

An abstract graphic at the top of the cover featuring a network of light blue lines and dots on a dark blue background, resembling a circuit board or a digital signal path.

CIENCIA, TECNOLOGÍA É INNOVACIÓN

Nociones básicas y aportes
para la formación en
carreras de ingenierías

Tomo 1

Milena Ramallo
Élida Repetto
(COMPILADORAS)

A second abstract graphic at the bottom of the cover, similar to the one at the top, consisting of light blue lines and dots on a dark blue background, forming a circuit-like pattern.

**CIENCIA, TECNOLOGÍA Y
INNOVACIÓN**

**Nociones básicas y aportes para la
formación en carreras de ingenierías**

Tomo 1

Milena Ramallo
Élida C. Repetto
Gustavo C. Bitocchi
Hugo A. Izaguirre
Federico Vasen

DD 620.007 Ciencia Tecnología e Innovación: nociones básicas y aportes para la formación en Carreras de ingeniería / Milena Ramallo... [Et al.]. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Centro de Estudiantes de Ingeniería Tecnológica - CEIT, 2023.

Libro digital, PDF - (Ciencia Tecnología e Innovación. Nociones básicas y aportes para la formación en carreras de ingeniería / Ramallo Milena; 1)
Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-1978-63-2

1. Ciencias Tecnológicas. 2. Desarrollo Tecnológico. 3. Tecnologías. I.
Ramallo, Milena.

Fecha de catalogación: 23/11/2023

La reproducción parcial o total de este libro, en cualquier forma que sea, por cualquier medio, sea este electrónico, químico, mecánico, óptico, de grabación o fotocopia no autorizada por los editores, viola los derechos reservados. Cualquier utilización debe ser previamente solicitada. Hecho el depósito que marca ley nro. 11.723 (de propiedad intelectual) ©Editorial CEIT – Centro de Estudiante de Ingeniería tecnológica – Medrano 951 – Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

TEL: (011) 4867-7608

Mail: editorialceit@gmail.com

Website: www.ceit.frba.utn.edu.ar/servicios/editorial



Índice

Presentación general del libro, <i>Milena Ramallo</i>	8
---	---

Capítulo 1. Ciencia. Noción, origen, paradigmas y encuadre social, <i>Gustavo Bitocchi</i>	15
Planteo inicial.....	16
1. Introducción.....	17
2. El conocimiento y la ciencia.....	18
2.1. El conocimiento científico.....	20
2.2. Las características de la ciencia moderna	23
2.3. La división o clasificación de la ciencia en formales y fácticas	27
2.4. La auxiliariadad de las ciencias formales	35
2.5. El método científico	36
3. El surgimiento de la ciencia moderna	42
3.1. La división de la Historia	43
3.2. La Revolución Científica	48
3.3. El Geocentrismo y el Heliocentrismo	51
3.4. La nueva ciencia y el diálogo experimental	57
4. La comunidad científica	60
5. La estructura social de la ciencia	65
5.1. La ciencia colectivizada	67
6. Conclusión.....	69
7. Referencias bibliográficas	70

Capítulo 2. Ciencia y Tecnología en interacción. Cambio tecnológico e Innovación, Milena Ramallo, Élide Repetto.....	73
1. Introducción	75
2. Ciencia y Tecnología: tensiones e interacciones.....	75
3. Técnica y Tecnología.....	81
3.1. Aproximación a la noción de Técnica.....	82
3.2. Profundizando el concepto de Tecnología.....	84
3.3. Clasificación de Tecnología.....	88
3.4. El método tecnológico.....	91
4. Cambio tecnológico.....	93
4.1. Investigación y Desarrollo (I+D).....	100
4.2. Invención e Innovación Tecnológica.....	106
4.3. Tipos de innovaciones.....	109
5. La competitividad en el paradigma tecno-económico actual.....	114
6. Consideraciones finales.....	120
7. Referencias bibliográficas	122

Capítulo 3. Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación. Breve panorama mundial y conexiones con el desarrollo industrial en Argentina, Hugo Alejandro Izaguirre, Federico Vassen.....	129
1. Introducción	130
2. Ciencia para la política: conocimiento experto para la toma de decisiones	130
3. Política para la ciencia: el apoyo estatal al desarrollo de capacidades científicas	134
4. Políticas de ciencia y tecnología en Argentina	139
4.1. Antecedentes a la formación del complejo institucional (1880-1930).....	139
4.2. Primeras formas de organización e institucionalización	

vinculadas a la ciencia y la tecnología (1930-1950).....	142
4.3. La conformación del sistema institucional de ciencia y tecnología (1950-1966)	145
4.4. Interrupciones, contramarchas y proyectos inconclusos (1966-1983)	147
4.5. Ciencia y tecnología desde la recuperación democrática (1983-2015)	150
5. Vinculación universidad, empresa e industria	154
6. A modo de cierre	162
7. Referencias bibliográficas	163

CAPÍTULO 3

POLÍTICAS DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

**Breve panorama mundial y conexiones con el
desarrollo industrial en Argentina**

Hugo Alejandro Izaguirre y Federico Vasen

1. Introducción

En este capítulo abordaremos el vínculo entre ciencia y política, a través de la historia y los objetivos de las políticas de ciencia, tecnología e innovación. Nos preguntaremos de qué tratan estas políticas y revisaremos los principales enfoques que han guiado su evolución a lo largo de la historia, tanto a nivel internacional como en nuestro país. En segundo lugar, discutiremos los vínculos del sistema científico con la industria, y las dificultades y los desafíos que esta articulación plantea.

