



**UNA INVESTIGACIÓN SOBRE EL CONTEXTO, EL CONTRATO SOCIAL, LA
POLÍTICA CIENTÍFICA Y LA MITOLOGÍA DE *CIENCIA, LA FRONTERA SIN*
FIN PARA SU CONSIDERACIÓN BIOÉTICA**

POR: JAIME ANDRÉS CHÁVEZ CAÑAS

**Tesis presentada a la Facultad de Medicina Clínica Alemana - Universidad
del Desarrollo para optar al grado académico de Magíster en Bioética**

PROFESOR GUÍA: SR. JUAN ALBERTO LECAROS URZÚA

Santiago de Chile

Junio 2023

RESUMEN

Ante el problema que significa la desatención que ha tenido la bioética por la política científica que surge durante el período de la Segunda Guerra Mundial, se propuso subsanar tal situación mediante la investigación de algunos temas de *Ciencia, la frontera sin fin* de Vannevar Bush que poseen pertinencia, interés y utilidad para la bioética. De ese modo, el capítulo 1 exploró el contexto de dicho libro según un sentido científico, histórico y organizacional. Para ello se abordó, primero, el descubrimiento de la fisión nuclear y de su posible aplicación bélica; luego, el inicio y desarrollo de la Segunda Guerra Mundial; y, finalmente, la figura de Bush y su importancia para la organización de la investigación científica en tiempos de guerra. El capítulo 2 manifestó el contrato social para la ciencia pretendido por el presidente Roosevelt y Bush. Para ello, se revisó el cumplimiento de las dos condiciones básicas del mencionado contrato y se repasó la propuesta para una Fundación Nacional de Investigación. El capítulo 3 examinó parte de la política científica contenida en la obra del ingeniero norteamericano en relación con la generación de empleos, el establecimiento de una nueva institucionalidad de la ciencia y la formación de personal científico. El capítulo 4 comentó la mitología atribuida a Bush según Sarewitz, discutiendo los mitos de la investigación sin trabas y del beneficio infinito. A continuación, se concluyó que la investigación de los temas propuestos permite remediar el problema detectado. Finalmente, como proyección de la investigación, se planteó que los conceptos tratados del *Informe Bush* han de servir de utillaje conceptual a la bioética para cuando esta se dedique a estudiar asuntos relacionados, por ejemplo, con políticas públicas y regulatorias tanto actuales como futuras.

Palabras claves: *Ciencia, la frontera sin fin*, Vannevar Bush, contrato social, política científica, mitología, *Informe Bush*, Segunda Guerra Mundial

ABSTRACT

Faced with the problem of the neglect that bioethics has had for the scientific policy that arises during the period of World War II, it was proposed to correct this situation by investigating some issues of *Science, the endless frontier* of Vannevar Bush that have relevance, interest and utility for bioethics. Thus, Chapter 1 explored the context of that book in a scientific, historical, and organizational sense. For this purpose, first, the discovery of nuclear fission and its possible war application was addressed; then, the beginning and development of the Second World War; and, finally, the figure of Bush and his importance for the organization of scientific research in times of war. Chapter 2 stated the social contract for science intended by President Roosevelt and Bush. To this end, compliance with the two basic conditions of the aforementioned contract was reviewed and the proposal for a National Research Foundation was reviewed. Chapter 3 examined part of the scientific policy contained in the work of the North American engineer in relation to the generation of jobs, the establishment of a new institutional framework for science, and the training of scientific personnel. Chapter 4 commented on the mythology attributed to Bush according to Sarewitz. To do this, the myths of unrestricted research and infinite benefit were discussed. Next, it was concluded that the investigation of the proposed topics allows to remedy the detected problem. Finally, as a projection of the research, it was stated that the concepts discussed in the *Bush Report* should serve as conceptual tools for bioethics when it is dedicated to studying issues related, for example, to current and future public and regulatory policies.

Keywords: *Science, the endless frontier*, Vannevar Bush, social contract, science policy, mythology, *Bush Report*, World War II

ÍNDICE

RESUMEN.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÍNDICE.....	iii
CONSTANCIA DE BECA.....	v
INTRODUCCIÓN.....	1
1. Descripción del tema y del problema de tesis.....	1
2. Justificación.....	3
3. Pregunta general de investigación.....	8
4. Hipótesis general.....	8
5. Objetivo general.....	9
6. Objetivos específicos.....	9
7. Metodología.....	10
8. Alcance de la investigación.....	10
9. Estructura y descripción de los capítulos.....	10
CAP. 1: CONTEXTO CIENTÍFICO, HISTÓRICO E INSTITUCIONAL DEL <i>INFORME BUSH</i>	12
Introducción.....	12
1. Contexto científico: el descubrimiento de la fisión nuclear y su posible aplicación bélica.....	13
2. Contexto histórico: inicio y desarrollo de la Segunda Guerra Mundial.....	18
3. Contexto institucional: Vannevar Bush y la organización de la investigación científica en tiempos de guerra.....	20
3.1. La creación del NDRC.....	21
3.2. El establecimiento de la OSRD.....	23
3.3. El surgimiento del Proyecto Manhattan.....	28
Conclusión.....	30
CAP. 2: CONTRATO SOCIAL PARA LA CIENCIA PRESENTE EN EL <i>INFORME BUSH</i>	32
Introducción.....	32

1. Primera condición: reconocimiento por parte del gobierno del beneficio social que representa la ciencia	33
2. Segunda condición: reconocimiento por parte de los científicos de la necesidad de financiamiento estatal.....	41
3. La propuesta para una Fundación Nacional de Investigación	44
Conclusión.....	47
CAP. 3: POLÍTICA CIENTÍFICA PRESENTE EN EL <i>INFORME BUSH</i>	49
Introducción	49
1. Una política científica preocupada por la generación de empleos.....	50
2. Una política científica para una nueva institucionalidad de la ciencia	56
3. Una política para la formación de personal científico en términos cuantitativos y cualitativos	64
Conclusión.....	68
CAP. 4: LA MITOLOGÍA DE <i>CIENCIA, LA FRONTERA SIN FIN</i> SEGÚN SAREWITZ	69
Introducción	69
1. El concepto de mito según Sarewitz.....	70
2. El Mito de la Investigación sin trabas.....	73
3. El Mito del Beneficio Infinito.....	74
Conclusión.....	81
CONCLUSIÓN	82
TRABAJOS CITADOS	85

CONSTANCIA DE BECA

Dejo constancia y agradezco a la Comisión de Investigación Científica y Tecnológica de Chile (CONICYT) por financiar mis estudios de posgrado en el Magíster Interuniversitario en Bioética de la Universidad del Desarrollo de Chile a través de la Beca del Programa de Capital Humano Avanzado CONICYT-PFCHA/Magíster Nacional/2019-22191764.

Jaime Andrés Chávez Cañas

Correo electrónico jdchavez@uc.cl

INTRODUCCIÓN

1. Descripción del tema y del problema de tesis

A partir de la Segunda Guerra Mundial se afianza un tipo de práctica científica-tecnológica que viene a reemplazar los cánones defendidos por la ciencia moderna. Esto conduce al advenimiento de formas de relación entre ciencia y sociedad distintas a las tradicionales, junto a la aparición de nuevas dinámicas de resolución de problemas y de identificación de los mismos (Díaz, 2013, pág. 20).

El desarrollo de esa inusitada forma de producción de conocimiento, junto con el enorme poder, productos y posibilidades que ha entregado al ser humano, propiciaron que el ámbito de la ética se ampliase mediante la fundación de distintas disciplinas, entre las cuales se cuentan la ética nuclear, la ética medioambiental y la bioética (Mitcham, 1989, págs. 10-11).

Habitualmente, la Segunda Guerra Mundial es abordada por la bioética para retratar los horrores cometidos en contra del ser humano, denunciar la instrumentalización de los individuos en materias de investigación científica, revisar los antecedentes de los juicios de Nuremberg, junto con analizar los cambios en las visiones antropológicas y filosóficas acerca de la condición humana.

Sin embargo, muy raras veces se aborda la relación entre ciencia y política que se desarrolla durante esa época, lo que por derivación manifiesta un

importante problema, a saber, la desatención que ha tenido la bioética por la política científica que surge durante el período de la Segunda Guerra Mundial.

Dicho problema implica desconocer ciertas concepciones del progreso social, de la ciencia y de su financiamiento que promovieron diversos escenarios científicos y tecnológicos en los cuales se originaron problemas éticos nuevos y diversos que estimularon, por ejemplo, el nacimiento de la bioética.

Una forma de comenzar a remediar la situación anterior consiste en que la bioética atienda a un texto fundamental de ese período en lo que respecta a la formulación de políticas científicas, a saber, *Ciencia, la frontera sin fin*.

El origen de esta obra se halla en 1944, cuando el gobernante estadounidense Franklin Delano Roosevelt solicitó a Vannevar Bush, director de la Oficina de Investigación y Desarrollo Científico (OSRD), recomendaciones acerca de qué medidas implementar para que Estados Unidos aprovechara en tiempos de paz los logros tecnocientíficos conseguidos durante la Segunda Guerra Mundial.

En respuesta, Bush elaboró su *Informe al presidente*, cuya importancia radica en que contiene una visión acerca de la ciencia y de su relación con el Estado que guiará las políticas científicas norteamericanas desde el mandato de Truman en pleno período de Guerra Fría.

Si bien hay quienes sostienen que la importancia del informe debe ponderarse en su justa medida, pues su implementación fue lenta y en sus éxitos

contribuyeron otros factores (el lanzamiento del satélite soviético *Sputnik*, por ejemplo), cabe consignar que la propuesta de Bush contribuyó a gestar una nueva institucionalidad científica en Occidente basada en un contrato social entre científicos y políticos.

2. Justificación

En la versión de 1995 de la *Encyclopedia of Bioethics*, Warren Reich entrega una de las definiciones clásicas de la bioética, a saber, “el estudio sistemático de las dimensiones morales —incluida la visión moral, las decisiones, la conducta, las políticas— de las ciencias de la vida y de la salud, utilizando una variedad de metodologías éticas en un planteamiento interdisciplinario” (Post, 2004, pág. xi).

A su vez, siguiendo a Adela Cortina y a otros pensadores es posible entender la bioética como una ética cívica aplicada especialmente a temas de salud, de investigación biomédica y biotecnológica, y de ecología (Cortina, 2016).

Atender a estas definiciones y enfoques ha de servir para desarrollar nueve argumentos que justifican la pertinencia, interés y utilidad bioética del estudio de *Ciencia, la frontera sin fin*.

En primer lugar, si se considera a la bioética como una ética global dedicada a los asuntos que afectan a su objeto de estudio, a saber, la vida o, más específicamente, la ética de los asuntos relacionados con los distintos niveles en que se da y desarrollan los seres vivos y su entorno; entonces es

menester que la disciplina se interese por las propuestas y políticas que propiciaron una mudanza significativa a través de la ciencia y de la tecnología del modo en que se entiende tanto la vida como sus límites. Ahora bien, el *Informe Bush* es el sostén teórico de gran parte de esas propuestas y políticas.

En segundo lugar, si se acepta que la bioética debe preocuparse por el impacto de la ciencia y de la tecnología en el mundo actual y futuro, entonces es lugar obligado el caso de la bomba atómica o de cómo una política científica de guerra organizada por Bush puede crear un peligro inconmensurable para la sobrevivencia tanto de la vida actual en el planeta como la de las generaciones futuras.

En tercer lugar, si fuera que la bioética se interesase solamente en estudiar cómo se planificó administrativamente el desarrollo de la bomba atómica por parte de Estados Unidos, la obra de Vannevar Bush también requeriría atención especial, al menos por dos razones. La primera es porque él dirigió el Comité de Investigación de Defensa Nacional y la Oficina de Investigación y Desarrollo Científico, los departamentos que iniciaron y propulsaron el estudio de la energía nuclear con fines bélicos en Estados Unidos. La segunda razón es que Bush delineó la política científica norteamericana durante la Segunda Guerra Mundial. De esta manera, podría decirse que *Ciencia, la frontera sin fin* es la propuesta de Bush para continuar en tiempos de paz una política científica de carácter institucional.

En cuarto lugar, si se considera la relación inherente de la bioética con la medicina y sus ciencias conexas (bioquímica, fisiología, etc.), entonces es interesante conocer el énfasis que Bush otorgó al establecimiento, financiamiento y desarrollo de la investigación en estos campos que él catalogaba de esenciales tanto para generar conocimiento básico como para obtener beneficio social. A su vez, el *Informe Bush* refleja un caso histórico que la bioética puede estudiar para averiguar cómo la ciencia en general y las ciencias biomédicas en particular fueron concebidas, promocionadas y financiadas, lo cual ha repercutido en el tipo de productos científicos buscados y conseguidos.

En quinto lugar, si se considera a la bioética como ética dedicada a cuestiones clínicas, entonces el texto mencionado permite reflexionar sobre qué ha sucedido para que gran parte de los problemas no resueltos de esa época en materias de salud (mortalidad asociada a enfermedades cardiovasculares, creciente resistencia bacteriana a medicamentos antibióticos, falta de tratamientos efectivos contra el cáncer, incremento de las enfermedades mentales, deficiencia en la gestión hospitalaria, etc.) persistan hoy y sigan preocupando a científicos, personal sanitario y políticos. Por otra parte, el *Informe Bush* permite visualizar cuáles eran algunos de los objetivos en materias sanitarias, lo que invita a investigar qué criterios éticos estaban detrás de las planificaciones de políticas públicas en salud de dicha época.

En sexto lugar, el estudio de *Ciencia, la frontera sin fin* invita a extender el campo de la bioética más allá del nivel correspondiente a la relación médico-paciente, pues incentiva a la bioética para visualizar los problemas en salud y en ciencia desde niveles organizacionales, institucionales y políticos; abarcando, de esa manera, asuntos referidos a sostenibilidad, economía, dirigencia, prioridades, presupuestos, etc. Ello reafirma la posición de que a la bioética deben interesarle las políticas públicas en materias sanitarias y científicas, preocupándose por su devenir y antecedentes teóricos, lo que invita claramente a conocer uno de los escritos fundacionales en materias de políticas científicas.

Al respecto, otra utilidad de abordar el *Informe Bush* es porque la política científica diseñada por Bush tuvo éxito en algunos aspectos, pero más importante todavía es saber en qué aspectos fue deficiente y explorar las causas de ello, lo que podría adjudicarse ya sea a la propuesta misma o a su recepción e implementación política ya sea al devenir y cambios sociales, entre otros aspectos, todo lo cual podría aplicarse a las políticas científicas actuales y futuras.

En séptimo lugar, si la bioética se enfoca en la educación científica, entonces el *Informe Bush* servirá para conocer una política preocupada por la formación de personal científico en términos cuantitativos y cualitativos, la cual se cuestiona sobre la mejor forma de alcanzar la idoneidad intelectual y moral de los investigadores, además de plantearse la interesante interrogante de cuánto

del talento humano de una nación debe destinarse a la ciencia en desmedro de otras áreas de estudio.

En octavo lugar, una bioética entendida como ética cívica debiera estar interesada en qué es un contrato social para la ciencia y de cómo a través del *Informe Bush* se manifiesta una propuesta de intervención y financiación estatal de la investigación científica.

A su vez, una bioética con orientación cívica ha de preocuparse por la relación entre ciencia y política. Al hacerlo, debe recordar que la política se refiere al poder en cuanto a sus formas, ejercicio, mantención y traspaso, lo cual claramente impactará en cómo se asignarán los fondos públicos para la ciencia y con qué argumentos se entregarán esos recursos.

Tener presente lo anterior, permite también explorar el juego de poder, interferencia o supeditación entre científicos y políticos (siendo *Ciencia, la frontera sin fin* un ejemplo bastante ilustrativo al respecto), pues de ello dependerán el delineamiento, la implementación y la ejecución de las distintas propuestas de políticas públicas, en general, y de las científicas, en particular.

En noveno y último lugar, el estudio del texto en cuestión tiende puentes (tarea predilecta de la bioética) para que la disciplina se dedique también a la investigación del devenir de diversas políticas científicas.

Finalmente, fundamentado en los argumentos anteriores, se concluye que se justifica el estudio de *Ciencia, la frontera sin fin* por su pertinencia, interés y utilidad para la bioética.

3. Pregunta general de investigación

Considerando que el texto mencionado es abundante en materias e información, surge la interrogante de qué contenidos de *Ciencia, la frontera sin fin* han de profundizarse para subsanar la desatención que ha tenido la bioética por la política científica que surge durante el período de la Segunda Guerra Mundial.

4. Hipótesis general

Como hipótesis general se postula que *Ciencia, la frontera sin fin* posee temas y planteamientos respecto a la relación entre ciencia y sociedad que permiten remediar parte de la situación problemática, entre los cuales se encuentran: i) el contexto de la obra, pues entrega nociones que permiten entender algunas de las motivaciones presentes durante un período histórico en donde se modificó la forma de generar conocimiento científico; ii) el concepto de contrato social para la ciencia y sus condiciones; iii) la propuesta de una política científica importante para los Estados Unidos; iv) la mitología atribuida al *Informe Bush* por parte de Sarewitz.

