades, seguimiento global, inestabilidad del clima, CO<sub>2</sub>, el sol y la actividad humana [...].

Para finalizar es oportuno considerar, en este contexto, la opinión de Javier López Facal<sup>18</sup>, Profesor de Investigación del CSIC en Política Científica y Gestión de la Investigación que escribía en uno de sus artículos científicos en 2007 [25] titulado «De los Tónicos de la voluntad al programa Ramón y Cajal» [...]

Santiago Ramón y Cajal<sup>19</sup> (1852-1934) no sabía lo que era la I+D y Albert Einstein<sup>20</sup> (1879-1934) a duras penas, y ello porque hasta la Segunda Guerra Mundial no se habían asociado estos dos conceptos que hoy parecen una especie de unión hipostática. Es más, a la mayoría de los científicos del siglo XIX o primera mitad del XX a los que se les hubiera presentado el binomio I+D, les habría parecido un oxímoron: algo así como «la nieve ardiente» o «la luminosa oscuridad».

Probablemente, la primera aparición pública e institucional del compuesto «I+D» se dio en 1941 con la creación de la Office of Scientific Research and Development (OSRD) en Estados Unidos, para cuya dirección se nombró a un célebre ingeniero [...]

<sup>18</sup> Javier López Facal ha sido Vicepresidente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). En 1995 fue nombrado Director de Gabinete del Secretario de Estado de Universidades e Investigación.

<sup>19</sup> Santiago Ramón y Cajal (1852-1934) Premio Nobel de Medicina (1906).

<sup>20</sup> Albert Einstein (1879-1955) Premio Nobel de Física (1921).

del Massachusetts Institute of Technology (MIT), llamado Vannevar Bush» [...] su bien conocido informe *Science, the Endless Frontier*, presentado al presidente Truman en 1945, puede ser considerado como el texto fundacional de esta nueva concepción de la ciencia como herramienta para el desarrollo de la sociedad.

Por otra parte, hacía una breve reflexión sobre la adopción de este binomio I+D en Europa y en los países periféricos. En su opinión, este efecto triunfal del binomio con la posición geoestratégica de los Estados Unidos en el periodo de posguerra sirvió claramente para su establecimiento y expansión. La adopción de este modelo de I+D en España tuvo lugar, según indica, con la creación de la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica (CAYCIT), con el Decreto de 7 de febrero de 1958, donde se hace un planteamiento tecnocrático enlazando problemas de economía en general, industrialización y defensa, de preocupación en todos los países, que se aprecian íntimamente vinculados a problemas científicos técnicos que se pueden abordar con investigación fundamental y aplicada. Este planteamiento contrasta claramente con la retórica de la Ley Fundacional del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) de 24 de noviembre de 1939 en la que se alude a la cimentación y restauración de la clásica y cristiana unidad de las ciencias, destruidas en el siglo XVIII. Es decir, se añora el concepto clásico de la ciencia y de la cultura frente a la ciencia y tecnología adoptada en pleno siglo XX. Concluye así que, casi de pasada, entró el concepto de la I+D en la legislación española, a través del decreto fundacional de la CAYCIT.

Por su parte, Emilio Muñoz<sup>21</sup>, Profesor de Investigación del CSIC amplio conocedor del recorrido de la política científica y tecnológica en España a lo largo del siglo XX, en su artículo «Política Científica (y tecnológica) en España: un siglo de intenciones» [26] escribe:

La influencia de las organizaciones internacionales como la UNESCO y la OCDE fue decisiva para la introducción en la agenda política de la referencia a la ciencia y la tecnología. Ante la insuficiencia del CSIC para cumplir sus funciones como organismo responsable de la política científica nacional, el movimiento reformista encabezado por la tecnocracia estableció un nuevo organismo, la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica (CAICYT), con la función de asumir la planifica-

<sup>21</sup> Emilio Muñoz es Profesor de Investigación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) en el área de Biología y Biomedicina. Desde 1980 hasta 1991 ha desempeñado diversos puestos en la Administración de Ciencia en España, entre los que cabe destacar la Presidencia del CSIC y la Secretaría General del Plan Nacional de I+D, del que fue su creador.

ción de la política científica y tecnológica. Esta política debía abordar un doble objetivo: promover la ciencia de base en el sector público y fomentar la investigación en el sector privado por medio de medidas incitativas, con la financiación de proyectos de investigación y desarrollo (I+D) en colaboración con investigadores del sector público. Estas acciones fueron puestas en práctica bajo la fórmula de «proyectos concertados de investigación», un instrumento que ha hecho fortuna en la historia de la política científica en España.

Y en su artículo publicado en 2007 «Veinticinco años en la evolución del sistema» [27] donde conectando con lo acontecido en el siglo XX se centra en la evaluación de la reforma de los ochenta, la reforma de final de siglo, extrayendo importantes conclusiones.

El recorrido de la política científica (y tecnológica) en España en los últimos 25 años no puede dissociarse de lo acontecido durante un siglo. Este proceso revela que ha habido una diversidad de iniciativas que han coincidido con determinadas etapas de la historia. La idea de acometer el proceso de modernización, en términos económicos y científico-técnicos, ha estado casi siempre presente en esas iniciativas. A pesar de la puesta en marcha de variados instrumentos institucionales y organizativos, el entorno de la ciencia y la tecnología en España permanece desestructurado.