2. Ciencia para la política: conocimiento experto para la toma de decisiones

La ciencia, la tecnología y la política pueden articularse de modos diversos. Conviene para ello comenzar por realizar algunas distinciones. Ciencia y política pueden vincularse en términos generales de dos formas: como *ciencia para la política* o como *política para la ciencia*.

Cuando hablamos de *Ciencia para la política*, nos referimos al uso del conocimiento científico para la toma de decisiones en materia de políticas públicas. También se lo conoce como “asesoramiento científico” o “ciencia regulatoria”. Es un campo interdisciplinario que involucra a las ciencias naturales, la ciencia política y la psicología social, entre otros.

Un ejemplo de asesoramiento científico o ciencia regulatoria lo podemos encontrar en el uso de evidencia obtenida en toxicología para normar acerca de qué límite de exposición máximo fijar para un determinado compuesto químico. Si los resultados científicos muestran que la sustancia es peligrosa, el Estado puede prohibir o limitar su uso. También puede fijar límites distintos si se trata de público en general o personas expuestas a sustancias por motivos laborales, como sucede por ejemplo con la normativa sobre radiaciones no ionizantes (emisiones de FM, antenas de telefonía celular, etc.).

Por otra parte, como se trató en el capítulo 1, el conocimiento científico es falible. Lo que en un momento

se considera como establecido, puede luego considerarse falso o relativizarse. Esto sucedió con el dicloro difenil tricloroetano, más comúnmente conocido como DDT. Las propiedades insecticidas de este compuesto fueron descubiertas en 1939 por el científico suizo Paul Hermann Müller, por lo cual obtuvo el Premio Nobel en Fisiología y Medicina en 1948. Rápidamente se comenzó a utilizar para controlar el tifus y la malaria ya que era efectivo contra los mosquitos vectores de la enfermedad. También se distribuyó entre agricultores para control de plagas. En la década de 1960, sin embargo, a través del libro *Primavera silenciosa* de Rachel Carson, se puso de manifiesto su alta toxicidad para los seres humanos y la fauna silvestre. El libro fue un éxito de ventas y se lo considera un hito en el surgimiento del movimiento ambientalista moderno. A partir de entonces, en la mayoría de las jurisdicciones se prohibió el uso del DDT en la agricultura.

El DDT es hoy, a pesar de su potencial tóxico, uno de los más efectivos agentes químicos contra el mosquito que transmite la malaria. En base a la acumulación de mayor evidencia en cuanto a las dosis potencialmente dañinas,

se ha vuelto a ampliar su uso. En 2006 la OMS volvió a recomendar el DDT como insecticida para uso doméstico. La cuestión, sin embargo, permanece como controversial, con grupos de médicos y científicos a favor y en contra del uso del pesticida. El ejemplo muestra cómo el cambio en la evidencia científica y el aprendizaje que la investigación sostenida generan puede ir modificando las decisiones regulatorias que los gobiernos realizan en base al conocimiento disponible.

Una de las principales nociones que se utilizan en estos casos en los que hay incertidumbre involucrada, es el llamado *principio de precaución*. En la definición adoptada por la Declaración de Río en 1992, el principio sostiene que “*cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente.*” Es decir, que ante la sospecha de un potencial dañino debe actuarse inmediatamente, sin necesidad de esperar a tener una certeza absoluta.

3. Política para la ciencia: el apoyo estatal al desarrollo de capacidades científicas

La otra forma de vincular ciencia y política es lo que puede llamarse *política para la ciencia*. Es lo que habitualmente se conoce como política científica, y es un tipo de política pública que provee recursos y facilidades desde el Estado para el avance de las actividades científicas y tecnológicas en un país o región.

La política científica surge en forma explícita luego de la Segunda Guerra Mundial en Estados Unidos y los países europeos. Esto no significa que con anterioridad no hubiera recursos públicos destinados al desarrollo de actividades científicas. En términos generales, las guerras fueron grandes motores del desarrollo científico y tecnológico, en la cual se impulsaba a las fuerzas armadas a construir herramientas innovadoras para superar al enemigo. Puntualmente, la Segunda Guerra Mundial, con la detonación de las bombas atómicas, constituyó un hito que mostró a la sociedad el gran potencial de la ciencia y la tecnología.