A su vez, se plantea que los conceptos anteriores sirven de utillaje conceptual a la bioética para cuando esta se dedique a estudiar, por ejemplo, la génesis y el establecimiento (o fracaso) de contratos sociales actuales en materias sanitarias o científicas, la implementación de políticas públicas en materias medioambientales o de sustentabilidad, el impacto de la educación científica para el desarrollo de las naciones, etc. Lo anterior apoya la idea de que es prudente para la bioética considerar el contexto tanto histórico como social cuando se pretenden realizar regulaciones, adopciones e implementaciones en materias científicas.

5. Objetivo general

Investigar el contexto, el contrato social, la política científica y la mitología de *Ciencia, la frontera sin fin* para su consideración bioética.

6. Objetivos específicos

- i) Explorar el contexto del *Informe Bush*.
- ii) Manifiestar el contrato social para la ciencia pretendido por el presidente Roosevelt y Vannevar Bush.
- iii) Examinar parte de la política científica contenida en *Ciencia, la frontera sin fin*.

- iv) Comentar la mitología presente en el *Informe Bush* según Daniel Sarewitz.

7. Metodología

Se realiza una investigación de tipo teórico que consiste en el análisis documental y conceptual de *Ciencia, la frontera sin fin* y de obras que permiten entender su contexto y temas desde una perspectiva histórica y filosófica, especialmente desde la filosofía política, la filosofía de las ciencias y la bioética.

8. Alcance de la investigación

Si se considera que la bioética distingue al menos cuatro áreas generales de investigación, a saber, bioética teórica, ética clínica, bioética reglamentaria y política, y bioética cultural (Callahan, 2004, pág. 281), se aclara que la presente investigación queda circunscrita principalmente a las dos últimas, en cuanto busca relacionar a la bioética con el contexto científico, histórico e institucional de una política que reguló materias referidas a la ciencia.

9. Estructura y descripción de los capítulos

La investigación se desarrolla en cuatro capítulos. De este modo, el capítulo 1 explora el contexto de *Ciencia, la frontera sin* según un sentido científico, histórico

y organizacional. Para ello se aborda, primero, el descubrimiento de la fisión nuclear y de su posible aplicación bélica; luego, el inicio y desarrollo de la Segunda Guerra Mundial; y, finalmente, la figura de Bush y su importancia para la organización de la investigación científica en tiempos de guerra.

El capítulo 2 manifiesta el contrato social para la ciencia pretendido por el presidente Roosevelt y Bush. Para ello, se revisa el cumplimiento de las dos condiciones básicas del mencionado contrato y se repasa la propuesta para una Fundación Nacional de Investigación.

El capítulo 3 examina parte de la política científica contenida en la obra del ingeniero norteamericano en relación con la generación de empleos, el establecimiento de una nueva institucionalidad de la ciencia y la formación de personal científico.

El capítulo 4 comenta la mitología atribuida a Bush por Sarewitz. Para ello, se discuten los mitos de la investigación sin trabas y del beneficio infinito.

CAP. 1: CONTEXTO CIENTÍFICO, HISTÓRICO E INSTITUCIONAL DEL *INFORME BUSH*

Introducción

Ciencia, la frontera sin fin es un informe presentado en 1944 por Vannevar Bush al presidente estadounidense Franklin D. Roosevelt respecto a cómo mantener en tiempos de paz la investigación científica realizada durante la Segunda Guerra Mundial para, de esa manera, conseguir beneficios sociales.

El *Informe Bush* constituye un texto representativo y fundacional del nuevo modo de producción científica que surge durante el mayor conflicto bélico de la historia y que, valga decir, influye hasta nuestros días. Entre otros aspectos, dicho modo origina conocimientos y prácticas que generan un enorme poder transformador de la naturaleza y de su entorno, poder que crea enormes beneficios a la sociedad, pero que también amenaza la vida del planeta.

Ahora bien, dado que la bioética ha de encargarse de las posibilidades, beneficios y peligros que la ciencia y la tecnología significan para los seres vivos, en general, y para el ser humano, en particular, es interesante y útil que como disciplina se dedique a estudiar el *Informe Bush*, comenzando por conocer cuál es su contexto.

Para resolver la interrogante planteada, el capítulo se dedica a explorar el contexto de *Ciencia, la frontera sin fin* en diversos sentidos. De esta manera, la

primera sección identifica el contexto científico en relación con el descubrimiento de la fisión nuclear y de su posible aplicación bélica. La segunda presenta el contexto histórico en relación con el inicio y desarrollo de la Segunda Guerra Mundial. Finalmente, la tercera sección estudia el contexto institucional en relación con la figura de Vannevar Bush y su importancia para la organización de la investigación científica en tiempos de guerra, para lo cual se revisa la creación del NDRC, el establecimiento de la OSRD y el surgimiento del Proyecto Manhattan.

1. Contexto científico: el descubrimiento de la fisión nuclear y su posible aplicación bélica

Después de cinco años de finalizada la República de Weimar y en pleno período del Tercer Reich acontece un hecho que inicia una serie de avances teóricos y prácticos respecto a la estructura atómica que tendrán amplia incidencia en el devenir de las naciones, el ordenamiento geopolítico y la concepción de la ciencia por parte de la sociedad, entre tantos otros aspectos.

La historiografía científica recuerda a diciembre de 1938 como el mes cuando se descarta la hipótesis vigente hasta entonces de que “la ruptura del núcleo atómico era imposible” (Núñez, 2018), pues en las dependencias del Kaiser Wilhelm Institute for Chemistry de Berlín ocurre el descubrimiento de la fragmentación del uranio por Otto Hahn y Fritz Strassmann, fenómeno que teóricamente fue caracterizado el 11 de febrero por Lise Meitner como un tipo de

“fisión nuclear” (Sime, 2012), empleando el término recientemente acuñado por su sobrino Otto Frisch en analogía con el proceso de fisión binaria por el que una célula se divide en dos (Rincón Educativo, s.f.).

Tal hallazgo generó expectación e interés entre los físicos y químicos de ambos lados del Atlántico, junto con darse a conocer al gran público. Así, por ejemplo, el *New York Times* reseñaba el 29 de enero de 1939 que “científicos estadounidenses se enteraron hoy de un nuevo fenómeno en la física: la explosión de átomos con una descarga de 200,000,000 de voltios de energía” acreditado al trabajo de Hanh (The New York Times, 1939), mientras que dos días más tarde informaba que “la división de un átomo de uranio en partes de tano, cada una de las cuales consiste en una gigantesca “bala de cañón” atómica con la tremenda energía de 100.000.000 de electronvoltios, la mayor cantidad de energía atómica liberada hasta ahora por el hombre en la Tierra, fue anunciada aquí ayer por la Universidad de Columbia” (The New York Times, 1939).

Entre los investigadores que concibieron múltiples aplicaciones para los experimentos descritos se encontraba Leo Szilard, quien por entonces residía en los Estados Unidos y se dio cuenta de que la fisión de átomos pesados inducida por neutrones podría hacer factible una reacción nuclear en cadena, la cual produciría ingentes cantidades de energía para la generación de electricidad o para construir bombas atómicas. Cabe señalar que el físico húngaro solicitó “una patente sobre el concepto de reacción en cadena nuclear inducida por neutrones

en 1933” (Rincón Educativo, s.f.) y que intentó crear esta reacción mediante berilio e indio, pero no consiguió los resultados que esperaba, ante lo cual prefirió ceder sus derechos de invención en 1936 al Almirantazgo Británico para asegurar el secreto de la patente (La Factoría Histórica, 2017).

Szilard fue uno de los más decididos defensores e impulsores de un programa para desarrollar bombas basadas en los hallazgos recientes en física y química nucleares. Cabe señalar que él pertenecía al grupo de científicos que durante la década de 1930 se refugiaron en Estados Unidos huyendo de los regímenes totalitarios que se instalaban en Europa, especialmente del nacionalsocialista. Junto a sus compatriotas de asilo, los físicos Edward Teller y Eugene Wigner, consideró que era su responsabilidad alertar a los estadounidenses sobre la posibilidad de que los científicos alemanes pudieran ganar la carrera para construir una bomba atómica, asegurando que Adolf Hitler estaría más que dispuesto a recurrir a un arma con características destructivas excepcionales (U.S. Department of Energy, s.f.).

Con los objetivos de advertir al gobierno estadounidense del hipotético peligro alemán y de asegurar la adquisición de uranio para iniciar el desarrollo de un programa de investigación militar nuclear en Norteamérica, Szilard redactó una carta dirigida al mandatario de la Casa Blanca (Nuclear Physics Experience, s.f.). Sin embargo, Alexander Sachs, economista de Wall Street y amigo desde hace mucho tiempo y asesor no oficial del presidente Roosevelt, le sugirió que la

misiva fuese firmada por alguien más prestigioso para proceder a entregarla personalmente al gobernante (Alexander Sachs, s.f.).

Fue allí que Leo Szilard recurre nuevamente a Albert Einstein, con quien anteriormente había conversado sobre los riesgos bélicos de la energía nuclear y de la necesidad de advertir a la Familia Real Belga sobre la importancia de los yacimientos de uranio que se encontraban en sus posesiones africanas del Congo, razón por la cual Einstein firmó una carta escrita por el húngaro dirigida al embajador de Bélgica en Estados Unidos (Carpintero Santamaría, 1992, pág. 135).

Para entender la importancia de comunicarse con el embajador de Bélgica, la siguiente cita de Latour es ilustrativa:

“En mayo de 1939, Frédéric Joliot, aconsejado por sus amigos del Ministerio de la Guerra y por André Laugier, el director del recién fundado CNRS (el Centro Nacional para la Investigación Científica francés), estableció un acuerdo legal muy sutil con una compañía belga, la Unión Minera del Alto Katanga. Gracias al descubrimiento del radio por Pierre y Marie Curie y al hallazgo de yacimientos de uranio en el Congo, esta compañía se había convertido en el principal proveedor de todos los laboratorios del mundo que se abrían camino a tientas para producir la primera reacción nuclear artificial en cadena” (Latour, 2001, pág. 100).

Retomando la carta de Szilard dirigida al presidente norteamericano, la misiva fue firmada por Einstein el 2 de agosto de 1939 y pasó a la historia como la carta Einstein-Szilard. En ella, se advierte que:

“En el transcurso de los últimos cuatro meses se ha hecho probable, a través del trabajo de Joliot en Francia, así como de Fermi y Szilard en América, que puede ser posible establecer una reacción nuclear en cadena en una gran masa de uranio, por lo que se generarían vastas cantidades de energía y grandes cantidades de nuevos elementos similares al radio. Ahora parece casi seguro que esto podría lograrse en un futuro inmediato.

Este nuevo fenómeno también llevaría a la construcción de bombas, y es posible, aunque mucho menos cierto, que así se podrían construir bombas extremadamente poderosas de un nuevo tipo" (Elert, 1997).

Respecto a las fuentes de uranio, la misiva indicaba que:

"Entiendo que Alemania realmente detuvo la venta de uranio de las minas checoslovacas que controla. Que se tomase una acción tan rápida, tal vez podría entenderse sobre la base de que el hijo del Subsecretario de Estado alemán, von Weizsäcker, está vinculado al Instituto Kaiser-Wilhelm de Berlín, donde se está repitiendo parte del trabajo estadounidense sobre el uranio" (Einstein, 1939).

Cabe recordar que “un acuerdo firmado en la conferencia de Múnich de septiembre de 1938 cedió a Alemania la región checoslovaca de los Sudetes, la cual era mayoritariamente de habla alemana. El acuerdo se celebró entre Alemania, Italia, Gran Bretaña y Francia. Checoslovaquia no tenía permitido concurrir a la conferencia” (The United States Holocaust Memorial Museum, s.f.). Seis meses después, “el 15 de marzo de 1939 las tropas alemanas marchan a la Chequia y un día después Hitler declara que el país ha sido disuelto. En su lugar, declara el Protectorado de Bohemia y Moravia, sobre el cual Alemania ejerce el poder” (Anne Frank House, s.f.).

2. Contexto histórico: inicio y desarrollo de la Segunda Guerra Mundial

Durante el tiempo que Roosevelt demoró en responder la carta de Einstein-Szilard, la situación bélica en Europa había escalado. En la noche del 23 al 24 de agosto de 1939 en Moscú, Alemania y la Unión Soviética firmaron un tratado de no agresión, que se conoce como el Pacto Molotov-Ribbentrop. Allí los países firmantes acuerdan que no se atacarán mutuamente y se dividen, en secreto, a los países que se encuentran ubicados entre ellos. De esa manera, Alemania se apropiaría una parte del oeste de Polonia y de Lituania, mientras que la Unión Soviética ocuparía Polonia Oriental, los Países Bálticos y parte de Finlandia (Lima, 2019).

El mes siguiente se caracterizará por hechos decisivos para la historia, pues: el 1 de septiembre Alemania invade Polonia y comienza la Segunda Guerra Mundial en Europa, el día 3 Gran Bretaña y Francia le declaran la guerra a Alemania, el 17 la Unión Soviética invade Polonia, mientras que entre el 27 y el 29 de septiembre Alemania y la Unión Soviética se reparten Polonia (Méndez Escobedo, 2019).

Se indica que Roosevelt, preocupado por los acontecimientos en Europa, tardó más de dos meses en enterarse por parte de Sachs del contenido de la misiva firmada por Einstein, lo cual fue interpretado por Szilard y sus colegas como una prueba de que el presidente no reparó en serio sobre la amenaza de una guerra nuclear. Sin embargo, ante el escalamiento de las beligerancias en el

Viejo Continente, Roosevelt escribió a Einstein el 19 de octubre de 1939, informándole que había creado un comité integrado por representantes civiles y militares para estudiar el uranio, como una forma de contrarrestar la posible posesión unilateral del Tercer Reich de bombas extremadamente poderosas (U.S. Department of Energy, s.f.).

De este modo, Lyman J. Briggs, director de la Oficina Nacional de Estándares, sería nombrado jefe del Comité Asesor sobre Uranio, quien debía coordinar sus actividades con Sachs y estudiar el estado actual de la investigación sobre radioactividad para recomendar el papel y las acciones apropiadas que debería desempeñar el gobierno federal (The atomic archive, s.f.).

La reunión inicial del comité sucede el 21 de octubre de 1939, emitiéndose el primer informe el 1 de noviembre de 1939, en donde se recomienda que los Estados Unidos adquieran un suministro de óxido de uranio adecuado para el inicio y desarrollo de las investigaciones atómicas. En otros reportes se aconsejó que el gobierno financiara la investigación de métodos de separación de isótopos, así como la investigación en curso de Szilard y Enrico Fermi sobre reacciones nucleares en cadena desarrollada en instalaciones de la Universidad de Columbia (Atomic Heritage Foundation, 2017).

Mientras tanto, la conflagración mundial avanzaba y la llamada “guerra falsa o de mentira”, término acuñado burlescamente por los periodistas para

referirse a aquel período de la Segunda Guerra Mundial en donde ni aliados ni alemanes realizaron operaciones terrestres de magnitud en el Frente occidental luego de la invasión de Polonia (Britannica, The Editors of Encyclopaedia, 2023), finalizó abruptamente el 10 de mayo de 1940. En esa fecha, inicia la invasión de Europa Occidental por parte de Alemania, que concretó la ocupación de Luxemburgo el mismo día, la rendición de los Países Bajos el 15 de mayo y de Bélgica el 28 de mayo, y la toma de París el 22 de junio de 1940 (Schofield, 2015).

3. Contexto institucional: Vannevar Bush y la organización de la investigación científica en tiempos de guerra

Irvin Stewart, Comisionado de la Comisión Federal de Comunicaciones de 1934 a 1937 y presidente de la Universidad de West Virginia de 1946 a 1958 (Barnes, 1990), afirma que todos estos sucesos llevaron a concluir a un conjunto de científicos importantes que era evidente que “Estados Unidos estaba en peligro inminente de verse obligado a participar en una guerra para la cual el país estaba patéticamente desprevenido desde el punto de vista de las nuevas armas”. Prosigue Stewart precisando que, de tal grupo, “cuatro en particular discutieron el asunto entre ellos y tomaron medidas para conseguir el apoyo del presidente Roosevelt para mejorar la situación”, a saber, Karl T. Compton, James B. Conant, Frank B. Jewett y Vannevar Bush. Según Stewart, Bush fue “quien cargó con la mayor parte de la responsabilidad de inculcar al presidente Roosevelt y sus

asesores la necesidad de actuar y de persuadir a los jefes de las fuerzas militares de la necesidad de una movilización más eficaz de la ciencia para un programa de mejora de las armas de guerra” (Stewart, 1948, pág. 4).

Ahora bien, ¿quién era Vannevar Bush? Para tener una idea inicial tanto de él como de su entorno, podemos indicar que:

“En 1932, bajo el nuevo presidente del MIT, Karl T. Compton, Bush se convirtió en el primer decano de ingeniería. Era una posición que usó como púlpito para dar forma al papel del ingeniero en la sociedad. Tanto para Bush como para Compton era importante defender a los ingenieros de la acusación generalizada de que la ciencia y la tecnología, o más bien los tecnócratas, eran los responsables de la Gran Depresión. Bush ahora estaba expuesto a la política nacional, sirviendo como presidente del comité que examinó el sistema de patentes para el Consejo Asesor Científico de corta duración del presidente Franklin Delano Roosevelt. En 1939, Bush dejó el MIT por Washington, D.C., donde se convirtió en presidente de la Carnegie Institution, la institución de investigación privada más antigua de Estados Unidos” (Dennis, 2023).