En cualquier caso, la evolución del marco I+D en España, en Europa y en el mundo requiere un detallado seguimiento a la luz de la dinámica de los retos globales en nuestros días que no es posible abordar en el presente trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

---

- [1] Ordóñez, Javier, Navarro, Víctor, Sánchez Ron, José Manuel, *Historia de la Ciencia*. Barcelona, Espasa, (2013).
- [2] Universidades investigadoras [https://es.wikipedia.org/wiki/Universidad\\_de\\_Investigaci%C3%B3n](https://es.wikipedia.org/wiki/Universidad_de_Investigaci%C3%B3n); (consulta enero 2023).
- [3] Geiger, Roger L. *To Advance Knowledge: The Growth of American Research Universities, 1900-1940*. New Brunswick, New Jersey (1986), Transaction Publishers (2004).
- [4] Sánchez Ron, José Manuel, *El Poder de la Ciencia*, Barcelona, Ed. Crítica, 2011. *La Institucionalización de la Ciencia en Gran Bretaña*, pp. 119-122.
- [5] \_\_\_\_\_. *Ibid. Estados Unidos*, p. 135.
- [6] \_\_\_\_\_. *Ibid. Vannevar Bush (1890-1974)*, p. 728.

- [7] \_\_\_\_\_ *Ibid. Carta del presidente Roosevelt a Vannevar Bush (1945)*, p. 777.
- [8] Bush, Vannevar, «As We May Think», *The Atlantic Monthly* (1945), pp. 101-108.
- [9] Feynman, Richard, «What is Science?» *The Physics Teacher*, 7 (1968), pp. 313-320.
- [10] (a) Baxter III, James P., *Scientists against Time*, Boston, 1946; (b) Stewart, Irvin, *Organizing Scientific Research for the War: The Administrative History of the Office of Scientific Research and Development*, Boston, 1948. (c) *Advances in Military Medicine*, edited by Andrus, Edwin Cowles [et al.], Boston, 1948; (d) *Applied Physics: Electronics, Optics, Metallurgy*, edited by Suit C.G [et al.], Boston, 1948; (e) *Chemistry*, edited by Noyes, W.A., Boston, 1948; (f) Thiesmeyer, Lincoln R., Burchard, John E., *Combat Scientists*, Boston, 1947; (g) *New Weapons for Air Warfare: Fire-Control Equipment, Proximity Fuses, and Guided Missiles*, edited by Burchard, Joseph C., Boston, 1947; (h) *Rockets, Guns, and Targets*, edited by Burchard, Joseph C., Boston, 1948; (i) *Science: The Endless Frontier*, Bush, Vannevar, Boston, 1945
- [11] Watermann, Alan T., *Tenth Anniversary of the National Science Foundation; Science. -The Endless Frontiers-*. Reissued as part tenth anniversary NSF. Washington D.D., 1960.
- [12] Steven W. Usselman, Steven W., «Investigación y desarrollo en los Estados Unidos desde 1900. Una historia interpretativa», *Economic History Workshop*, Yale University, 2013.
- [13] El Plan Marshal; [https://es.wikipedia.org/wiki/Plan\\_Marshall](https://es.wikipedia.org/wiki/Plan_Marshall); consulta enero 2023.
- [14] La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), Acta, Constitución y composición; <https://www.oecd.org/about/document/oecd-convention.htm>; consulta enero 2023.
- [15] Manual de Frascati; [https://es.wikipedia.org/wiki/Manual\\_Frascati](https://es.wikipedia.org/wiki/Manual_Frascati); consulta enero 2023.
- [16] Wiesner, Jerome B., «The Role of Science in Universities, Government, and Industry: Science and Public Policy. NAS Centennial», *PNAS*, (1963), pp. 1201-1210.
- [17] *Center for Science, Policy and Outcomes, Columbia University*, «Science, The Endless Frontier 1945-1995: Learning from the Past, Designing for the Future» Transcript from conference series, December 9, 1994, Part 1; June 9, 1995, Part 2; September 20-21, 1996 (Part 3). [www.cspo.org](http://www.cspo.org) consulta enero 2023.
- [18] D. E. Stokes, D.E. *Pasteur's Quadrant: Basic Science and Technological Innovation*, Brookings Institution Press, 1997.
- [19] Bush, Vannevar, *Science, the Endless Frontier, 75<sup>th</sup> Anniversary Edition (1945-2020)*, France A. Cordova, NSF Director (2020), Reprinted in celebration of the National Foundation's 70<sup>th</sup> birthday (1950-2020).

- [20] Mcnutt, Marcia, Crow, Michael M. «Science, The Endless Frontier at 75, Science Institutions for a Complex, Fast-Paced World», *Science and Technology*, 36, nº 2, (2020) pp. 30-34.
- [21] Steve Olson, Rapporteur, *The Endless Frontier. The Next 75 Years in Science*, The National Academy of Science, Washington, D.C. (2020).
- [22] Sumio Iijima, Shuji Nakamura, Robert Langer, George M. Whitesides, Tobin Marks; Premio Príncipe de Asturias –investigación científica y técnica 2008.
- [23] Whitesides, George M., «Reinventing Chemisry. Future of Chemistry». *Angew. Chem. Int. Ed*, 54 (2015), pp. 3196-3209.
- [24] Brown, T.L., IeMay, H.E. Jr., Bursten, B.E., Murphy, C.J., Woodward, P. M., Stoltzfus, M.W., Lefaso, M.W., «Chemistry, The Central Science», 14th edition, Ed. Pearson Education US (2017).
- [25] López Facal, Javier «De los Tónicos de la Voluntad al Programa Ramón y Cajal», <http://www.prbb.org/quark/22-23/023018.htm>; consulta enero 2023.
- [26] Muñoz, Emilio, «Política Científica (y tecnológica) en España: Un siglo de intenciones», *Ciencia al Día* 2001, 4(1) (2001), pp. 1-11.  
<http://www.ciencia.cl/CienciaAlDia/volumen4/numero1/articulos/articulo2.html>
- [27] Muñoz, Emilio, «Veinticinco años en la evolución del sistema»; <http://www.prbb.org/quark/22-23/023012.htm>; consulta enero 2023