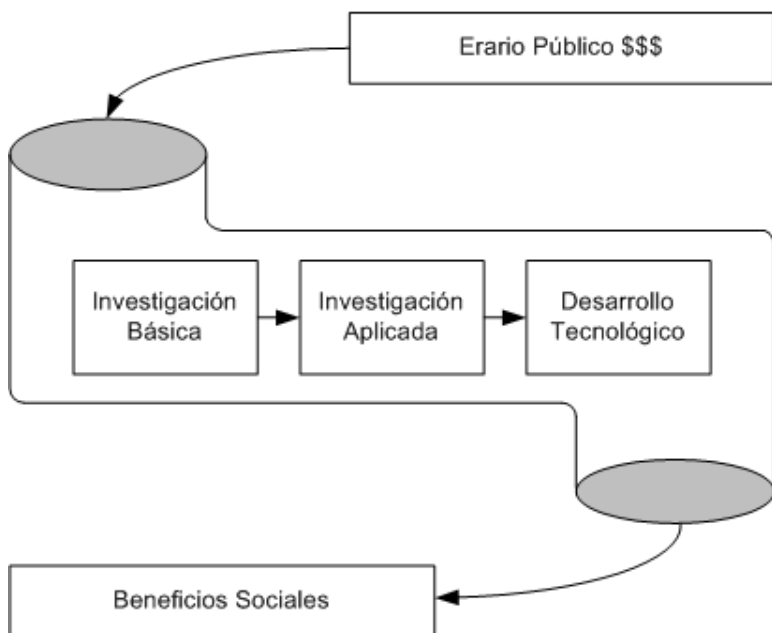
En 1945 se hace público en los Estados Unidos el informe *Ciencia: la frontera sin fin*, redactado por Vannevar Bush, un ingeniero que había sido el encargado de los asuntos científicos del gobierno durante la guerra. El documento propone pautas para que el desarrollo tecnológico logrado durante la guerra se reconvierta a objetivos compatibles con un escenario político pacífico. Ya no se pondrá el foco en desarrollar armamento sino en cuestiones relativas a la salud y el desarrollo industrial.

En este informe están contenidas del primer esquema conceptual desarrollado en la política científica: el “modelo lineal”, que fue introducido ya en el capítulo 2 (ver esquema 1). Éste sostenía que, para lograr los objetivos que la ciencia produzca mejoras en la vida de la población, se debe comenzar por invertir en investigaciones motivadas por la curiosidad, sin un objetivo social o económico explícito. Este tipo de actividad es lo que se conoce como “ciencia básica” o “ciencia fundamental”. El modelo sostiene que la ciencia básica llevará a investigaciones más aplicadas y finalmente al desarrollo de sistemas tecnológicos que permitan brindar soluciones a las problemáticas de salud,

empleo, vivienda, manufactura industrial, etc. Se utiliza la sigla *I+D* para referir a este proceso: las primeras dos etapas (investigación básica e investigación aplicada) conforman la “I” y el desarrollo de prototipos tecnológicos la “D”. (ver esquema 1).

El financiamiento público es crucial en la etapa de la ciencia básica, ya que se considera que es una inversión muy riesgosa para el sector privado. Los industriales podrían aumentar su participación a medida que el desarrollo se acerque a un producto o servicio concreto que pueda comercializarse.

Un último punto importante del modelo se refiere a que deja el control de la asignación de los fondos para investigación a los propios científicos, que son los que mejor podrán juzgar la seriedad de las propuestas y la factibilidad de obtener resultados de importancia.



Esquema 1. Modelo lineal de investigación y desarrollo. Elaboración propia en base a Freeman (1996)

El modelo lineal propuesto por Bush fue adoptado a partir de la década de 1950 en los países occidentales para el financiamiento de la ciencia académica, es decir, la que se realiza principalmente en las universidades. En un ámbito en el que los profesores tienen una amplia libertad para elegir sus temas de trabajo. En otras instituciones, como las ligadas a la investigación en salud o energía nuclear, este modelo no tuvo una influencia tan grande. Allí tuvo mayor influencia lo que se conoció

como gran ciencia (*big science*), que trabajaba desde el comienzo con un fin tecnológico. Es el caso por ejemplo de “la carrera espacial” entre Estados Unidos y la Unión Soviética por ser el primer país en poner un hombre en la luna.

En la década de 1980 y 1990 los aspectos ligados a la política para la tecnología y la innovación comenzaron a ocupar un lugar más central a nivel global. Se impulsaron mayores vínculos entre universidades y empresas para el desarrollo conjunto de tecnologías y se comienza a delinear una nueva forma de comprender la relación entre ciencia, tecnología y sociedad. Los científicos reciben cada vez mayores incentivos para involucrarse directamente en las actividades de aplicación y comercialización del conocimiento.