3.1. La creación del NDRC

Los esfuerzos de los mencionados cuatro científicos para constituir un enlace eficiente entre el gobierno de los Estados Unidos, los militares y la comunidad científica, junto con mejorar la organización de la investigación atómica, fructificó el 27 de junio de 1940 cuando Roosevelt establece el NDRC (National Defense Research Committee o Comité de Investigación de Defensa Nacional) para “coordinar, supervisar y realizar investigaciones científicas sobre los problemas subyacentes al desarrollo, producción y uso de mecanismos y dispositivos de guerra” (The Library of Congress, s.f.).

Según se encuentra en la sección de noticias de la revista *Nature*, el reciente comité quedó integrado por ocho miembros (U.S. National Defence Research Committee, 1940): como director el Dr. Vannevar Bush (presidente de la Carnegie Institution of Washington), como vicedirector el Prof. Richard C. Tolman (decano de la escuela de graduados del California Institute of Technology), como secretario el Dr. Irvin Stewart (presidente del Committee on Scientific Aids to Learning), el Contraalmirante Harold G. Bowen (director del Naval Research Laboratory), Conway P. Coe (Comisionado de Patentes de los Estados Unidos), el Dr. Karl T. Compton (presidente del Massachusetts Institute of Technology), el Dr. James B. Conant (presidente de la Harvard University), el Dr. Frank B. Jewett (presidente de los Bell Telephone Laboratories) y el Brigadier General G. V. Strong.

Como un pequeño paréntesis, con estos datos se puede apreciar, por ejemplo, la importancia con la que ya contaban en ese entonces algunas de las más connotadas instituciones educativas estadounidense y cabe preguntarse cuánto del prestigio actual es heredado por la posición que lograron sus líderes durante el gobierno de Roosevelt. Otro aspecto por indagar es cómo estas universidades influyeron en el posterior diseño de la política educativa y en el modo de hacer ciencia que se enseñaba y financiaba.

Bush anticipó que su país pronto se vería envuelto en la Segunda Guerra Mundial y se enfocó en hallar un medio efectivo que lograra movilizar la ciencia

para el esfuerzo bélico. Como organización independiente, el naciente NDRC al tomar decisiones solo tenía que reportar directamente al presidente del país y podía solicitar financiamiento sin requerir la aprobación previa del Ejército o la Armada. Sin embargo, a medida que avanzaba la investigación hubo limitaciones claras en el alcance de esta debido a los recursos disponibles (Atomic Heritage Foundation, 2017).

3.2. El establecimiento de la OSRD

Consciente de que el NDRC “no tenía la autoridad ni los fondos para llevar adelante la investigación hacia el desarrollo y la producción” y que, por lo tanto, necesitaba apoyo adicional, Roosevelt emitió la Orden Ejecutiva 8807 el 28 de junio de 1941 estableciendo la OSRD (Office of Scientific Research and Development u Oficina de Investigación y Desarrollo Científico) “como una entidad independiente dentro de la Oficina para el Manejo de Emergencias”. De este modo, la OSRD quedaba liderada por Bush, quien fue reemplazado en la presidencia del NDRC por Conant (The Library of Congress, s.f.).

En cuanto a las funciones y tareas de la OSRD, la Orden Ejecutiva mencionada establecía que la nueva oficina debía, entre otras tareas (Roosevelt, 1941):

- “a. Asesorar al Presidente sobre el estado de la investigación científica y médica relacionada con la defensa nacional y las medidas necesarias para asegurar un progreso continuo y creciente en este campo.
- b. Servir como centro para la movilización del personal científico y los recursos de la Nación a fin de asegurar la máxima utilización de dicho personal y recursos en el desarrollo y aplicación de los resultados de la investigación científica para fines de defensa.
- c. Coordinar, ayudar y, cuando sea conveniente, complementar las actividades experimentales y de investigación científica y médica relacionadas con la defensa nacional realizadas por los Departamentos de Guerra y Marina y otros departamentos y agencias del Gobierno Federal”.

Respecto al surgimiento y motivos del nuevo organismo, a continuación, me refiero a algunas consideraciones que realiza Irvin Stewart (Stewart, 1948, pág. 35), quien afirma que Bush fue un entusiasta promotor de la OSRD, pues si bien “el NDRC estaba haciendo un trabajo excelente en su campo, quedaban grandes lagunas en el programa de preparación para los aspectos científicos de la guerra moderna”, lo cual hacía evidente la necesidad de la nueva agencia al menos por tres aspectos:

- i) En primer lugar, el programa del NDRC estaba diseñado y encauzado para enfatizar la investigación sobre instrumentos de guerra. Debido a ello, se generaba una brecha medular e inherente entre la finalización de la investigación y el inicio de un programa de escalamiento y adquisición de prototipos útiles para el conflicto bélico real que las fuerzas armadas tardaban en remediar, lo cual provocaba que buena parte de las ideas y desarrollos iniciales quedasen circunscritos a la aplicabilidad propia de las condiciones del laboratorio, es decir, situaciones controladas,

estandarizadas, de ensayo y error, y de extensión limitada. Dado lo anterior, la OSRD se enfocaría con mayor intensidad en la etapa intermedia entre investigación y aplicación, acentuando un programa de desarrollo de la ingeniería. Stewart prosigue señalando que “es significativo que, mientras que el NDRC original incluía solo investigación en su título, la nueva oficina cubría tanto la investigación como el desarrollo”.

- ii) En segundo lugar, había muy poca maquinaria para la correlación de la investigación realizada por el NDRC, por lo que la creación de la OSRD ayudó a proporcionar un lugar donde los hombres versados en los programas de investigación del Ejército, la Armada, el NDRC y el NACA (Comité Asesor Nacional para la Aeronáutica) podrían discutir sus diversos programas y su relación entre ellos, optimizando recursos y tiempo, junto con establecerse una mayor coordinación entre las instituciones involucradas, lo cual impulsaría y aunaría esfuerzos en ciertos estudios y aplicaciones prometedoras por sobre otras que ya probaron ser infructuosas en algunos de los organismos relacionados.
- iii) En tercer lugar, por una parte, la falta de disposiciones satisfactorias para estimular la investigación en el campo de la medicina militar y, por otra parte, los éxitos del NDRC en el campo de las armas, sugirieron a Bush y al presidente Roosevelt la conveniencia de un comité comparable en medicina de guerra, lo cual estimuló la creación de la OSRD con comités

paralelos sobre armas y medicina. Uno de los logros más importantes y palmarios que consiguió la OSRD fue el escalamiento y producción industrial masiva de la penicilina, que evitó en el Frente Occidental muchas complicaciones y muertes producidas por infecciones tanto en el personal civil como en los efectivos de combate. También se cuentan avances en el tratamiento de enfermedades tropicales, la malaria, cirugía ortopédica, desarrollo de prótesis, entre otros logros. Por último, cabe señalar que la OSRD, con Bush a la cabeza, fue exitosa en su cometido, logrando incorporar y coordinar con ímpetu y acierto a científicos e ingenieros en el desafío de hacer a la ciencia imprescindible para el desarrollo y mantenimiento de una guerra moderna.

Los esfuerzos de conducir los avances atómicos para su uso en la guerra también se estaban realizando en otras partes del mundo con diversos resultados. Así, por ejemplo, en julio de 1941 el Comité MAUD del Reino Unido compartió con los Estados Unidos el resultado de quince meses de investigación sobre la viabilidad y la necesidad de una bomba atómica para el esfuerzo bélico mediante el conocido *Informe MAUD*, el cual se encontraba compuesto por dos reportes, a saber: *Uso de uranio para una bomba* y *Uso del uranio como fuente de energía*. Cabe señalar que este comité fue un grupo de trabajo científico formado durante la Segunda Guerra Mundial que se estableció para investigar si una bomba atómica era factible, siendo fundado en respuesta al *Memorando*

Frisch-Peierls. Este texto fue escrito en marzo de 1940 por Rudolf Peierls y Otto Frisch, dos físicos refugiados alemanes que trabajaban en la Universidad de Birmingham bajo la dirección de Mark Oliphant, y advertía que una pequeña esfera de uranio-235 puro podría tener el poder explosivo de miles de toneladas de TNT (Comité MAUD, s.f.).

El *Informe MAUD* fue recibido por Lyman Briggs, director del Comité de Uranio de los Estados Unidos. No obstante, él almacenó los reportes en una caja fuerte y no los compartió con los otros miembros del comité. Esto decepcionó a Oliphant, miembro del Comité británico, quien viajó a Washington para reunirse con las autoridades encargadas de la investigación nuclear. Según Oliphant, Gran Bretaña estaba convencida de que era necesaria una bomba atómica para ganar la guerra y criticaba que Estados Unidos, al mantenerse neutral y no padecer los estragos bélicos en territorio propio, todavía no reaccionaba de manera adecuada ante la urgencia y la amenaza de que los alemanes controlasen armamentísticamente la energía de las partículas fundamentales (Y-12 National Security Complex).

Los conocimientos conseguidos por los británicos fueron una prueba para los norteamericanos de que estaban atrasados en sus investigaciones científicas para la guerra. Debido a ello, en julio de 1941, Vannevar Bush reestructuró el programa de investigación nuclear estadounidense y disolvió el Comité Asesor

de Briggs, reemplazándolo por el Comité de Uranio S-1 que quedaba bajo el control de Arthur Compton y supeditado a la OSRD (Sandgathe, s.f.).

3.3. El surgimiento del Proyecto Manhattan

Después de que Estados Unidos ingresase oficialmente a la Segunda Guerra Mundial tras los ataques japoneses en Pearl Harbor el 7 de diciembre de 1941 y la declaración de guerra por parte de Alemania el 11 de diciembre del mismo año, el trabajo a gran escala en el proyecto de la bomba era una conclusión inevitable. De este modo, el Comité S-1 celebró formalmente su primera reunión el 18 de diciembre de 1941, lo que marcó un cambio oficial de la fase de investigación del proyecto. La reunión también marcó el comienzo del secreto en tiempos de guerra para el Proyecto, que se unía a solicitudes anteriores de evitar la publicación de los resultados obtenidos en materias científicas relacionadas al conflicto armado. A medida que el proyecto avanzaba desde la investigación hacia el desarrollo, Bush y Conant se dieron cuenta de que el Comité S-1 no tenía los recursos para una construcción a gran escala. Eventualmente, optaron por recurrir al Ejército en busca de apoyo, lo que llevó al establecimiento del Distrito de Ingenieros de Manhattan bajo el mando del General Leslie Groves (Atomic Heritage Foundation, 2017).

Es sabido que el Proyecto Manhattan condujo a uno de los logros científicos más espectaculares y preocupantes de la Segunda Guerra Mundial, a

saber, la bomba atómica, cuya organización para estudiarla, diseñarla, implementarla y financiarla se enmarca en el período denominado *Big Science* o *Macrociencia*.

Al respecto, Federico Leal afirma que la macrociencia es el resultado de un gran complejo de industrias científicas gestionadas y dirigidas conforme a modelos de organización empresarial y militar, lo cual lleva consigo la plena vinculación de la ciencia con el poder (político, militar y económico), la introducción de nuevos valores en la práctica científica y objetivos tanto de índole científica y tecnológica como de naturaleza militar, política y económica (Leal Contreras, 2004, págs. 211-212).

Por su parte, Echeverría menciona que la macrociencia posee los siguientes rasgos distintivos: i) la financiación gubernamental de grandes equipamientos y macroproyectos de investigación; ii) la convergencia entre científicos, ingenieros y técnicos, que se plasma en la práctica de los laboratorios y centros de investigación; iii) la participación de la industria en la actividad científica; iv) el apoyo y financiamiento militar de los macroproyectos científicos; v) la aparición de las políticas de ciencia y tecnología; vi) la agencia macrocientífica, que viene a indicar que el sujeto de este tipo de ciencia devino plural e institucional; vii) la subordinación de los objetivos científicos a otros de tipo militar, político y económico (Echeverría & González, 2009, págs. 711-712).

Cabe consignar que el Proyecto Manhattan se convirtió en el caso paradigmático de la *Big Science* y de un sistema de organización social para la ciencia que se ha dedicado, por ejemplo, a estudiar y develar los secretos y aplicaciones del átomo, del genoma y del cosmos desde la época de la Guerra Fría hasta hoy (Atomic Heritage Foundation, 2014).

De este modo, el Proyecto Manhattan, cuyo origen y necesidad se encuentra en las ideas de Bush acerca del aporte que puede realizar la ciencia a la seguridad y al desarrollo del país, se convierte —tal como señalan Sanz, Muñoz y García— en un acontecimiento o hito que “significa un cambio en el modo de entender las prioridades científicas de las naciones”, pues el éxito de “esta movilización de esfuerzos, planificación y acción coordinada puso en evidencia el potencial de la alianza ciencia-Estado, al menos desde el punto de vista de las grandes potencias” (Sanz Menéndez, Muñoz Ruiz, & García García, 1993, pág. 164). Dicho éxito invitaría a que tal alianza se formalizase y mantuviese en los tiempos venideros, para lo cual se piensa en el establecimiento de un contrato social para la ciencia y de una política científica que cambiarán el modo en que se relacionan ciencia y sociedad.

Conclusión

Considerando que para la bioética es importante y provechoso iniciar el estudio de *Ciencia, la frontera sin fin*, en este capítulo se concretó la propuesta de

explorar su contexto según tres sentidos, a saber, científico, histórico e institucional.

De esta manera, en la primera sección se identificó el contexto científico en relación con el descubrimiento de la fisión nuclear, mencionando que el hallazgo ocurrido en 1938 en Berlín generó expectación respecto a la posible aplicación bélica del hallazgo, lo cual motivó la redacción de la carta Einstein-Szilard dirigida a Roosevelt para advertirle del peligro de la energía nuclear.

En la segunda sección se presentó el contexto histórico en relación con la Segunda Guerra Mundial, dando cuenta del Pacto Molotov-Ribbentrop, del inicio del conflicto en Europa Occidental y de la decisión presidencial estadounidense de iniciar la investigación del uranio.

Finalmente, en la tercera sección se estudió el contexto institucional respecto a los casos del NDRC, la OSRD y el Proyecto Manhattan, mencionando la importancia de Bush para defender la necesidad de una organización de la investigación científica durante la guerra.

CAP. 2: CONTRATO SOCIAL PARA LA CIENCIA PRESENTE EN EL *INFORME BUSH*

Introducción

En el pensamiento político, la teoría del contrato social ha sido ampliamente discutida, siendo algunos de los expositores más famosos Hobbes, Locke y Rousseau. De modo muy general, la teoría “se basa en la idea de que existe un gran acuerdo en la sociedad en relación con sus derechos, deberes y la existencia de un Estado dotado de autoridad para gobernar en el marco de conjunto de leyes y de normas morales establecidas” (Editorial Etecé, 2021).

Análogamente, enseña Amparo Gómez, se postula un modelo teórico de las relaciones entre ciencia y política, denominado contrato social para la ciencia, que aborda la intervención de los Estados modernos en el desarrollo científico de los países como un contrato entre científicos y políticos que especifica derechos y obligaciones. Según ella, para que el contrato se establezca, deben cumplirse dos condiciones básicas. Una es que los gobiernos reconozcan la importancia de la ciencia y la tecnología para el desarrollo de los países; mientras que la otra guarda relación con la comprobación por parte de los científicos de que los gobiernos proporcionen recursos económicos y pongan en marcha políticas que permitan desarrollar la investigación científica (Gómez A. , 2014).

Dicho lo anterior, el objetivo del capítulo es manifestar el contrato social para la ciencia pretendido por el presidente Roosevelt y Vannevar Bush, para lo cual se desarrollan tres secciones. La inicial revisa el cumplimiento de la primera condición del contrato social para la ciencia, mientras que la segunda sección examina si ocurre el reconocimiento por parte de los científicos de la necesidad de financiamiento estatal; finalmente, la tercera repasa la propuesta para una Fundación Nacional de Investigación.

1. Primera condición: reconocimiento por parte del gobierno del beneficio social que representa la ciencia

Respecto a la primera condición, tenemos que, tal como afirma Lozano, el contrato social para la ciencia se fundamenta en la idea de que la ciencia y la tecnología son medios que permiten satisfacer las necesidades de la población y que, por tanto, deben ser apoyadas por la sociedad. Esta idea aparece con diferentes matices a lo largo de la historia, sin embargo, en el siglo XX cobra una preponderancia inusitada, especialmente cuando la ciencia y la tecnología se trasladan al centro de las reflexiones sociales, políticas y educativas del Estado (Lozano, 2008).