Desde los años 2000, ha cobrado mayor importancia una perspectiva crítica sobre los modelos basados en la comercialización del conocimiento. Se plantean las limitaciones de las perspectivas que ubican a la empresa como el principal destinatario de los conocimientos científicos. Se busca poner el énfasis en problemas nacionales relevantes para toda la sociedad, en generar

un desarrollo socialmente responsable de las tecnologías emergentes y en impulsar tecnologías que tengan un fuerte valor social, incluso si económicamente no son sustentables. Esta tendencia puede verse ejemplificada en los movimientos de la innovación inclusiva, innovación responsable o la ciencia abierta y colaborativa.

4. Políticas de ciencia y tecnología en Argentina

En la presente sección hacemos una revisión de la historia de las instituciones científicas y tecnológicas en nuestro país y a su vínculo con las políticas de ciencia y tecnología. Realizaremos el recorrido en cinco etapas: (1) 1880-1930, (2) 1930-1950, (3) 1950-1966, (4) 1966-1983, (5) a partir de 1983.

4.1. Antecedentes a la formación del complejo institucional (1880-1930)

En términos generales puede decirse que las actividades industriales que se desarrollaban en las décadas anteriores a 1880 tenían características artesanales y se orientaban, en gran medida, a satisfacer la demanda de productos necesarios para la guerra (Irigoin, 1984). Por

ejemplo: producción de fideos y licores; astilleros, fábricas de cal y de ladrillos, carpinterías y marmolerías; broncecerías, plomerías, hojalaterías y zinguerías; fábricas de cigarros, industrias gráficas, fábricas de jabón, velas y grasas; y a fines de 1870 los viejos saladeros se convirtieron, por inversión espontánea, en modernos frigoríficos debido a la producción y comercialización de carne congelada, etc.

La década de 1880 es el mojón de iniciación de las industrias, así como el desarrollo y progreso general del país. Entre 1880 y 1890 se fundaron los primeros grandes establecimientos industriales. El sector agropecuario se expandió en los sectores de: trigo, maíz, lino, ganado lanar, y ganado vacuno. La producción de este sector generó un gran crecimiento sobre el comercio exterior argentino debido al aumento de sus exportaciones. Irigoin (1984) concluye que *“...de esta manera la economía se integró en el mercado mundial, colocando los productos en forma competitiva y aprovechando sus ventajas comparativas...”*.

El desarrollo del sector industrial en esta etapa fue el resultado espontáneo de un período de gran expansión

económica (Irigoin, 1984), ya que hubo escasas e incipientes, a veces nulas, decisiones políticas de desarrollo por parte de los gobiernos de turno.

El estallido de la guerra mundial en 1914 afectó la economía argentina debido a la baja de exportaciones y por ende se generó una retracción en materia económica.

La *solución* fue implementar un modelo de sustitución de importaciones para *mantener* el desarrollo de la industria en particular y de la economía en general. Los sectores más afectados fueron: la industria textil, la industria alimentaria, la industria metalúrgica y la industria química. Es importante dejar de relieve que el proceso de implementación del modelo de sustitución de importaciones favoreció al crecimiento y la expansión del tamaño de las fábricas de todos los sectores industriales.

El Censo Industrial de 1935 reflejó que la industria argentina continuó expandiéndose a partir de 1914. Dicho censo dejó de manifiesto que los rubros químico, metalúrgico y textil habían comenzado a desarrollarse durante la década de 1920.

4.2. Primeras formas de organización e institucionalización vinculadas a la ciencia y la tecnología (1930-1950)

En 1933 se crea la Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias (AAPC), conformada por profesionales dedicados a exclusivamente a la investigación y a la enseñanza de las ciencias en instituciones públicas. De acuerdo con Hurtado (2010), esta asociación representa la primera manifestación de grupos de científicos que reconocieron la necesidad de promover un plan de acción para influir en las esferas de gobierno. Su primer presidente fue el fisiólogo Bernardo Houssay, quien sería una de las personalidades más relevantes de la ciencia argentina en el siglo XX, galardonado con el Premio Nobel en Fisiología en 1947.

Además de los científicos reunidos en la AAPC, una novedad de la década de 1930 fue la emergencia de un grupo de militares que se interesó por el problema del acceso a la tecnología, con un sesgo marcado hacia la defensa y la autonomía económica. La figura más relevante de este grupo fue el General Manuel Savio, quien integró una generación de oficiales que

consideraban que la existencia de una industria nacional integrada era la base imprescindible para garantizar la seguridad en el país. Savio ocupó un lugar clave al frente de la Dirección General de Fabricaciones Militares (DGFM), que había sido creada en 1941 a partir de la integración de fábricas militares pequeñas y medianas organizadas durante los años treinta.

El gobierno militar que había llegado al poder en 1943 inició un marcado giro industrialista, fundamentalmente a partir de una nueva posición del Estado frente al sector industrial y de un conjunto de recursos que serían los antecedentes de las políticas públicas industriales del futuro peronismo. Entre sus objetivos podemos mencionar que procuraron: fomentar la investigación científica y estudiar el problema de los combustibles y la energía.

En 1944 se instauró la Secretaría de Industria y Comercio como organismo dependiente de la presidencia de la República. Además, en esos momentos se promulgó el primer régimen de promoción de *industrias de interés nacional*. Hurtado (2010) deja de relieve que se establecieron, por ejemplo, mecanismos para la

protección de industrias que utilizaban materias primas nacionales y se destinaban al mercado interno, además de incrementarse la participación directa del Estado en sectores industriales de base para el área de defensa, como la producción de acero, aeroplanos, automóviles y la industria química. Algunos de estos sectores requerían de conocimientos científicos avanzados, como la industria aeronáutica, que llevaron a una interacción mayor entre la industria y el sector científico.

En el inicio de este período, la actividad científica tomó cuerpo en el discurso oficial como subsidiaria del desarrollo técnico e industrial y, como correlato del interés militar por la industrialización. Se sostenía que la ciencia era un recurso que debía ser integrado al proceso político de planificación, y que debía incidir sobre los sectores estratégicos de la economía y en el “bienestar del pueblo”. La consigna *ciencia para el pueblo* fue el eje fundacional que atravesó el ciclo de las dos presidencias de Perón y le dio coherencia al núcleo ideológico que actuó de principio integrador de la ciencia y la técnica al discurso político más amplio del peronismo, que se

postulaba como representante de los intereses de los sectores populares del país.

4.3. La conformación del sistema institucional de ciencia y tecnología (1950-1966)

Las instituciones de ciencia y tecnología que conforman el sistema científico nacional fueron creadas en la década de 1950. El proceso comenzó durante el peronismo y finalizó en los gobiernos que lo sucedieron, tanto democráticos como *de facto*.

Durante el peronismo, puede mencionarse la creación del Instituto Antártico Argentino en 1951 y la creación del Centro de Investigaciones Científicas y Técnicas de las Fuerzas Armadas (CITEFA) en 1954. El 31 de mayo de 1950 se firmó el decreto que dio origen a la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA). Luego del derrocamiento de Perón, continuó la creación de instituciones. En diciembre de 1956 se crea el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), a partir de las estaciones experimentales que poseía la Secretaría de Agricultura y Ganadería. En los hechos, el INTA comenzó a funcionar en 1957. En el decreto-ley de su

creación se mencionaban los objetivos de desarrollar investigaciones relacionadas con los recursos naturales y con la técnica de producción y de asistencia educacional técnica y cultural del productor rural y su familia. En diciembre de 1957, se creó el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI). Su creación debía responder a la solicitud de empresas, universidades o dependencias del Estado, y los interesados debían asegurar los aportes financieros para mantener el centro en funcionamiento.

Una comisión especial integrada por científicos notables como Bernardo Houssay, Eduardo Braun Menéndez, Venancio Deulofeu, el químico Abel Sánchez Díaz y Ernesto Galloni entregó un anteproyecto de decreto en junio de 1957 en Casa de Gobierno. Este proceso derivó en la creación, en febrero de 1958, del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), como ente autárquico dependiente directamente del Poder Ejecutivo. El objetivo de esta institución era fortalecer la investigación en los espacios académicos. Se propuso que la investigación tuviera un papel más importante en las universidades, que estaban hasta ese momento más concentradas en la docencia.

4.4. Interrupciones, contramarchas y proyectos inconclusos (1966-1983)

En 1966 el gobierno de facto de turno sancionó el decreto-ley 16.912, que ponía fin a la autonomía universitaria, explicitaba su intención de *eliminar las causas de acción subversiva* en las casas de estudios y obligaba a los rectores y decanos de las universidades nacionales a asumir como interventores. Esta intervención, que derivó en el episodio conocido como *La noche de los bastones largos*, tuvo como resultado la renuncia de alrededor de 1.380 docentes e investigadores en la UBA. En 1969 en las universidades del Nordeste y Rosario hubo enfrentamientos con la policía que dejaron víctimas fatales. Ese mismo año hubo un importante levantamiento de obreros y estudiantes en la provincia de Córdoba que no tenía precedentes en la historia argentina en las últimas décadas y con insoslayables resultados; a ese levantamiento se lo conoce como *Cordobazo*. En estos momentos, el caos se apoderaba del país, fundamentalmente por las reiteradas huelgas, los alzamientos populares y la protesta estudiantil. La

creciente escalada de violencia llevó a la destitución del gobierno de turno en junio de 1970.

Durante el breve período de retorno a la democracia en 1973, en instituciones como el INTI y el INTA se incorporó un pensamiento que se proponía actualizar las ideas del peronismo. En el INTI se buscó intensificar la colaboración con las grandes empresas estatales y la prestación de servicios a las pequeñas y medianas empresas.

En la Secretaría de Ciencia y Tecnología se creó, en 1973, una estructura administrativa para impulsar los llamados *Programas Nacionales* con el objetivo de orientar la investigación hacia temas aplicados y problemas tecnológicos, además de definir prioridades vinculadas a las necesidades del desarrollo económico y regional. Cuatro programas fueron creados: en Alimentos, Enfermedades endémicas, Electrónica y Vivienda.