Un claro ejemplo de lo anterior es la carta del 17 de noviembre de 1944 que el presidente Roosevelt escribió a Vannevar Bush solicitando recomendaciones acerca de qué medidas implementar para que Estados Unidos

aprovechase en tiempos de paz los logros tecnocientíficos conseguidos durante la Segunda Guerra Mundial. En la misiva, Roosevelt se enfoca en cuatro puntos. Primero, qué hacer, respetando la seguridad militar, para difundir el conocimiento científico conseguido durante la conflagración de modo de estimular nuevas empresas y el empleo, junto con posibilitar un mayor bienestar nacional. Segundo, cómo mantener en el futuro los trabajos realizados en medicina y ciencias relacionadas. Tercero, qué puede hacer el gobierno para apoyar las actividades de investigación encaradas por organizaciones públicas y privadas. Cuarto, de qué modo descubrir y desarrollar el talento científico en la juventud norteamericana para dar continuidad a la investigación científica del país (Bush, 1999, págs. 95-96).

Al esgrimir estas interrogantes al director de la OSRD, Roosevelt patentiza su convencimiento de que tales preocupaciones en materias de seguridad, empleo, salud, investigación y formación científica de la juventud pueden ser atendidas satisfactoriamente por la ciencia, que, por lo tanto, contribuirá socialmente al bienestar de la nación. También es claro que el presidente norteamericano esperaba que Bush le entregase medidas concretas de los planes a seguir y, por supuesto, de los costos monetarios involucrados.

En cuanto a los logros que permitieron el reconocimiento por parte del gobierno norteamericano del beneficio social que representa la ciencia para el progreso del país, es posible mencionar que, de los muchos avances

desarrollados a través de la OSRD, la bomba atómica, el radar y la penicilina son de los más famosos y permiten también exhibir las habilidades políticas y de gestión de Bush.

Respecto a la bomba atómica, por ahora solo añadiré que, si bien Roosevelt fue un impulsor de la misma y proporcionó los recursos y autorizaciones para su estudio y creación, al momento de escribir la carta a Bush todavía no ocurría su utilización en batalla. Dicho lo anterior, me referiré brevemente a los casos del radar y de la penicilina.

Michael Aaron Dennis cuenta que a través del establecimiento del Comité de Microondas y del Laboratorio de Radiación en el MIT, Bush creó instituciones para guiar el desarrollo de radares basados en microondas, una gran mejora en comparación con los sistemas anteriores desarrollados por la Marina estadounidense durante la década de 1930 que empleaban ondas largas para su funcionamiento. Dennis afirma, además, que dichas instituciones se basaron en las conexiones de Bush con el MIT, pues los antiguos alumnos y colegas aportaron no solo su experiencia, sino también redes de investigadores en universidades como Stanford y corporaciones como Sperry Gyroscope Company que estaban desarrollando tecnología de microondas, lo que permite confirmar que las conexiones de Bush antes de la conflagración se convirtieron en un aspecto integral de la organización de la investigación en tiempos de guerra (Dennis, 2023).

Ahora bien, no debemos obnubilarnos con la bomba atómica y el radar y creer que estas fueron las únicas conquistas de los Estados Unidos en materias bélicas conseguidas con ayuda de científicos e ingenieros. Para obtener un panorama significativo de los afanes y tareas investigativas y de desarrollo que rodearon el esfuerzo tecnocientífico estadounidense de modernizar, entre otros aspectos, su capacidad de ataque, defensa y logística en caso de conflagración, se puede recurrir a la estructura administrativa que adoptó la OSRD.

Esto permite entender de un modo sinóptico la ingente cantidad de elementos y recursos que dirigió Vannevar Bush y la visión panorámica y de conjunto que poseía acerca del quehacer científico y tecnológico y de las relaciones que debían establecerse con otros actores sociales para concretar con éxito los esfuerzos investigativos desarrollados en el laboratorio y en las estaciones experimentales.

Administrativamente, en una reorganización ocurrida en 1942, la OSRD quedó estructurada por (Stewart, 1948, págs. 85-150):

- i) El Comité de Investigación de Defensa Nacional (NDRC), el cual se dividió de la siguiente manera: División 1 (Investigación balística), División 2 (Efectos de impacto y explosión), División 3 (Artillería de cohetes), División 4 (Accesorios de artillería), División 5 (Misiles nuevos), División 6 (Guerra subsuperficial [*Subsurface warfare*]), División 7 (Control de fuego), División 8 (Explosivos), División 9 (Química), División 10 (Absorbentes y

aerosoles), División 11 (Ingeniería química), División 12 (Desarrollo de transporte), División 13 (Comunicación eléctrica), División 14 (Radar), División 15 (Coordinación de radio), División 16 (Óptica y camuflaje), División 17 (Física), División 18 (Metalurgia de guerra), División 19 (Armas misceláneas), Panel de matemáticas aplicadas (AMP), Panel de psicología aplicada (APP), Comité de desarrollo de tubos de vacío, Comité de propagación, Comité de deterioro tropical y División del grupo administrativo.

- ii) El Comité de Investigaciones Médicas (CMR), que se ordenó de la siguiente forma: División 1 (Medicina): sección 1 (Medicina preventiva), sección 2 (Enfermedades venéreas), sección 3 (Enfermedades tropicales e infecciones micóticas), sección 4 (Convalecencia, neuropsiquiatría e investigación clínica); División 2 (Cirugía): sección 1 (Heridas y quemaduras), sección 2 (Neurocirugía), sección 3 (Especialidades quirúrgicas); División 3 (Medicina de aviación); División 4 (Fisiología): sección 1 (Sustitutos de la sangre), sección 2 (Shock), sección 3 (Nutrición e investigación clínica); División 5 (Química); División 6 (Malaria); y Sección de registros.
- iii) Otros grupos de investigación, a saber: el Comité de energía atómica, el Comité de espoletas de proximidad para proyectiles, el Comité de dispositivos sensoriales y el Comité de control de insectos.
- iv) La Oficina de Servicios de Campo.

Revisar la estructura anterior permite saber que se concretó uno de los motivos esenciales que llevaron a la creación de la OSRD, es decir, el establecimiento de un comité investigativo en medicina de guerra. A continuación, me refiero a uno de los logros en los que estuvo involucrada la OSRD a través del Comité de Investigaciones Médicas y el Ejército, a saber, la penicilina.

La narrativa tradicional indica que el descubrimiento de las propiedades antibióticas del hongo *Penicillium notatum* se produjo en septiembre de 1928 por Alexander Fleming en el Reino Unido. Sin embargo, debido a los sucesivos fracasos en el intento de aislamiento y purificación de la penicilina, el médico-microbiólogo abandonó tales objetivos. En 1938, un grupo de científicos de la Universidad de Oxford —liderados por Howard Florey, Ernst Chain y Norman Heatley— iniciaron un intenso proceso de investigación para conseguir un agente antibiótico que requirió la colaboración de patólogos, químicos y microbiólogos, entre otras disciplinas. Sin embargo, tras una experimentación previa con ratones y cierto éxito en las pruebas con humanos, la dificultosa situación y economía de guerra en Gran Bretaña impidieron que el proyecto continuase hacia la producción del medicamento por falta de financiación. Ante este escenario, el equipo de investigadores pretendió conseguir fondos en Norteamérica (Vega Cabello, 2015).

Con el apoyo de la Fundación Rockefeller, Florey y su colega Norman Heatley viajaron a los Estados Unidos en el verano de 1941 para conseguir fondos monetarios y tratar de involucrar a la industria farmacéutica en el esfuerzo de producir penicilina a gran escala. Luego de reunirse con el Departamento de Agricultura, el departamento del Northern Regional Research Laboratory (NRRL) en Peoria, Illinois, y distintas farmacéuticas, Florey visitó a su viejo amigo Alfred Newton Richards, que por aquel entonces era vicepresidente de asuntos médicos en la Universidad de Pensilvania y presidente del CMR. Richards confió en el juicio de Florey sobre el valor potencial de la penicilina, por lo que se acercó a las cuatro firmas farmacéuticas que habían mostrado cierto interés en la droga (Merck, Squibb, Lilly y Pfizer) y les informó que estarían al servicio del interés nacional si emprendían la producción de penicilina, lo cual significaba que podría haber apoyo por parte de la administración federal. Luego de una serie de sucesos, acuerdos y contratos entre diversas agencias, el Ejército, laboratorios y la industria; la penicilina estuvo disponible, primero, para los requerimientos militares y, posteriormente, para el uso civil masivo (American Chemical Society, s.f.).

La razón de escoger este logro de la OSRD es porque permite explorar —tal como sugiere el departamento de Historia y Sociología de la Ciencia de la Universidad de Pennsylvania— el cambio de la relación entre el Estado y la medicina que se produjo durante la Segunda Guerra Mundial y la impronta y nuevo carácter que se les otorgó a los fármacos. Así, por ejemplo, debe

entenderse que la penicilina es, en muchos sentidos, *una tecnología de guerra*. Para ilustrar esta afirmación, debe recordarse que la penicilina se descubrió a fines de la década de 1920, pero que no se produjo en grandes cantidades hasta principios de la década de 1940. Para que ocurriera esto último, se requirieron tanto las demandas apremiantes de la Segunda Guerra Mundial y la voluntad del gobierno de los Estados Unidos de invertir fuertemente en tecnologías de producción de penicilinas, lo que permitió que este tipo de hongos dejase de ser una curiosidad científica y médica promisorio para convertirse en un tratamiento concreto y eficaz disponible, por ejemplo, para enfrentar las masivas bajas de combatientes ocurridas durante el Desembarco de Normandía o *Día D*. A su vez, el desarrollo, producción y abastecimiento masivo de la penicilina ilustra la forma compleja en que cambió la relación del gobierno con la medicina y el público durante el conflicto bélico, pues la regulación de la penicilina no ocurrió solo a través de los mecanismos tradicionales de legislación o agencias reguladoras, sino que involucró al departamento de guerra, laboratorios de investigación financiados por el gobierno, industria farmacéutica, científicos, personal sanitario y la prensa popular (Universidad de Pennsylvania, 2002).

Revisados algunos de los logros que Roosevelt presencié al momento de redactar la carta, que manifiestan el reconocimiento por parte del gobierno del beneficio social que puede alcanzarse mediante la ciencia y, por tanto, el cumplimiento de la primera condición del contrato social para la ciencia; proseguiré con la revisión del segundo requisito.

2. Segunda condición: reconocimiento por parte de los científicos de la necesidad de financiamiento estatal

Ante la solicitud del presidente, Bush finalizó el 25 de julio de 1945 *Ciencia, la frontera sin fin*. La idea subyacente, afirma Quintanilla, “a este título tan llamativo es que, de la misma forma en que el gobierno de Estados Unidos ha ayudado tradicionalmente a los ciudadanos americanos a ampliar sus fronteras, colonizando nuevos territorios, ahora podría impulsar la ampliación de una nueva frontera que, a diferencia de las territoriales, no tiene límite definido: la frontera de la ciencia, la frontera del conocimiento y de su aplicación” (Quintanilla, 2017).

Además, Bush refuerza esta idea al indicar que la ciencia es de la incumbencia del gobierno, argumentando, por una parte, que en armonía con la tradición norteamericana el desarrollo de las nuevas fronteras de la ciencia debe ser accesible a todos sus ciudadanos. Por otra parte, señala que el progreso científico es vital para favorecer, entre otras tantas actividades, la salud, el bienestar y la seguridad de la nación, las cuales indudablemente son responsabilidad del gobierno. Ello implica que, si el gobierno planea cumplir adecuadamente con sus obligaciones, habrá de apoyarse en la ciencia y, por supuesto, encargarse de nutrirla adecuadamente (Bush, 1999, pág. 104).

En su carta de remisión, Bush interpreta que Roosevelt al hablar de la ciencia tenía en mente las ciencias naturales, incluidas la biología y la medicina, y que el programa presentado en el informe justifica una atención inmediata, lo

que excluye por el momento a otros campos como las ciencias sociales y las humanidades (Bush, 1999, pág. 93). De esta manera, Bush expresa ciertas distinciones epistemológicas respecto al concepto de ciencia y sus divisiones, junto con acotar el alcance de su programa.

Un tema sumamente importante que se relaciona con el segundo requisito del contrato social para la ciencia viene a expresarse en uno de los principios básicos que Bush reconoce debería fundarse el programa de apoyo gubernamental a la investigación y la educación científicas, a saber, que “cualquiera que sea el grado del apoyo, la provisión de fondos debe ser estable a lo largo de un número determinado de años, a fin de que puedan emprenderse programas de largo plazo” (Bush, 1999, pág. 127).

También explica que la ciencia en su vertiente de investigación básica, dada su naturaleza esencialmente no comercial, no puede esperar que un financiamiento adecuado para cubrir sus necesidades provenga de la industria, pues esta solamente afrontará plenamente el desafío de aplicar el nuevo conocimiento a nuevos productos. Por lo tanto, el gobierno debe asumir la necesidad especial de apoyo federal que requiere la investigación básica.

Añade que es necesario tomar medidas para que el gobierno extienda el apoyo financiero a la investigación básica en las facultades de medicina y universidades, mediante subsidios tanto para esa investigación como para el otorgamiento de becas, pues las fuentes tradicionales de apoyo para la investigación médica (donaciones, otorgamientos de fondos y aportes privados)

están disminuyendo y no hay perspectivas inmediatas de cambio de esta tendencia, mientras que los costos de la investigación se incrementan con firmeza al requerirse equipos más elaborados y caros, suministros más costosos y salarios más altos.

Respecto a la investigación industrial, Bush sostiene que la forma más simple y eficaz de fortalecerla es que el gobierno apoye la investigación básica y desarrolle el talento científico, junto con recordar que uno de los factores más importantes que afectan la magnitud de la investigación industrial es la ley del impuesto a los réditos y el sistema de patentes, por lo que estos deben revisarse.

En cuanto a la investigación dentro del gobierno, indica que ella representa una parte importante de la actividad investigativa total, especialmente de naturaleza aplicada, siendo necesario que su fortalecimiento y expansión se orienten hacia campos de investigación y servicios que son de importancia pública y no están adecuadamente cubiertos por las organizaciones privadas.

Respecto a la investigación militar, Bush afirma que en la Segunda Guerra Mundial ha quedado en evidencia que la investigación científica es absolutamente esencial para la seguridad nacional y que la guerra moderna requiere el uso de las técnicas científicas más avanzadas. También indica que resulta claro que debe haber investigación militar en tiempos de paz y que sólo el gobierno puede emprenderlas, puesto que deben llevarse a cabo en secreto y que gran parte de ellas no tienen valor comercial y son costosas.

Con el propósito de entregar algunas cifras concretas, podemos mencionar que Bush calculaba en 1945 que un programa adecuado de apoyo federal a la investigación básica y aplicada que sea de interés público costaría unos diez millones de dólares en un principio, que podría aumentar hasta unos cincuenta millones cuando esté plenamente en funcionamiento, quizás al cabo de cinco años (Bush, 1999, pág. 110).

De esta manera, se constata que la segunda condición mencionada se cumple, a saber, que los científicos, según el planteamiento de Bush, reconocen la necesidad de financiamiento estatal para la realización de su trabajo y consecución del progreso pretendido.

Así, se concluye que las dos condiciones básicas son satisfechas, por lo que el marco o márgenes del contrato social para la ciencia pueden establecerse, actuando Roosevelt en representación del gobierno y Bush en nombre de la comunidad científica.

3. La propuesta para una Fundación Nacional de Investigación

Meyer recuerda que Bush creció en un mundo donde el gobierno no era un financiador significativo de la ciencia y que la Segunda Guerra Mundial cambió eso. Sin embargo, al finalizar las hostilidades, el gobierno tendría pocas razones para continuar empujando dinero a los científicos a menos que pudiera convencerse de lo contrario (Meyer, 2018). Así, teniendo en mente tal escenario,

Bush se esfuerza en desarrollar una propuesta que asegure fondos para la ciencia en tiempos de paz.

De esa forma, puede comprenderse mejor una de las motivaciones del capítulo *Los medios para un fin de Ciencia, la frontera sin fin*, en donde Bush propone la creación de la Fundación Nacional de Investigación por parte del Congreso. A continuación, se revisan con mayor detalle los planteamientos que el ingeniero realiza en su texto.

Bush sostiene que dentro de la estructura gubernamental existente, financiada por el Congreso, no existe una agencia dedicada a suministrar los fondos necesarios para apoyar la investigación básica en las facultades y universidades (tanto en medicina como en ciencias naturales), coordinar donde sea posible programas de investigación en asuntos de la mayor importancia para el bienestar nacional, formular una política gubernamental nacional para la ciencia, auspiciar el intercambio de información científica entre profesionales y laboratorios (tanto en nuestro país como en el extranjero), y asegurarse de que se mantengan los incentivos a la investigación en la industria y las universidades, o a administrar un programa de becas científicas.

Por ello, agrega que el Congreso debe crear una nueva agencia con esa finalidad y que, por otra parte, esta agencia tiene que ser un organismo independiente consagrado exclusivamente al apoyo de la investigación científica y de la educación científica avanzada.

Bush defiende que estas nuevas funciones deberían centrarse en una sola agencia, pues la ciencia es en esencia una cosa unitaria y el número de agencias independientes debería ser mínimo.

En cuanto a la estructura de la organización, establece que, en un principio, estas divisiones deben ser las siguientes (Bush, 1999, pág. 131):

- a. División de Investigación Médica: su función debe ser apoyar la investigación médica;
- b. División de Ciencias Naturales: su función debe ser apoyar la investigación en las ciencias físicas y naturales;
- c. División de Defensa Nacional: la función de esta división debe ser apoyar la investigación científica de largo alcance sobre temas militares;
- d. División de Personal y Educación Científica: la función de esta división debe consistir en apoyar y supervisar el otorgamiento de becas en ciencia;
- e. División de Publicaciones y Colaboración Científica: debe estar encargada de estimular la publicación de conocimientos científicos y promover el intercambio internacional de información científica.

Un tema sumamente importante que recalca Bush es que hay cinco elementos fundamentales en que debe fundarse el programa de apoyo gubernamental a la investigación y la educación científicas, si se quiere que ese apoyo sea eficaz y evite perjudicar las cosas mismas que se procura promover.

Al respecto, France Cordova explica que estos cinco principios consideran “la estabilidad y continuidad de la financiación, la administración de subvenciones por parte de ciudadanos con un profundo conocimiento de la investigación y la educación científicas, la abstención de la agencia de operar laboratorios propios, el control del entorno de subvenciones por parte de universidades e institutos de investigación, y la rendición de cuentas ante el presidente y congreso” (Córdova, 2020, pág. ix).

Por último, Bush advierte que el Congreso debe entender que la legislación para la creación de la Fundación Nacional de Investigación es necesaria y que requiere gran cuidado su elaboración, siendo una acción rápida imperativa si se pretende que Estados Unidos enfrente el desafío de la ciencia y utilice plenamente sus potencialidades.

Conclusión

En este capítulo se manifestó el contrato social para la ciencia pretendido por el presidente Roosevelt y Vannevar Bush. Para ello, primero, se examinó que se cumplía la primera condición básica del contrato social para la ciencia, a saber, el reconocimiento por parte del gobierno del beneficio social que representa la ciencia.

Luego, se revisó el cumplimiento efectivo de la segunda condición, es decir, el reconocimiento por parte de los científicos de la necesidad de financiamiento estatal.

Finalmente, se repasaron los puntos más importantes de la propuesta realizada por el ingeniero norteamericano para una Fundación Nacional de Investigación.

CAP. 3: POLÍTICA CIENTÍFICA PRESENTE EN EL *INFORME BUSH*

Introducción

Bush afirma que, en la redacción de *Ciencia, la frontera sin fin*, contó con la asistencia de “comités especialmente calificados para asesorarme con respecto a estos temas”, los cuales consideraron que esta era “una oportunidad para participar en la configuración de las políticas del país en relación con la investigación científica” (Bush, 1999, pág. 93).

Al respecto, Lozano afirma que las políticas científicas son “ese espacio en el que se explicita el contrato social sobre la ciencia” (Lozano, 2008), mientras que Kaplan añade que ellas engloban “el conjunto de intervenciones, decisiones y actividades de los poderes coexistentes en una sociedad y época dadas, tendentes ya sea a ignorar o subestimar, o a obstaculizar, ya sea a promover y estimular, el progreso de la investigación científica, y la aplicación de sus productos con referencia a objetivos de diferente naturaleza” (Kaplan, 2002, pág. 86).

En el caso del *Informe Bush*, el conjunto de intervenciones, decisiones y actividades se refiere a idear e implementar un programa de desarrollo científico, conseguir el financiamiento necesario para dotar al programa de recursos materiales y humanos adecuados, junto con establecer una institucionalidad que relacione a los poderes coexistentes o partes involucradas (a grandes rasgos,

Estado y comunidad científica) para obtener mediante la investigación científica básica conocimientos que, a través de la investigación aplicada, deriven en productos que finalmente redunden en el beneficio de la sociedad al lograr mejoras en el empleo, la salud, la educación, la seguridad, etc.

Explicado lo anterior, se propone examinar parte de la política científica contenida en *Ciencia, la frontera sin fin* en relación con la generación de empleos, el establecimiento de una nueva institucionalidad de la ciencia y la formación de personal científico.

1. Una política científica preocupada por la generación de empleos

Al iniciar el recuento de la política científica que propone *Ciencia, la frontera sin fin*, me detendré a dar cuenta de una situación que es importante tanto para el contrato social entre ciencia y Estado que pretende instituirse como para la política científica que procura delinarse, y que, sin embargo, suele omitirse al comentar esta carta de Roosevelt y el *Informe Bush*, a saber, la preocupación por la generación de empleos.

Esta preocupación puede leerse, como ya vimos, en el primer punto de la misiva de Roosevelt y en algunos pasajes del informe, tales como la sección titulada *La ciencia y los puestos de trabajo*, en donde Bush afirma que “una de nuestras esperanzas es que después de la guerra haya pleno empleo y la

producción de bienes y servicios sirva para elevar nuestro nivel de vida” (Bush, 1999, pág. 111).

Para entender la raíz de esa preocupación hay que recordar que la década de 1920, denominada los “felices años veinte”, fue un tiempo de prosperidad y bonanza económica para Estados Unidos, caracterizado por fuertes inversiones, crédito fácil y especulación financiera, que finaliza abruptamente cuando estalla la mayor crisis económica del sistema capitalista al sobrevenir el inesperado y aciagamente recordado *Crack* o *Crash del 29* (Déjà, 2022).

Durante el *Crash¹ del 29* se gesta la caída más catastrófica de la historia de la bolsa de valores de Nueva York, que llevará al hundimiento de la economía de Estados Unidos y de gran parte del mundo. Inicia el miércoles 23 de octubre de 1929 cuando los precios se desploman en la bolsa de Nueva York, registrándose una caída del 7%, comenzando una sensación de inestabilidad que se vio masificada al día siguiente, el bautizado “jueves negro”. Durante la mañana del 24 los inversores desesperadamente venden todo tipo de activos, llegándose a liquidar acciones y bonos a un tercio de su valor con tal de evitar pérdidas mayores. Al correr de la jornada, los principales banqueros del país, junto al

¹ Considerando que gran parte de los textos consultados en español emplean el término *crack*, justifico mi elección de *crush* mediante la sugerencia del sitio Fundéu RAE, en donde se afirma que el *Diccionario panhispánico de dudas* indica que: “En español se usa [...] la voz *crac* con el significado de ‘quiebra financiera o comercial’. No debe usarse para ello la voz inglesa *crack*, ya que, además de no ser española, tampoco es el término correcto en inglés, lengua en la que, con este sentido, se usa *crash* y no *crack*. No hay que olvidar, en todo caso, el sinónimo español *quiebra*” (Fundéu RAE, 2008).

vicepresidente de la bolsa de valores estadounidense, decidieron inyectar grandes cantidades de dinero para revertir la situación y generar confianza, uno de los pilares fundamentales alrededor del cual gira el mundo financiero (RTVE, 2019).

Sin embargo, el 29 de octubre de 1929, el pánico se apoderó de los inversores de la Bolsa de Nueva York, que se deshicieron de más de 16 millones de acciones provocando el caos financiero y el desplome del valor de las acciones de las empresas más importantes del país. El resultado que dejó este fatídico “martes negro” fue el quiebre del sistema bursátil, provocando la desaparición de grandes fortunas y la ruina de millones de pequeños inversores, que perdieron todos sus ahorros, gran parte de sus bienes e, incluso, sus viviendas. En este día arranca la peor y más larga crisis económica conocida hasta entonces, o sea, la Gran Depresión (Sala, 2020).

La Gran Depresión dominará el escenario económico mundial por más de una década, siendo algunas de sus consecuencias las siguientes: i) reducción del consumo de bienes industrializados, lo que condujo al cierre de muchas empresas afectadas por la falta de demanda; ii) incremento de las cifras de desocupación y pobreza en todo el orbe; iii) los países que proveían de materia prima a las industrias perdieron los ingresos que significaban esas exportaciones; iv) los Estados Unidos pasaron casi un lustro con indicadores económicos negativos; v) los estados europeos que recibían créditos de los Estados Unidos

dejaron de hacerlo; vi) se replantearon los términos de la economía capitalista al postularse la intervención de los Estados para reactivar la economía; vii) el gran descontento social condujo a efervescencia política que propició el surgimiento de ciertos regímenes totalitarios (Editorial Grudemi, 2019).

Con el recrudecimiento del contexto económico y a medida que las personas desempleadas eran desalojadas de sus hogares, comenzaron a aparecer por todo Estados Unidos asentamientos irregulares periféricos a las ciudades. Cuando el gobierno no proporcionó ayuda, se culpó al presidente Herbert Hoover por las intolerables condiciones económicas y sociales, situación que derivó a que los barrios marginales que surgieron se conocieran como *Hoovervilles*, término que apareció por primera vez en la prensa el año 1929 en un artículo de *The New York Times* (Alexander, 2022).

Al proseguir el empeoramiento de la crisis social, cada vez más personas se dedicaron a errar por el país viviendo de la mendicidad o de trabajos intermitentes. Se hicieron costumbre las colas de desempleados en busca de trabajo y la retahíla de vagabundos y mendicantes pidiendo alimento a lo largo de las líneas de ferrocarril, puesto que no alcanzaban cupos en los comedores benéficos de las ciudades. A fines de 1932, con trece millones de cesantes y un desempleo general del 25%, que en algunas localidades llegaba a más de un 80%, se realizaron los comicios presidenciales en donde Hoover, quien se

presentaba para la reelección, se enfrentaba al republicano Roosevelt (Moncayo, 2019).

Roosevelt triunfó en las votaciones y en 1933 inicia su primer mandato presidencial. En materia económica optó por impulsar el *New Deal* (o *Nuevo Trato*), “caracterizado principalmente por la intervención estatal en la economía, que pasaría a ser una economía mixta. Entre las medidas que contemplaba el plan estaban el proteccionismo arancelario, grandes ayudas económicas a los bancos, el impulso de la producción industrial, la construcción de obras públicas” (Gómez L. , 2014).

Al respecto, Roberto Brunori enfatiza que la prioridad absoluta de la nueva Administración fue desde el inicio disminuir la cesantía, para lo cual había varias ideas: la primera era dar medios de subsistencia y rescatar así a gran parte de la población de la pobreza; la segunda era que la reactivación de la economía vendría a través del consumo, lo cual requería que la gente tuviese dinero para gastar; la tercera —y esta es una pieza fundamental en el espíritu del *New Deal*— consistió en devolver la dignidad a millones de personas para las que vivir de la beneficencia era una humillación. Debido a ello, el plan económico de Roosevelt se dedicó a generar programas de empleo destinados a la realización de grandes obras públicas, una tarea que se confió a agencias creadas y dotadas de abundantes fondos por el gobierno federal (Brunori, 2020).

María Serrano precisa que el *New Deal* constó de dos períodos. El primero, desarrollado durante los años 1933 y 1934, se dirigió principalmente a adoptar medidas de reforma y recuperación de la economía de gran alcance como las inversiones públicas y la reducción de la cesantía, mientras que el segundo período, que abarca de 1935 a 1937, tuvo un carácter más radical centrándose en reformas específicas de apoyo a los trabajadores y de mejoras sociales. Si bien el *New Deal* en su conjunto fue una política que tardó en dar frutos y no logró la revitalización económica plena, pues esta sucedió con el inicio del rearme en 1938 en vísperas del ingreso de Estados Unidos a la Segunda Guerra Mundial, fue fundamental para que el país iniciara un despegue y superara aquella crisis sin precedentes. Serrano también afirma que la llamada *Revolución Roosevelt* y los cambios institucionales realizados durante sus mandatos inauguraron una economía social de mercado que sentaba las bases del Estado del bienestar (Serrano, 2010, págs. 120-129).

Recapitulando, constatamos que la generación de empleos es repetida tanto por Bush como Roosevelt, lo cual indica que se buscan formas y medidas, esta vez en el terreno científico, para evitar que se repitan las catastróficas tasas de cesantía ocurridas durante la Gran Depresión de 1929 y los años inmediatamente posteriores. Cabe recordar que Roosevelt es el presidente del *New Deal* en materia económica, es el reformador, posición que, podríamos suponer, también querría ocupar al promover un nuevo contrato entre la política y la ciencia.

2. Una política científica para una nueva institucionalidad de la ciencia

La importancia de la nueva institucionalidad científica que ayuda a perfilar Bush se discute a continuación relacionando y comentando algunas ideas de Max Weber respecto a la relación entre política y ciencia.

De Lucas afirma que el *Informe al presidente*, además de reafirmar las razones del carácter esencial de la ciencia y de las instituciones científicas en nuestras sociedades, “subrayaba el decisivo papel que debía asumir el Gobierno en el impulso y desarrollo de la ciencia y la necesaria, aunque compleja, relación entre ciencia y poder político, entre *el científico* y *el político*, por volver al *motto* weberiano” (De Lucas, 2022).

Para comprender ese tópico del sociólogo alemán, rescato las palabras de María Jiménez, quien indica que Max Weber reflexiona sobre el hombre político y el hombre de ciencia, sus diferentes motivaciones e intereses, sus moralidades y sus funciones sociales para llegar a comprender las estructuras que permiten el establecimiento de una autoridad y los mecanismos de sumisión y dominación. Al analizar las relaciones entre ciencia y política, postula que aparecen dos fenómenos que afectan a la ciencia, a saber, la responsabilidad de los científicos y la intervención del Estado en la ciencia. Respecto al primero, Weber señala que los sabios comienzan a interrogarse sobre su responsabilidad al percatarse que los medios de destrucción posibilitados por la investigación científica se han

hecho abrumadoramente desmesurados. En cuanto al segundo fenómeno, advierte que cuando el Estado pretende imponer a la ciencia sus temas de estudio o las leyes de su actividad estamos ante las raíces del totalitarismo (Jiménez Serradilla, s.f.).

Al respecto, cabe precisar que Bush no solo teorizó sobre los riesgos de la intervención estatal en ciencia, sino que advirtió —ya sea como investigador durante la Primera Guerra Mundial ya sea como director de la OSRD durante la Segunda Guerra Mundial— las restricciones en la libertad de investigación que pueden acontecer cuando distintos grupos de poder permanentes u ocasionales en circunstancias normales o excepcionales imponen las directrices a seguir por los científicos en sus temas de estudio y preferencias. Ello tenía presente cuando postula el quinto principio en que debe sostenerse el programa y agencia de apoyo gubernamental a la investigación y la educación científicas, el cual expresa que:

“Si bien debe asegurar una completa independencia y libertad en cuanto a la naturaleza, el alcance y la metodología de la investigación llevada a cabo en las instituciones receptoras de fondos públicos, y mantener su poder de decisión en la asignación de esos fondos, la fundación aquí propuesta tiene que ser responsable ante el presidente y el Congreso. Sólo mediante esa responsabilidad podemos mantener la relación conveniente entre la ciencia y otros aspectos de un sistema democrático” (Bush, 1999, pág. 128).

Al respecto, Raymond Aron sostiene que “en el pensamiento de Max Weber, las relaciones entre ciencia y política no se caracterizan solamente, como

siempre se dice, por la distinción necesaria. La ciencia que él concibe es aquella que es susceptible de servir al hombre de acción” (Aron, 1979, pág. 10). Para afrontar la última afirmación y explicar cómo la ciencia puede realizar tal acto de servicio, he de remitirme a la conferencia *La ciencia como vocación*, la cual Weber pronunció “en la Universidad de Múnich en medio de la gran inestabilidad y la confusión generadas por la derrota de Alemania en la Primera Guerra Mundial” (Portes, 2021, pág. 746).

Weber en esta obra (Weber, 1979, págs. 221-223) plantea la cuestión de qué es lo realmente positivo que aporta la ciencia para la vida práctica y personal, ante lo cual responde que son tres las principales contribuciones de la ciencia: la primera es que proporciona “conocimientos sobre la técnica que, mediante la previsión, sirve para dominar la vida, tanto las cosas externas como la propia conducta de los hombres”; la segunda consiste en que pone a disposición “métodos para pensar, instrumentos y disciplina para hacerlo”; y la tercera es que la ciencia entrega claridad.

Weber se detiene a analizar el tercer aporte de la ciencia y sostiene que con ella se puede “hacer ver claramente a quienes nos escuchan que frente al problema de valor de que se trate cabe adoptar tales o tales posturas prácticas”. Esto permite ingresar al campo de la axiología y al de la deliberación ética, es decir, emplear el conocimiento científico para evaluar las situaciones y opciones para luego tomar una decisión respecto a cómo actuar.

Weber reconoce tres escenarios en donde la ciencia puede contribuir en aras de la claridad. El primero es el de los medios y acontece cuando “si se adopta tal postura, la experiencia científica enseña que se han de utilizar tales y tales medios para llevarla a la práctica. Si, por casualidad, esos medios son de tal índole que ustedes se sienten obligados a rechazarlos se verán forzados a elegir entre el fin y los inevitables medios. ¿Resultan o no santificados los medios por el fin?”. De esta manera, se constituye un algoritmo deliberativo. Primero, ante la información científica que enseña los medios posibles, se debe seleccionar los más adecuados para la acción práctica. Segundo, al descubrir que la naturaleza de tales medios invita a rechazarlos, se debe decidir si el fin es lo suficientemente justificante para, a pesar de todo, escoger los medios en cuestión. Dicho de otro modo, se debe decidir si el fin justifica los medios o no.