Como ejemplo de la concreta actividad programática que se inició con el retorno del peronismo en 1973, puede citarse el documento titulado *Política Nacional de Computación*, elaborado por un grupo de profesores e

investigadores que se reunieron ese año en la Universidad Nacional del Sur.

A partir del golpe de estado de 1976, la dictadura militar que se extendió hasta 1983 fue devastadora para el país en general, y las instituciones de ciencia y tecnología no estuvieron ajenas a todo lo ocurrido. La estrategia de control del Estado a través de la represión y la censura tuvo como resultado inmediato *un cierre virtual* de la esfera pública. La mayor parte de las universidades e institutos de investigación padecieron las consecuencias nefastas del terrorismo de Estado. Como resultado, muchos científicos e ingenieros abandonaron el país, mientras que otros fueron a prisión o figuran hoy en las listas de *desaparecidos*.

En el plano educativo, las universidades fueron puestas bajo el control militar. Interventores militares reemplazaron a los rectores en la mayor parte de las universidades estatales. Durante los primeros meses de gobierno autoritario, por lo menos 3.000 profesores, personal administrativo y estudiantes fueron expulsados por razones políticas y muchos otros renunciaron. En el CONICET se produjo la cesantía de casi un centenar de

investigadores por razones ideológicas. Muchos profesores fueron arrestados como parte de las *acciones antisubversivas*.

4.5. Ciencia y tecnología desde la recuperación democrática (1983-2015)

En 1983, como parte del proceso de retorno a la democracia, la UCR realizó un Encuentro Nacional de ciencia y tecnología. En el discurso de inauguración del evento el presidente electo Raúl Alfonsín habló de la necesidad de una planificación adecuada que asegurase la conexión y realimentación entre el sistema científico-tecnológico y el aparato productivo y la necesidad de crear una Secretaría de Estado de Ciencia y Técnica dependiendo del Presidente de la Nación.

En este período democrático se creó la Secretaría de Ciencia y Técnica (SECyT), como dependencia del Ministerio de Educación y Justicia. Al frente de la SECyT fue nombrado el matemático Manuel Sadosky, representante del grupo de científicos que había sido desplazado en 1966. El CONICET, bajo la presidencia de Carlos Abeledo, asumió como objetivo prioritario la

reconstrucción de los vínculos con las universidades nacionales, que habían sido muy debilitados durante la dictadura y abrir la institución a los científicos que volvían del exilio.

La política económica del gobierno impactó en el INTI; esto se observó en constantes conflictos laborales. En el caso del sector agropecuario, el INTA amplió sus intereses. Enfocándose también en acompañar al proceso de industrialización del campo.

A pesar de las fuertes presiones internacionales, el gobierno de Alfonsín intentó dar continuidad al programa nuclear y al desarrollo de la tecnología misilístico-espacial. Pero las limitaciones presupuestarias fueron conduciendo al plan nuclear a una creciente paralización. Si bien los objetivos principales impulsados por la SECyT no se cumplieron, muchos de los recursos diseñados e implementados, y la experiencia acumulada en este período fueron insumos necesarios para pensar las políticas de las décadas siguientes.

La situación económica en 1989 desembocó en un proceso hiperinflacionario que llevó a la renuncia de Alfonsín luego de realizadas las elecciones. La llegada de

Carlos Menem de manera anticipada dio pie a medidas políticas neoliberales iniciadas por la última dictadura, con un sesgo marcado hacia el achicamiento del Estado.

El gobierno de Menem emprendió una reforma estructural y profunda, fundada en la apertura de la economía, la desregulación de los mercados, la privatización de las principales empresas públicas y la concesión de los servicios públicos. La necesidad de ahorro fiscal repercutió, en el área de ciencia y tecnología, en la reducción del tamaño de las instituciones, tanto de sus recursos materiales como de su personal. De este período, sin embargo, pueden rescatarse algunas iniciativas, como la sanción de la ley de Promoción y Fomento de la Innovación Tecnológica en 1990. Esta ley proponía impulsar la conexión entre las actividades productivas y comerciales con los laboratorios públicos de investigación y desarrollo, facilitando aspectos económicos y administrativos.

Por otra parte, en mayo de 1991 se anunció la creación de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE). El nuevo organismo quedaría a cargo de todos los emprendimientos en materia espacial con fines

pacíficos y estaría bajo control presidencial y parlamentario. La intención era crear una agencia espacial con las características de una agencia civil (Hurtado, 2010).

La modificación en la institucionalidad del sector más importante durante el menemismo, se dio en 1996 a través de la creación de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT). La creación de esta agencia respondía a la necesidad de contar con un organismo dedicado exclusivamente al financiamiento de la ciencia, sin instituciones propias de ejecución de actividades de investigación y desarrollo.

A partir del año 2003 se comenzó un nuevo ciclo de crecimiento en el área científica y tecnológica. En esta materia, las principales medidas políticas tendieron a la recuperación del sector industrial, y a fortalecer las actividades de investigación y desarrollo. Se ampliaron los recursos humanos en ciencia y tecnología a través de una incorporación de gran cantidad de investigadores, tanto residentes en el país como en el exterior, y se formaron muchos recursos calificados a través del sistema de becas.