El segundo escenario es el de las consecuencias y se presenta cuando “si ustedes quieren tal o cual fin han de contar con estas o aquellas consecuencias secundarias que, según nuestra experiencia, no dejarán de producirse”. De esta forma, ahora es menester zanjar si el fin justifica las consecuencias o no. Así, en uno u otro caso se deben evaluar los medios o consecuencias que la ciencia indica se derivarán de las posturas o fines presupuestos, pudiéndose recurrir a los principios del mal menor o de lo relativamente mejor.

El tercero de los escenarios es el de las visiones de mundo y ocurre cuando desconocemos de antemano lo principal al tratarse de problemas

verdaderamente esenciales, a saber, la postura o el fin que habrán de adoptarse. En este escenario la ciencia indica que “tal postura práctica deriva lógicamente y honradamente, según su propio sentido, de tal visión del mundo (o de tales visiones del mundo, pues puede derivar de varias), pero no de tales otras”. Es decir, la ciencia contribuye a analizar la coherencia de determinadas visiones de mundo y a desentrañar cuáles han sido acogidas, muchas veces, por costumbre, imposición o falta de reflexión. Permite, además, llegar a descubrir cuáles son las consecuencias últimas y significativas de tales visiones de mundo o marcos de referencia.

Finalmente, Weber sugiere que esta aportación de la ciencia marca también sus propios límites y colinda con el terreno de la ética, pues la claridad mencionada, bien ejecutada y recibida, ayuda a que el individuo genere un sentimiento de responsabilidad y a que se dé cuenta del sentido último de sus acciones.

Por otra parte, Raymond Aron señala que Weber “repitió continuamente que las virtudes del político son incompatibles con las del hombre de ciencia; pero su preocupación por separar ambas actividades no era más aguda que su conciencia del vínculo que entre ellas existe. No se puede ser al mismo tiempo hombre de acción y hombre de estudio sin atentar contra la dignidad de una y otra profesión, sin faltar a la vocación de ambas” (Aron, 1979, pág. 10). Ahora

bien, cabe preguntarse qué condiciones establece Bush para conjugar ambas profesiones en su propuesta de nueva institucionalidad científica.

Para responder, considero que hay que tener en cuenta dos aspectos. El primero se relaciona con ciertos procesos de cambios de la política y de la ciencia que preocuparon a Weber. Julio López, al reseñar *El político y el científico*, afirma que el pensador germano al referirse a cómo la política ha evolucionado a lo largo de los tiempos, pasando de ser un autoritarismo a una democracia, menciona que en dicho devenir se ha buscado la profesionalización de las figuras políticas con la finalidad de que estas tengan una adecuada formación y preparación, para tratar de evitar la ineficiencia y corrupción que se solía presentar en la política antigua. Respecto a las mudanzas que ha sufrido la ciencia, indica que en los últimos años se está buscando un proceso de especialización en los investigadores, con la finalidad de que se pueda emplear de manera acertada el método científico en la resolución de problemas (López, 2019).

Ante esto, puedo decir que, por un lado, se pretende que en política los funcionarios cuenten con el carácter y los conocimientos adecuados para la ejecución de las tareas estatales; y, por otro lado, que los científicos destinen sus procedimientos no solo a conocer los fenómenos naturales por mera curiosidad intelectual, sino que también se dediquen a encarar dificultades que afectan la vida concreta, tales como pueden ser las requeridas por la política científica.

Lo anterior se condice con el segundo principio que Bush propone para guiar el nuevo departamento u oficina de investigación, en donde expone las características de los funcionarios que la compondrán:

“La agencia a cargo de la administración de dichos fondos debe estar compuesta por ciudadanos seleccionados únicamente sobre la base de su interés y capacidad para promover el trabajo de la agencia. Debe tratarse de personas de amplio interés en y comprensión de las peculiaridades de la investigación y la educación científicas” (Bush, 1999, pág. 128).

El segundo aspecto a considerar para responder la interrogante planteada guarda relación con la propia actividad de Bush como político y científico. Tal como afirma Javier Ordóñez (Salomon, Hart, & al., 1999, págs. 154-155), no hay que olvidar que el ingeniero norteamericano participó en la gestación de lo que sería el entramado institucional de la política científica norteamericana, fundando una forma de desarrollar política científica apoyada en los beneficios de la colaboración entre instituciones públicas y privadas y en el liderazgo gubernamental. Es en este contexto cuando Bush entiende que debía existir una disociación entre el trabajo de los científicos (que debía ser autónomo) y la toma de decisiones políticas (que debía estar en el lado de los políticos asesorados por los científicos de otro nivel de responsabilidad en la organización). De esta manera, se necesitaría de cierta *alquimia política* que equilibrase la autonomía de los científicos y la influencia de los segundos para que todo el proceso fuera eficaz.

Visto los dos aspectos anteriores, se deduce que, para conjugar las actividades del político y del científico en la nueva institucionalidad que Bush propone, es menester la profesionalización del asesor político en materias científicas, el cual deberá estar especializado en la aplicación del conocimiento científico a problemas de políticas públicas, junto con entender que el ejercicio de su actividad ha de realizarse en un plano distinto al del científico investigador, pues no solo debe concurrir a los lugares en donde se gestan las decisiones políticas, sino que allí será su lugar preferente de trabajo.

Finalmente, ha de reconocerse que, tal como enseña Andrew Jamison, Bush también desempeñó un rol importante en darle forma operativa a la nueva cultura tecnológica, pues su texto y obra están llenos de sugerencias prácticas para programas de investigación, para nuevas formas de organizar y financiar la pesquisa científica, que redundan en la creación de toda una nueva esfera institucional desde la cual hacer política. Así, por ejemplo, Bush ayudó a dar una identidad cultural a aquellos que comenzaron a ocupar el espacio emergente entre la ciencia y la política que se había producido durante la guerra y cuyas dimensiones se han ido ensanchando desde entonces. Ello recuerda que la cultura tecnológica no es solamente una realidad discursiva y retórica, sino que también es el modo de vida de los hacedores de política y los *managers* de la investigación, de los burócratas y administradores de la ciencia, y también de todos los científicos e ingenieros que mezclan ciencia y política en sus ocupaciones. Jamison concluye que la contribución de Bush en darle significado

y forma a ese modo de vida fue crucial (Salomon, Hart, & al., 1999, págs. 146-148).

3. Una política para la formación de personal científico en términos cuantitativos y cualitativos

Pamela Oliver indica que la expresión “masa crítica” se origina en la física nuclear para designar la cantidad más pequeña de material fisionable necesaria para sostener una reacción nuclear en cadena y que, desde este campo, la idea se difundió exitosamente como analogía o metáfora hacia la cultura popular y las ciencias sociales dando forma a la teoría de la masa crítica, la cual —prosigue Oliver— en los movimientos sociales se refiere, por una parte, vagamente a cualquier teoría formal sobre cómo las decisiones interdependientes se acumulan en la acción colectiva y, por otra, para referirse a cualquier contexto en el que las cosas cambian después de que un cierto número de personas se reúnen o ingresan a un entorno (Oliver, 2013). Por su parte, Juana Leal agrega que en sociología “se denomina masa crítica a la cantidad de personas a partir de la cual un fenómeno concreto tiene lugar y adquiere una dinámica propia que le permite sostenerse y seguir existiendo, incluso crecer”.

Renato Dagnino recurre a este concepto y lo aplica al *Informe Bush* para afirmar que la idea de la masa crítica pasa a integrar el repertorio de la comunidad científica con el proyecto Manhattan, explicando que “la analogía, en este caso,

conducía al argumento de que sería la concentración de la investigación básica y los recursos humanos en la sociedad (ofrecidos por la comunidad científica mediante el apoyo del Estado), lo que desencadenaría una reacción autosustentada de la cadena lineal de innovación” (Salomon, Hart, & al., 1999, pág. 150).

Considero que es una lectura interesante de la propuesta de Bush, aunque Dagnino no explica qué entiende él por masa crítica ni entrega mayores pruebas textuales de su interpretación. Para compensar este último punto y apoyar, en parte, la propuesta del comentarista, recojo algunos pasajes en donde Bush se refiere al impacto que tiene la cantidad de científicos para el bienestar de los países.

En primer lugar, Bush sostiene que el surgimiento de nuevo conocimiento científico depende de aquellos pocos que entienden las leyes fundamentales de la naturaleza y que están capacitados en las técnicas investigativas de la ciencia, por lo que “la rapidez o lentitud con que desplazemos cualquier frontera científica dependerá de la cantidad de científicos altamente calificados y capacitados que la exploren” (Bush, 1999, pág. 100).

En segundo lugar, Bush está esperanzado en que después de la guerra haya pleno empleo y que la producción de bienes y servicios sirva para elevar nuestro nivel de vida, para lo cual se debe “contar con muchos hombres y mujeres formados en la ciencia, porque de ellos depende tanto la creación de nuevo conocimiento como su aplicación a finalidades prácticas” (Bush, 1999, pág. 98).

En tercer lugar, Bush, con una visión panorámica que trasciende las necesidades de la ciencia en cuanto a formación de personal, se preocupa de que el talento no sea solamente aglutinado por dicha área del saber, sino que sea también repartido en otras disciplinas.

Esto manifiesta que Bush estaba interesado en el desarrollo integral del país y que la masa crítica de científicos que él pretendía reunir y desarrollar debía consistir en una cantidad controlada y limitada, pues de lo contrario atentaría contra la ciencia en particular y la sociedad en general.

Al respecto, advierte que “sería una locura establecer un programa por el cual la investigación en ciencias naturales y medicina se expandiera a expensas de las ciencias sociales, las humanidades y otros estudios tan esenciales para el bienestar nacional”, pues “nunca hay suficientes capacidades en niveles altos para satisfacer todas las necesidades de la nación”, por lo que “no hay que atraer hacia la ciencia más de lo que corresponde a la participación proporcionada de ésta” (Bush, 1999, pág. 117).

Con las ideas anteriores queda claro que para Bush es importante la cantidad de científicos para estimular el bienestar nacional, razón que explica la gran preocupación que le provocaba uno de los problemas que enfrentaba Estados Unidos a finales de la Segunda Guerra Mundial y que buscará remediar, a saber, que “hay un déficit acumulado de personal formado en la investigación que persistirá durante muchos años”. Una de las causas de ello, afirma Bush, se debe a que “ni nuestros aliados ni, hasta donde sabemos, nuestros enemigos

hicieron nada tan radical como suspender casi completamente sus actividades educativas en ocupaciones científicas durante el período bélico” (Bush, 1999, pág. 118).

Bush sostiene que una forma inmediata para subsanar parte de la escasez de personal consiste en recobrar el talento de la generación bajo bandera, es decir, recuperar tanto a los científicos formados como a los potenciales que todavía se encuentran en uniforme sirviendo en las fuerzas armadas, mientras que a largo plazo propone que la solución consiste en mejorar la calidad de los recursos humanos básicos, garantizando su conservación y desarrollo efectivo a través de un plan de formación científica que se preocupe no solo de alcanzar la cantidad de investigadores y técnicos requerida, sino que también de asegurar su idoneidad y aptitud (Bush, 1999, pág. 121).

Para tal cometido, Bush reafirma que es imperativo mejorar la enseñanza de la ciencia, por lo que recomienda que se tomen medidas a fin de disponer de un número razonable de becas tanto para estudiantes y graduados como para la capacitación avanzada y la realización de investigaciones fundamentales, aseverando que tendremos la seguridad de mejorar constantemente la calidad en todos los niveles de la actividad científica si se hace que la aptitud, y no las circunstancias de la fortuna familiar, determine quién recibirá una educación superior en ciencia (Bush, 1999, pág. 100).

De este modo, colijo que la política y el ideario de Bush en cuanto a formación científica buscan favorecer el establecimiento y sostenimiento en el

tiempo de una masa crítica de científicos bien preparados que realice investigación de calidad que finalmente redunde en bienestar nacional y desarrollo social.

Conclusión

En este capítulo se examinó parte de la política científica contenida en *Ciencia, la frontera sin fin* en relación con tres aspectos. El primero se refirió a la preocupación por la generación de empleos que podría generar la política científica propuesta por Bush, teniendo presente el impacto provocado por la Gran Crisis iniciada en 1929, especialmente en las tasas de cesantía.

En el segundo aspecto se discutió la importancia de la nueva institucionalidad científica que ayuda a perfilar Bush y se discutieron algunas ideas de Max Weber respecto a la relación entre política y ciencia.

En el último aspecto se comentaron las motivaciones de Bush para establecer un programa destinado a la formación de personal científico en términos cuantitativos y cualitativos.

CAP. 4: LA MITOLOGÍA DE CIENCIA, LA FRONTERA SIN FIN SEGÚN

SAREWITZ

Introducción

Daniel Sarewitz expresa que "la base de la política de ciencia y tecnología se puede considerar como un contrato social en virtud del cual el gobierno proporciona apoyo a las actividades de I+D² a cambio de un producto —conocimiento e innovación— que contribuye al bien común" (Sarewitz, 1996, págs. 7-8).

Añade que las "consecuencias sociales del progreso científico y tecnológico no son inherentes a las leyes naturales que los investigadores buscan descubrir y explotar", ya que estas "no ordenan el bien público (o su contrario), el cual solo puede crearse cuando el conocimiento y la innovación del laboratorio interactúan con las instituciones culturales, económicas y políticas de la sociedad". Debido a ello, concluye que "la política moderna de ciencia y tecnología se basa en un acto de fe", el cual consiste en creer que "la transición del mundo controlado, idealizado e independiente del contexto del laboratorio al mundo intrincado y saturado de contexto de la sociedad creará un beneficio social". Ese acto de fe, prosigue Sarewitz, es racionalizado por la retórica política

² En español, las abreviaturas I+D o I&D hacen referencia a los términos investigación y desarrollo, mientras que en inglés sucede lo mismo con las siglas R+D o R&D, las cuales remiten a las palabras *research and development*.

mediante una serie de argumentos poderosos que “han demostrado ser lo suficientemente resistentes y convincentes para garantizar la aceptabilidad política del sistema de I+D financiado con fondos públicos” (Sarewitz, 1996, pág. 10).

1. El concepto de mito según Sarewitz

El autor de *Frontiers of Illusion* caracteriza tales argumentos como *mitos*, ya que, según él, “son ampliamente suscritos y comúnmente repetidos, aunque no se derivan de fundamentos empíricos o teóricos bien desarrollados. Son, en el fondo, expresiones de ideología y herramientas de incidencia política, aceptadas y expresadas como verdad”, las cuales “son el punto de partida del debate político y, por lo tanto, no están sujetos a escrutinio o análisis” y, además, “guían el comportamiento de los científicos y los responsables políticos por igual” (Sarewitz, 1996, pág. 10).

Hablar de “actos de fe” y “mitos” puede considerarse un oprobio a la racionalidad de la empresa científica y al progreso pretendido, que, por lo demás, no es una actitud nueva ni aislada. Hay diversos críticos que cuestionan los objetivos, estatus, límites, fines y metodología de la ciencia. Sin embargo, el escritor advierte que él no es un anticientificista, pues reconoce que el método científico es una técnica válida para abordar lo que él denomina una comprensión objetiva de la física y del mundo natural. Además, declara que más que

preocuparse de qué es la ciencia, prefiere dedicarse a todo lo que tiene que ver con lo que la ciencia hace y puede hacer una vez que sale del laboratorio (Sarewitz, 1996, pág. ix).

Cabe señalar que el concepto de mito empleado por Sarewitz podría entenderse —recurriendo a una de las acepciones del paradigma kuhniano— como “una sólida red de compromisos conceptuales, teóricos, instrumentales y metodológicos” (Boido & Lombardi, 2010), que permiten a una comunidad de científicos y políticos afrontar y resolver problemas que afectan a la sociedad.

Ahora bien, el antiguo director del Instituto de Educación Ambiental de la Sociedad Geológica estadounidense indica que estos mitos son el punto de partida del debate político y que su amplia aceptación se puede atribuir a tres factores. Primero, los mitos son manejados por una comunidad de investigadores que posee legitimidad política y prestigio social, gracias al progreso alcanzado por la ciencia y la tecnología. Segundo, dicho progreso es visto, en parte, como causa del aumento de los niveles de vida en la sociedad industrial. Tercero, los intereses políticos de la comunidad de investigación y desarrollo pueden superponerse con los intereses políticos de otros grupos (sector manufacturero, defensa, funcionarios electos, etc.) que están dispuestos a apoyar los mitos (Sarewitz, 1996, pág. 11).

A su vez, sostiene que, más allá de la pregunta de si los mitos son verdaderos o falsos, importa cuestionarse a qué fines sirven y cómo afectan al

proceso político y a la sociedad en general, pues ellos siguen siendo poderosos en el campo de la imagen pública de la ciencia y de su financiamiento, mostrando una influencia palpable en las decisiones políticas y, por lo tanto, en el bienestar humano (Sarewitz, 1996, pág. 11).

Sarewitz afirma que durante el período de posguerra son cinco los mitos más relevantes que dirigieron las políticas estadounidenses en ciencia y tecnología, estando todos ellos contenidos en el *Informe Bush*. Estos mitos son los siguientes:

“El mito del beneficio infinito: más ciencia y más tecnología generarán mayor bienestar público

El mito de la libre investigación: es posible cualquier línea de investigación, científicamente razonable para producir beneficios sociales;

El mito de la responsabilidad o rendición de cuentas: el sistema de revisión por pares, la reproducibilidad de los resultados y otros controles expresan las principales responsabilidades éticas del sistema de investigación;

El mito de la autoridad: la información científica ofrece una base objetiva para la resolución de disputas políticas;

El mito de las fronteras sin límites: el nuevo conocimiento generado en la frontera de la ciencia es independiente de las consecuencias morales y prácticas producidas en la sociedad” (Jiménez & Rojo, 2008, pág. 136).

A continuación, se discuten los mitos de la investigación sin trabas y del beneficio infinito, en cuanto se puede encontrar su literalidad de forma menos discutible en el *Informe Bush*, a diferencia de los restantes.

2. El Mito de la Investigación sin trabas

Según Sarewitz, este mito suele entenderse de manera incompleta, pues se da a conocer solo la primera de sus tres cláusulas, es decir, que cualquier línea de investigación básica es tan probable que conduzca a un beneficio social como cualquier otra. Se consigue una mejor idea del mito si se considera la segunda cláusula, pues esta sostiene que nadie puede saber qué área particular de investigación conducirá a las futuras revoluciones científicas y tecnológicas. Por último, de esta imposibilidad se deriva la tercera cláusula, a saber, que el enfoque más eficiente de la investigación básica es maximizar la producción de nuevos conocimientos, sin preocuparse de cuáles sean en específico, para así maximizar la probabilidad de un descubrimiento fortuito y revolucionario (Sarewitz, 1996, pág. 34).

Al respecto, Bush recurre al caso del progreso médico para argumentar que los estudios generales y básicos son necesarios y que sus resultados son impredecibles, pues sostiene, como ejemplo, que los descubrimientos pertinentes para el progreso médico procedieron a menudo de fuentes remotas e inesperadas, y no hay duda de que esto seguirá siendo cierto en el futuro, por lo cual es menester que se desarrolle todo el frente de la medicina y de sus ciencias conexas (bioquímica, fisiología, etc.) (Bush, 1999, págs. 107-108).

Noemí Sanz reconoce que la lógica del mito implicaría, aparentemente, una “política de dejar hacer” a los científicos (Sanz Merino, 2008). Ello puede relacionarse con la férrea defensa que hace Bush de la libertad de investigación,

pues él afirma que mientras los científicos tengan la libertad de perseguir la verdad cualquiera sea el lugar al que conduzca, habrá un flujo de nuevos conocimientos para quienes puedan aplicarlos a problemas prácticos en el gobierno, la industria u otros lugares. Observa, también, que debe procederse con cautela al trasladar los métodos que funcionan en tiempos de guerra a las muy diferentes condiciones de la paz (Bush, 1999, pág. 105).

3. El Mito del Beneficio Infinito

Este mito viene a decir que “si la investigación y el progreso en ciencia y tecnología son necesarios para una mejor calidad de vida, entonces cuanto más gastemos en investigación mejor será nuestra calidad de vida” (Sarewitz, 1996, págs. 18-19).

Se suele afirmar que este mito se corresponde con el modelo lineal de innovación que está a la base del informe *Ciencia, la frontera sin fin*. Según este modelo, existe una secuencia ordenada que consiste en que la ciencia básica produce nuevo conocimiento, el cual se transfiere a la ciencia aplicada para que esta desarrolle, entonces, los productos y tecnologías de los que se beneficiará la sociedad (Molas Gallart, 2014).

Al respecto, Godin arguye que la fuente precisa del modelo lineal sigue siendo nebulosa y que es frecuente que quienes se refieren al modelo o bien lo dan por sentado o bien estiman que proviene directamente del informe escrito

por Bush en 1945 (Godin, 2005, págs. 4-5). Sospecho que Sarewitz se encuentra en uno de estos casos, lo cual indica que posiblemente no problematiza el origen del modelo y que podría cometer algunos anacronismos al equiparar sin mayores precisiones el mito del beneficio infinito con el modelo lineal de innovación.

Debido a ello, considero necesario mencionar tres interesantes aspectos que Godin enseña sobre el modelo lineal de innovación (Godin, 2005, págs. 3-5). En primer lugar, que este es uno de los primeros marcos teóricos desarrollados en la historia para comprender cómo la ciencia y la tecnología se relacionan con la economía. En segundo lugar, que el modelo postula que la innovación comienza con la investigación básica, seguida de la investigación y el desarrollo aplicados, y termina con la producción y la difusión. En tercer lugar, que el modelo se desarrolló en tres etapas.

Respecto al último punto, Godin postula que la primera etapa, la cual acontece desde principios del siglo XX hasta alrededor de 1945, se ocupa de los dos primeros términos, investigación básica e investigación aplicada. La segunda ocurre desde 1934 hasta alrededor de 1960, añadió el concepto de desarrollo y creó el famoso modelo estándar de innovación de tres fases secuenciales, a saber, investigación básica, investigación aplicada y desarrollo. La última etapa, a partir de la década de 1950, extendió el modelo a actividades ajenas a la I+D como la producción y la difusión.

Según Godin, la primera etapa se caracterizó por el ideal de la ciencia pura, y por el desarrollo de vínculos causales entre la investigación básica y la investigación aplicada, siendo esta retórica en la que participó Bush, rescatando algunos argumentos esgrimidos por sus predecesores, entre ellos los industriales y el Consejo Nacional de Investigación de Estados Unidos (Godin, 2005, pág. 5).

Al respecto, mencionaré tres ideas que Bush defiende en su informe (Bush, 1999, págs. 112-113). La primera viene a decir que es esencial entender la importancia de la investigación básica para el desarrollo científico. Para ello, explica que la investigación básica se lleva a cabo sin considerar los fines prácticos y que su resultado es un conocimiento general y una comprensión de la naturaleza y sus leyes, todo lo cual brinda los medios para responder una gran cantidad de importantes problemas prácticos, aunque tal vez no dé una respuesta específica a ninguno de ellos.

La segunda establece que es perentorio destacar que la investigación básica suministra capital científico y crea el caudal del que hay que extraer las aplicaciones prácticas del conocimiento, pues los nuevos productos y procesos no surgen plenamente desarrollados, sino que se fundan en nuevos principios y concepciones minuciosamente elaborados por la investigación en los reinos más puros de la ciencia.

La tercera idea indica que los centros de investigación básica (facultades, universidades e institutos) deben proporcionar tanto el nuevo conocimiento

científico como los trabajadores capacitados en la investigación y que, además, estas instituciones tienen a su cargo la responsabilidad de conservar el conocimiento acumulado en el pasado, impartirlo a los estudiantes y aportar todo tipo de nuevos conocimientos. De este modo, para satisfacer las crecientes demandas de nuevos conocimientos científicos de la industria y el gobierno, habrá que fortalecer estos centros mediante el uso de fondos públicos.

Antes de proseguir, me referiré a una crítica de Renato Dagnino sobre la visión de Bush que considero parcialmente desacertada, razón por la cual me detendré a exponer el comentario en cuestión y su inadecuación.

Dagnino al analizar *Ciencia, la frontera sin fin* identifica cinco ideas principales del texto y se dedica a mostrar que son obsoletas. En lo que sigue me centraré en lo que dice sobre la segunda de ellas (Salomon, Hart, & al., 1999, pág. 149). Primero, afirma que “la segunda idea sistematizada por Bush surge de la propia perspectiva del investigador, acerca del proceso de innovación a partir de su experiencia en el laboratorio”, lo cual es acertado y reconoce la trayectoria de Bush como investigador. Baste mencionar, también, su labor como ingeniero y sus trabajos pioneros en detectores magnéticos (para la localización principalmente de submarinos alemanes durante la Primera Guerra Mundial), comunicaciones electrónicas y computación.

Segundo, Dagnino afirma que Bush “veía cómo a la investigación básica se sucedía la investigación aplicada y, de ésta, el desarrollo tecnológico que

permitía el lanzamiento de un nuevo producto que generaba beneficios para la sociedad”. Hasta aquí todo bien, pues recoge convenientemente la visión de Bush respecto a la importancia de la ciencia básica para el desarrollo del resto de las actividades científicas.

Tercero, Dagnino sostiene que “de manera reduccionista, Bush asimiló ese acontecimiento autocontenido y controlado, que ocurría en el nivel micro del interior del laboratorio, a otro exterior que se daba en el nivel macro de los procesos sociales (sujetos a determinantes mucho más complejos o poco controlables)”. Aquí estimo que el comentarista yerra al atribuir una postura reduccionista a Bush que a lo más podría ser catalogada de talante didáctica o sinóptica con el propósito de facilitar el desarrollo de la exposición que realiza al presidente Roosevelt.

Por ello argumentaré que acusar a Bush de una visión reduccionista de la investigación científica no es completamente adecuado con la realidad, para lo cual recurriré a elementos teóricos y vivenciales de Bush.

Teóricamente, sin ir más allá del informe, el ingeniero estadounidense señala que el progreso científico es esencial, pues, cuando se les da un uso práctico, los adelantos de la ciencia pueden mejorar nuestra salud, prosperidad y seguridad como nación en el mundo moderno. Para ello, el flujo del conocimiento científico debe ser a la vez continuo y sustancial, teniendo en cuenta que por sí misma, la ciencia no representa una panacea para los males

individuales, sociales y económicos, pero que sin ella no hay logro en otras direcciones, cualquiera sea su magnitud, que pueda garantizar nuestra salud, prosperidad y seguridad como nación en el mundo moderno (Bush, 1999, pág. 103).

Lo anterior revela que se equivocan quienes atribuyen a Bush una posición simplista según la cual la ciencia resolverá los problemas individuales y sociales. Ello sucede porque ellos cometen el error de considerar a la ciencia una pócima mágica, olvidando que para que surta efecto se requiere que el apoyo y los recursos destinados a la investigación y práctica científica sean sostenidos en el tiempo, garantizados y de una cuantía importante para conseguir, por ejemplo, la formación de estudiantes (desde el nivel escolar al universitario), la construcción de infraestructuras (centros de experimentación, laboratorios, fábricas asociadas, etc.) y adquisición de instrumentos y equipos, entre otros tantos elementos.

De esta forma, se equivoca quien diga que Bush asimila de manera reduccionista el contexto del laboratorio con el del mundo exterior a este; y, además, no comprende que Bush afirma que la ciencia es condición necesaria, pero no suficiente para el progreso social y económico.

Vistos los elementos teóricos, ahora enunciaré los aspectos vivenciales que respaldan mi posición. Bush se desempeñó como director del NDRC y de la OSRD, actividad en la cual procuró planificar los pasos para obtener los mejores resultados de combate de los productos diseñados y creados por ambas

agencias, junto con dirigir el apoyo al funcionamiento eficaz de los grupos principales responsables de los resultados en los campos de la investigación militar.

La dimensión que alcanzó la gestión de Bush nos la recuerda el editor de la revista *The Atlantic Monthly* cuando fue publicado en julio de 1945 el artículo *As We May Think* del ingeniero norteamericano: “Como Director de la Oficina para la Investigación y el Desarrollo Científico del gobierno de los Estados Unidos, el doctor Vannevar Bush coordinó a unos seis mil de los más connotados científicos estadounidenses de la época en diversos proyectos destinados a aplicar la ciencia al esfuerzo bélico” (Bush, 2011, pág. 14).

Un ejemplo de la preocupación por parte de Bush de que los conocimientos y resultados obtenidos en el laboratorio debían aplicarse eficientemente en el campo de batalla lo constituye la Oficina de Servicio de Campo. Esta fue establecida por Bush con el propósito de dirigir, supervisar y coordinar la prestación por parte de la OSRD a las Fuerzas Armadas de los Estados Unidos y sus Aliados de ciertos servicios de campo. Entre los principales servicios se encontraban la investigación operativa, la ingeniería de campo, la organización y operación de laboratorios establecidos en campos de operaciones militares, el trabajo de comités para el estudio especial de problemas de campo, junto con el empleo y entrenamiento del personal necesario para tales actividades (Stewart, 1948, pág. 129).

De este modo, acusar de una visión reduccionista al organizador de la investigación científica estadounidense para la guerra (valga decir, durante el mayor conflicto bélico de la historia) es olvidar las características de visión panorámica, previsión de escenarios y logística que Bush tuvo, sin olvidar que trasladó los conocimientos obtenidos en el laboratorio hacia el mundo exterior, lo cual requiere mucho más que una mera asimilación simplista.

Conclusión

En este capítulo se comentó la mitología que Sarewitz atribuye al *Informe Bush*. Para ello, en primer lugar, se presentó el concepto de mito según lo entiende el autor de *Frontiers of Illusion*.

En segundo lugar, se discutió el mito de la investigación sin trabas abordando las implicancias que guarda su definición y la correspondencia con la obra de Bush.

En tercer lugar, se analizó el mito del beneficio infinito, lo que llevó a polemizar con algunos comentaristas de *Ciencia, la frontera sin fin*.

CONCLUSIÓN

En esta tesis se investigó el contexto, el contrato social, la política científica y la mitología de *Ciencia, la frontera sin fin* para su consideración bioética a través de cuatro capítulos.

En el capítulo 1 se exploró el contexto del *Informe Bush* según un sentido científico, histórico y organizacional. Para ello se abordó, primero, el descubrimiento de la fisión nuclear y de su posible aplicación bélica; luego, el inicio y desarrollo de la Segunda Guerra Mundial; y, finalmente, la figura de Bush y su importancia para la organización de la investigación científica en tiempos de guerra.

En el capítulo 2 se manifestó el contrato social para la ciencia pretendido por el presidente Roosevelt y el director de la Oficina de Investigación y Desarrollo Científico, encontrándose que se cumplen las dos condiciones básicas para el establecimiento del acuerdo, a saber, el reconocimiento por parte del gobierno del beneficio social que representa la ciencia y el reconocimiento por parte de los científicos de la necesidad de financiamiento estatal. También se repasaron los puntos más importantes de la propuesta realizada por el ingeniero norteamericano para una Fundación Nacional de Investigación.

En el capítulo 3 se examinó parte de la política científica contenida en el *Informe Bush* y se encontró, primero, que la preocupación por la generación de

empleos ha tenido en cuenta el impacto social provocado por la Gran Crisis iniciada en 1929; segundo, que la importancia de la nueva institucionalidad científica que propone Bush es interesante abordarla a través de algunas disquisiciones pertenecientes a Max Weber; tercero, que las motivaciones de Bush para establecer un programa destinado a la formación de personal científico considera elementos tales como la financiación, la adecuada repartición del talento humano y la idea de la masa crítica de investigadores.

En el capítulo 4 se comentó la mitología atribuida a *Ciencia, la frontera sin fin*. Para ello, en primer lugar, se presentó el concepto de *mito* según Sarewitz. Luego, se discutieron las implicancias del mito de la investigación sin trabas. Finalmente, se polemizó respecto a las interpretaciones del mito del beneficio infinito.

Todo lo anterior permite concluir que la investigación de los temas propuestos remedia parte del problema detectado, a saber, la desatención que ha tenido la bioética por la política científica que surge durante el período de la Segunda Guerra Mundial

Finalmente, como proyección de la investigación, se plantea que los conceptos tratados del *Informe Bush* han de servir de utillaje conceptual a la bioética para cuando esta se dedique a estudiar asuntos relacionados, por ejemplo, con políticas públicas y regulatorias tanto actuales como futuras, especialmente si se considera, por ejemplo, que la bioética debe participar en el

debate abierto sobre qué características y finalidades han de tener las políticas científicas y regulatorias que se diseñen respecto a temas de frontera tan importantes como la edición genética y la inteligencia artificial.