En el período de gobiernos kirchneristas, que culminó en 2015, a través de fuertes inversiones públicas se reactivaron también áreas estratégicas como el desarrollo nuclear y satelital, y se ampliaron las capacidades y actividades de INTI e INTA. Sin embargo, no se llegó a dar respuesta a problemas estructurales ligados a desarticulaciones entre oferta y demanda de conocimientos y a los volúmenes de inversión privada en las actividades de desarrollo tecnológico e innovación, que se sitúa muy por debajo del promedio de los países desarrollados.

5. Vinculación universidad, empresa e industria

En las secciones previas hemos desarrollado las características históricas de las políticas científicas, primero a nivel global y luego en la Argentina. En esta sección final, mencionaremos algunos conceptos que permiten analizar las trayectorias estudiadas y ayudar a comprender estas dinámicas. En primer lugar, presentaremos las “cuatro culturas políticas” propuestas por Elzinga y Jamison. Este concepto permite visualizar las dificultades de comunicación entre actores que

proviene de “mundos distintos” (el gobierno, la universidad, la industria) y que tienen que interactuar en el campo de la política científica. En segundo lugar, presentamos el triángulo de Sabato, un modelo que permite comprender los desafíos para implementar en América Latina políticas de asociación entre universidades y empresas. Finalmente, damos algunos ejemplos de empresas tecnológicas innovadoras en nuestro país.

Para comprender mejor esto, recuperamos el aporte acerca de las cuatro culturas políticas que pueden explicar las tensiones que tienen lugar en la política científica y tecnológica (Dickson en Elzinga y Jamison, 1996):

- *Cultura académica*: predominante en las universidades, asociada a la libertad de investigación y la ciencia básica.
- *Cultura burocrática*: centrada en la planificación de las actividades de ciencia y tecnología y preocupada el uso social de la ciencia, más extendida en los ámbitos de gobierno.

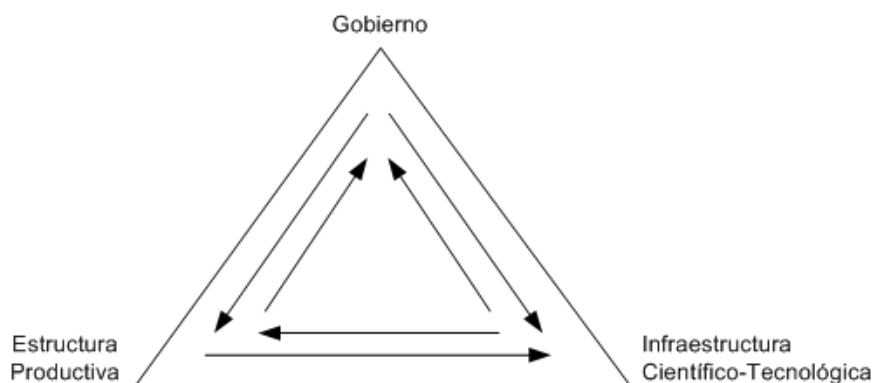
- *Cultura económica*: interesada en los réditos comerciales que pueda dar el desarrollo tecnológico, expresa la racionalidad de los empresarios innovadores.
- *Cultura cívica*: preocupada por los riesgos de las nuevas tecnologías y las transformaciones sociales y ambientales que pueden tener lugar.

En el caso de los vínculos entre universidades y empresas, se produce una tensión entre la cultura académica y la cultura económica. En las universidades, predomina la visión de la “ciencia pública”, es decir, la concepción de que el conocimiento que se produce debe ser de libre disponibilidad y no estar sujeto a restricciones comerciales. Por el contrario, desde los empresarios y la cultura económica, el conocimiento generado se ve como un bien intangible que posee un valor de mercado, y que debe ser protegido. De acuerdo con esta última perspectiva, la universidad debe involucrarse en la protección del conocimiento a través de patentes y otros mecanismos legales.

Para los representantes de la cultura académica, estas tendencias son vistas como un proceso de

mercantilización de la universidad, que debe ser resistido. Es necesario aclarar que no todos los académicos comparten esa visión. Esta visión es más fuerte en las áreas de ciencias básicas. En el caso de las ingenierías, con un vínculo histórico más fluido con la industria, los vínculos con las empresas se encuentran dentro de lo deseado y esperado.

En la región latinoamericana, ya desde la década de 1960 comenzaron a plantearse modelos para fomentar las vinculaciones entre universidad e industria. Jorge Sabato, un físico argentino especializado en metalurgia, plasmó sus ideas sobre este punto en el esquema que se conoce como triángulo IGE o “triángulo de Sabato”.



Esquema 2. Triángulo de Sábato. Fuente: Sábato y Botana (1968).