TRABAJOS CITADOS

- Alexander Sachs*. (s.f.). Obtenido de hmong.es: https://hmong.es/wiki/Alexander_Sachs
- Alexander, K. (November de 2022). *Hooverilles of the Great Depression*. Obtenido de Legends of America: <https://www.legendsofamerica.com/20th-hooverilles/>
- American Chemical Society. (s.f.). *Descubrimiento y desarrollo de la penicilina*. Obtenido de Programa de Lugares Emblemáticos Internacionales de la Historia de la Química de la ACS: <https://www.acs.org/education/whatischemistry/landmarks/historia-quimica/descubrimiento-desarrollo-penicilina.html>
- Anne Frank House. (s.f.). *La línea de tiempo completa*. Obtenido de annefrank.org: <https://www.annefrank.org/es/ana-frank/la-linea-del-tiempo/la-linea-de-tiempo-completa/>
- Aron, R. (1979). Introducción. En M. Weber, *El político y el científico* (Quinta ed., págs. 7-77). Madrid: Alianza Editorial.
- Atomic Heritage Foundation. (4 de June de 2014). *Big Science – 1942*. Obtenido de The National Museum of Nuclear Science & History: <https://ahf.nuclearmuseum.org/ahf/history/big-science-1942/>
- Atomic Heritage Foundation. (27 de April de 2017). *The S-1 Committee*. Obtenido de The National Museum of Nuclear Science & History: <https://ahf.nuclearmuseum.org/ahf/history/s-1-committee/>
- Baraño, L. (junio de 2010). Universidad y empresa en el proceso de innovación. *Exactamente*(45), 32. Obtenido de <https://revistaexactamente.exactas.uba.ar/category/coleccion/45/>
- Barnes, B. (27 de December de 1990). *Obituaries*. Obtenido de The Washington Post: <https://www.washingtonpost.com/archive/local/1990/12/27/obituaries/d8e0e8ff-5ced-49a6-83fb-149dd18b8685/>
- Boido, G., & Lombardi, O. (junio de 2010). El racionalismo científico (tercera parte). *Exactamente*(45), 47. Obtenido de <https://revistaexactamente.exactas.uba.ar/category/coleccion/45/>
- Britannica, The Editors of Encyclopaedia. (6 de June de 2023). *Phony War*. Obtenido de Encyclopedia Britannica: <https://www.britannica.com/event/Phony-War>
- Brunori, R. (17 de agosto de 2020). *El 'New Deal', saliendo de la Gran Depresión*. Obtenido de Muy Interesante: <https://www.muyinteresante.es/historia/32083.html#:~:text=A%20finales%20de%201932%2C%20tres,%E2%80%93%2C%20el%20pa%C3%ADs%20pasaba%20hambre.>
- Bush, V. (1999). Ciencia, la frontera sin fin. Un informe al presidente, julio de 1945. *Redes*, 7(14), 91-137. Obtenido de <https://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/715>

- Bush, V. (2011). Como podemos pensar. *Revista Latinoamericana de Psicopatología Fundamental*, 14(1), 14-32. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=233018495002>
- Callahan, D. (2004). Bioethics. En S. G. Post (Ed.), *Encyclopedia of Bioethics* (Tercera ed., Vol. 1, págs. 278-286). New York: Macmillan Reference USA.
- Carpintero Santamaría, N. (1992). *Análisis histórico y filológico de los inicios de la fisión nuclear*. Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid, Madrid. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/19707936.pdf>
- Comité MAUD. (s.f.). Obtenido de hmong.es: https://hmong.es/wiki/MAUD_Committee
- Córdova, F. A. (2020). Celebrating NSF's Birthday. En V. Bush, *Science, EndlessFrontier* (75th anniversary ed., págs. iii-x). National Science Foundation.
- Cortina, A. (2016). Bioética para el siglo XXI: construyendo esperanza. *Revista Iberoamericana de Bioética*(1), 1-12. Obtenido de <https://revistas.comillas.edu/index.php/bioetica-revista-iberoamericana/article/view/6764>
- De Lucas, J. (13 de enero de 2022). *Variaciones sobre un tópico weberiano. Acerca del lugar de la ciencia en la decisión política*. Obtenido de Diario del Derecho: https://www.iustel.com/diario_del_derecho/noticia.asp?ref_iustel=1218673
- Déjà, M. (14 de noviembre de 2022). *Crisis económica de 1929: El gran crack*. Obtenido de esBolsa.com: <https://esbolsa.com/blog/videos/crisis-economica-de-1929-gran-crack/>
- Dennis, M. A. (24 de June de 2023). *Vannevar Bush*. Obtenido de Encyclopedia Britannica: <https://www.britannica.com/biography/Vannevar-Bush>
- Díaz, I. (enero de 2013). Producción de Conocimiento Científico y Tecnológico: una Aproximación Conceptual. *Informes Técnicos Ciemat*(1272). Obtenido de <http://documenta.ciemat.es/handle/123456789/70>
- Echeverría, J., & González, M. I. (julio-agosto de 2009). La teoría del actor-red y la tesis de la tecnociencia. *Arbor*, CLXXXV(738), 705-720.
- Editorial Etecé. (16 de julio de 2021). *Contrato social*. Obtenido de Concepto.de: <https://concepto.de/contrato-social/#ixzz7x9R5jMR5>
- Editorial Grudemi. (2019). *La Gran Depresión*. Obtenido de Enciclopedia de Historia: <https://enciclopediadehistoria.com/la-gran-depresion/>
- Einstein, A. (1939). *Letter, Albert Einstein to FDR, August 2, 1939*. Obtenido de Franklin D. Roosevelt Presidential Library & Museum: <https://www.fdrlibrary.org/documents/356632/390886/document007.pdf/3483329d-7b68-442d-953d-eb91e0c5c9b1>
- Elert, G. (20 de February de 1997). *Albert Einstein's letters to President Franklin Delano Roosevelt*. Obtenido de E-World: <https://hypertextbook.com/eworld/einstein/#mirror>

- Fioravanti, C. (abril de 2020). A fronteira sem fim. *Pesquisa FAPESP*(290), 90-93. Obtenido de <https://revistapesquisa.fapesp.br/folheie-a-edicao-de-abril-de-2020/>
- Fundéu RAE. (16 de octubre de 2008). *crash, crack o crac*. Obtenido de Fundéu RAE: <https://www.fundeu.es/consulta/crash-crack-o-crac-1022/>
- Godin, B. (2005). *The Linear Model of Innovation: The Historical Construction of an Analytical Framework*. Project on the History and Sociology of S&T Statistics. Working Paper No. 30, Montreal. Obtenido de http://www.csiic.ca/PDF/Godin_30.pdf
- Gómez, A. (2014). Frontera e integridad en el "contrato social para la ciencia española", 1907-1939. *Dynamis*, 34(2), 465-487. Obtenido de https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0211-95362014000200010
- Gómez, L. (24 de octubre de 2014). *Jueves Negro, el día que se derrumbó Wall Street y comenzó la Gran Depresión*. Obtenido de El Mundo: <https://www.elmundo.es/la-aventura-de-la-historia/2014/10/24/544a1b0dca474142598b4579.html>
- Jiménez Serradilla, M. (s.f.). *Recensión. Weber, Max (2007) El político y el científico. Madrid: Alianza editorial*. Obtenido de [epedagogia.com: http://www.epedagogia.com/recensiones_lecturas/el_politico_y_el_cientifico.pdf](http://www.epedagogia.com/recensiones_lecturas/el_politico_y_el_cientifico.pdf)
- Jiménez, R., & Rojo, O. (2008). Ciencia, tecnología y bioética: una relación de implicaciones mutuas. *Acta Bioethica*, 14(2), 135-141. Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-569X2008000200002
- Kaplan, M. (2002). Política científica: necesidad, caracteres y alcances. En J. Peña Mena, *Investigación y desarrollo en la reforma fiscal* (págs. 73-94). México: Instituto de Investigaciones Jurídicas, UNAM. Obtenido de <https://biblio.juridicas.unam.mx/bjv/detalle-libro/337-investigacion-y-desarrollo-en-la-reforma-fiscal>
- La Factoría Histórica. (24 de mayo de 2017). *Leó Szilárd*. Obtenido de La Factoría Histórica: <https://factoriahistorica.wordpress.com/2017/05/24/leo-Szilard/>
- Latour, B. (2001). *La esperanza de Pandora. Ensayos sobre la realidad de los estudios de la ciencia* (Primera ed.). (T. Fernández, Trad.) Barcelona: Editorial Gedisa S.A.
- Leal Contreras, F. (2004). Recensión a Echeverría, J. (2003) "La revolución tecnocientífica", FCE, Madrid. *Argumentos de razón técnica*(7), 211-214.
- Leal, J. (s.f.). *La masa crítica y la teoría de las catástrofes*. Obtenido de whatamagazine: <https://whatamagazine.com/the-critical-mass-and-the-catastrophe-theory/>
- Lima, L. (24 de agosto de 2019). *Pacto Ribbentrop-Molotov, el tratado entre nazis y soviéticos que "condenó a media Europa a décadas de miseria"*. Obtenido de BBC News Mundo: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-49452818>

- López, J. (2019). Reseña del libro "El político y el científico". *Invurnus*, 14(1), 43-44. Obtenido de <https://invurnus.unison.mx/index.php/INVURNUS/article/view/22>
- Lozano, M. (noviembre-diciembre de 2008). El nuevo contrato social sobre la ciencia: retos para la comunicación de la ciencia en América Latina. *Razón y Palabra*(65). Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=199520724009>
- Méndez Escobedo, E. (30 de agosto de 2019). *Cronología de la Segunda Guerra Mundial 1939-1945*. Obtenido de Diario de Yucatán: <https://www.yucatan.com.mx/internacional/2019/8/30/cronologia-de-la-segunda-guerra-mundial-1939-1945-135107.html>
- Meyer, M. (21 de July de 2018). *The Rise and Fall of Vannevar Bush*. Obtenido de Distillations Magazine: <https://sciencehistory.org/stories/magazine/the-rise-and-fall-of-vannevar-bush/>
- Mitcham, C. (1989). *¿Qué es la filosofía de la tecnología?* (C. Cuello, & R. Méndez, Trads.) Barcelona: Editorial Anthropos.
- Molas Gallart, J. (2014). El nuevo contrato social de la ciencia. *Revista de la SEBBM*(180), 7-9. Obtenido de <https://revista.sebbm.es/articulo.php?id=130&url=el-nuevo-contrato-social-de-la-ciencia>
- Moncayo, J. (29 de noviembre de 2019). *1929: el mayor apocalipsis financiero*. Obtenido de La Vanguardia: <https://www.lavanguardia.com/historiayvida/historia-contemporanea/20191024/471148958651/gran-depresion-1929-eeuu.html>
- Nuclear Physics Experience. (s.f.). *Einstein escribe una carta*. Obtenido de Nupex.eu: <http://nupex.eu/index.php?g=textcontent/nuclearhistory/makingtheatomicbomb&lang=es>
- Núñez, R. (23 de noviembre de 2018). *1938: se descubre la fisión nuclear*. Obtenido de Muy Interesante: <https://www.muyinteresante.es/curiosidades/27408.html>
- Oliver, P. (January de 2013). *Abstract. Critical Mass Theory*. Obtenido de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/319582360_Critical_Mass_Theory
- Portes, A. (2021). A cien años de Weber: la ciencia como vocación y el resurgimiento del nacional-populismo. *Revista Mexicana de Sociología*, 83(3), 745-765. Obtenido de <http://mexicanadesociologia.unam.mx/index.php/v83n3/484-v83n3a8>
- Post, S. G. (2004). Introduction. En S. G. Post (Ed.), *Encyclopedia of Bioethics* (Tercera ed., Vol. 1, págs. xi-xv). New York: Macmillan Reference USA.
- Quintanilla, M. (11 de abril de 2017). *La ciencia, frontera sin fin*. Obtenido de Migel Ángel Quintanilla Fisac. Comentarios de filosofía, ciencia, tecnología, sociedad y política: <https://maquinta.wordpress.com/2017/04/11/la-ciencia-frontera-sin-fin/>
- Rincón Educativo. (s.f.). *12 de septiembre de 1933 – Leó Szilárd concibe la idea de la reacción nuclear en cadena*. Obtenido de rinconeducativo.org:

- <https://rinconeducativo.org/es/efemerides/12-de-septiembre-de-1933-leo-Szilard-concibe-la-idea-de-la-reaccion-nuclear-en/>
- Rincón Educativo. (s.f.). *22 de febrero de 1902 - Nace Fritz Strassmann, codescubridor de la fisión del uranio*. Obtenido de rinconeducativo.org: <https://rinconeducativo.org/es/efemerides/22-de-febrero-de-1902-nace-fritz-strassmann/>
- Roosevelt, F. D. (28 de June de 1941). *Executive Order 8807—Establishing the Office of Scientific Research and Development*. Obtenido de The American Presidency Project: <https://www.presidency.ucsb.edu/documents/executive-order-8807-establishing-the-office-scientific-research-and-development>
- RTVE. (29 de octubre de 2019). *Noventa años del 'Crack del 29': historia de una lección no aprendida*. Obtenido de Radio y Televisión Española: <https://www.rtve.es/noticias/20191029/noventa-anos-del-crack-del-29/1986287.shtml>
- Sala, À. (29 de octubre de 2020). *El crack de 1929 en imágenes. Una crisis histórica*. Obtenido de Historia National Geographic: https://historia.nationalgeographic.com.es/a/crack-1929-imagenes_14851
- Salomon, J.-J., Hart, D., & al. (1999). Comentarios a "Ciencia, la frontera sin fin". *Redes*, 7(14), 138-156. Obtenido de <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/716>
- Sandgathe, T. (s.f.). *Atomic Energy & Nuclear History Learning Curriculum*. Obtenido de Special Collections & Archives Research Center, Oregon State University Libraries: <http://scarc.library.oregonstate.edu/omeka/exhibits/show/atomic/manhattan/imagining/>
- Sanz Menéndez, L., Muñoz Ruiz, E., & García García, C. (mayo-agosto de 1993). Los problemas de coordinación en la política científica y tecnológica: liderazgo e institucionalización. *Revista del Centro de Estudios Constitucionales*(15), 161-181. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1051317>
- Sanz Merino, N. (2008). La apropiación política de la ciencia: origen y evolución de una nueva tecnocracia. *Revista CTS*, 4(10), 85-123. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2507551>
- Sarewitz, D. (1996). *Frontiers of Illusion. Science, Technology, and the Politics of Progress*. Philadelphia: Temple University Press.
- Schofield, H. (13 de junio de 2015). *Los soldados olvidados que enfrentaron el imparable avance nazi en Francia durante la Segunda Guerra Mundial*. Obtenido de BBC News Mundo: https://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/06/150611_finde_franzia_soldados_olvidados_segunda_guerra_mundial_aw
- Serrano, M. (marzo de 2010). La crisis económica de 1929: Roosevelt y el New Deal. *Revista de la Facultad de Ciencias Sociales y Jurídicas de Elche*, 1(6), 112-130.

- Sime, R. L. (March de 2012). The Politics of Forgetting: Otto Hahn and the German Nuclear-Fission Project in World War II. *Physics in Perspective*, 14(1), 59-94. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/257316093_The_Politics_of_Forgetting_Otto_Hahn_and_the_German_Nuclear-Fission_Project_in_World_War_II
- Stewart, I. (1948). *Organizing Scientific Research for War*. Boston: Little, Brown and Company.
- The atomic archive. (s.f.). *The Manhattan Project: Making the Atomic Bomb*. Obtenido de atomicarchive.com: <https://www.atomicarchive.com/history/manhattan-project/p2s1.html>
- The Library of Congress. (s.f.). *The Office of Scientific Research and Development (OSRD) Collection*. Obtenido de Science Reference Services: <https://www.loc.gov/rr/scitech/trs/trsosrd.html>
- The New York Times. (29 de January de 1939). Atom Explosion Frees 200,000,000 Volts; New Physics Phenomenon Credited to Hahn. *The New York Times*, pág. 2. Obtenido de <https://www.nytimes.com/1939/01/29/archives/atom-explosion-frees-200000000-volts-new-physics-phenomenon.html?smid=url-share>
- The New York Times. (31 de January de 1939). Vast energy freed by uranium atom. *The New York Times*, pág. 18. Obtenido de <https://www.nytimes.com/1939/01/31/archives/vast-energy-freed-by-uranium-atom-split-it-produces-2-cannonballs.html>
- The United States Holocaust Memorial Museum. (s.f.). *Pacto realizado en la Conferencia de Munich*. Obtenido de Enciclopedia del Holocausto: <https://encyclopedia.ushmm.org/content/es/film/agreement-reached-at-munich-conference#:~:text=Un%20acuerdo%20firmado%20en%20la,permitido%20concurrir%20a%20la%20conferencia>.
- U.S. Department of Energy. (s.f.). *Einstein's Letter*. Obtenido de The Manhattan Project. An interactive history: https://www.osti.gov/opennet/manhattan-project-history/Events/1939-1942/einstein_letter.htm
- U.S. National Defence Research Committee. (10 de August de 1940). *Nature*, 146(3693), 191. doi:<https://doi.org/10.1038/146191b0>
- Universidad de Pennsylvania. (22 de May de 2002). *Health, Medicine, and American Culture, 1930-1960*. Obtenido de Department of History and Sociology of Science: <http://ccat.sas.upenn.edu/goldenage/state/state.htm>
- Vallejo, S. (septiembre-febrero de 2019). La considerabilidad moral: fundamento ético del reconocimiento de la naturaleza como sujeto de derecho. *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*(26), 11-34.
- Vega Cabello, V. (abril de 2015). ¿Cómo influyó la Segunda Guerra Mundial en el desarrollo de la penicilina? *Vox Populi [internet]*(XXVIII). Obtenido de http://iesrosachacel.net/vox_populi_digital/XXVIII/paginas/22.php

Weber, M. (1979). *El político y el científico*. Madrid: Alianza Editorial.

Y-12 National Security Complex. (s.f.). *Events leading to the Manhattan Project*. Obtenido de Y-12 National Security Complex: <https://www.y12.doe.gov/sites/default/files/assets/document/07-07-19.pdf>