La denominación IGE deriva del nombre de sus vértices: Infraestructura científico-tecnológica (universidades y centros de investigación), Gobierno y Estructura productiva (empresas públicas y privadas). De acuerdo con el autor, mientras el Gobierno cumple el rol de diseñar las políticas tecnológicas, la estructura productiva es la que demanda nuevas tecnologías, para lo cual requiere el conocimiento que le brinda la infraestructura científica.

Sábato utiliza su modelo como herramienta de diagnóstico del estado del desarrollo tecnológico en el país. Señala que en Argentina son débiles tanto las interrelaciones -relaciones entre los distintos vértices- como las intrarrelaciones -relaciones entre instituciones pertenecientes al mismo vértice-. Particularmente poco dinámica es la relación entre las instituciones científicas y las empresas. Para generar mayores interacciones, desde la CNEA Sábato creó en 1961 el SATI – Servicio de Asistencia Técnica a la Industria-, que impulsó al sector metalúrgico a transformarse en proveedor de la incipiente industria nuclear.

Estas iniciativas, sin embargo, no pudieron mitigar el problema estructural de la falta de demanda de conocimientos por parte del sector productivo. Es decir, por más que haya investigadores que en principio estarían dispuestos a vincularse con el sector empresarial, los industriales no se acercan a la universidad en busca de conocimiento. Esto obedece en buena medida a las características del sector productivo local, en el cual el porcentaje de empresas innovadoras es muy bajo. Esta situación no es exclusiva de Argentina, sino que se repite en la mayoría de los países de América Latina.

Para concluir podemos citar algunas experiencias industriales altamente innovadoras que dan testimonio que Argentina tiene capacidades científico-tecnológicas para realizar innovaciones sustantivas en una variedad de sectores.



Microcifra: la calculadora argentina fabricada por FATE Electrónica.

<p><i>Techint</i> Milán, 1945</p>	<p>Grupo empresario ítalo-argentino dedicado a la producción de acero. Su subsidiaria <i>Tenaris</i> ha innovado en el campo de los “tubos sin costura”, transformándose en un proveedor líder a nivel mundial para la industria energética. Cuenta con centros de investigación y desarrollo en Argentina, Italia, EE.UU., Japón y México.</p>
<p><i>Fate Electrónica</i> Buenos Aires, 1969</p>	<p>División de la fábrica de neumáticos FATE creó una división electrónica especializada en el desarrollo de calculadoras, que se diseñaban y fabricaban íntegramente en el país. La empresa absorbió investigadores académicos que habían quedado fuera de la universidad luego de la “noche de los bastones largos” en 1966. Además, <i>FATE Electrónica</i> llegó a comercializar la microcomputadora llamada Sistema 75 y a construir el prototipo de una computadora de tamaño medio llamada Serie 1000.</p>
<p><i>Cicaré</i> Saladillo, 1972</p>	<p>Empresa argentina dedicada a la producción de helicópteros, tiene su sede en la localidad de Saladillo, provincia de Buenos Aires. Ha desarrollado numerosas aeronaves para la Fuerza Aérea y el Ejército Argentino.</p>

<p><i>INVAP</i> Bariloche, 1976</p>	<p>Empresa pública propiedad de la provincia de Río Negro surgida como desprendimiento de la Comisión Nacional de Energía Atómica. Se especializa en el desarrollo de tecnología de alta complejidad en el campo nuclear y satelital. Ha construido reactores nucleares en Argentina, Australia y Egipto, y participado en el desarrollo de la serie de satélites <i>ARSAT</i>.</p>
<p><i>Insud</i> Buenos Aires, 1977</p>	<p>Líder argentino en innovación en el sector salud. A través de sus subsidiarias <i>Chemo</i> y <i>Biogénesis Bagó</i> ha desarrollado productos farmacéuticos innovadores para la salud humana y animal. Tiene amplia vinculación con universidades nacionales y el CONICET.</p>
<p><i>Mercado Libre</i> Buenos Aires, 1999</p>	<p>Es la empresa argentina de mayor capitalización, superando a YPF. Se dedica al comercio electrónico y ha ampliado sus operaciones al sector financiero con plataformas de pago y microcréditos. Cotiza en la bolsa de Nueva York y forma parte del índice NASDAQ100.</p>
<p><i>Despegar</i> Buenos Aires, 1999</p>	<p>Especializada en el sector de comercio electrónico y turismo, es una de las empresas líderes en el sector de tecnologías de la información. Fundada en Buenos Aires en 1999, hoy tiene operaciones en más de 20 países. En 2017 comenzó a cotizar en la bolsa de Nueva York.</p>
<p><i>Bioceres</i> Rosario, 2001</p>	<p>Se especializa en el campo de la biotecnología agraria desarrollando semillas y agroquímicos (fertilizantes, pesticidas) en asociación con universidades y el CONICET.</p>
<p><i>Globant</i> Buenos Aires / La Plata, 2003</p>	<p>Surgió con foco en la venta de productos y servicios en IT a clientes del exterior, fue aumentando rápidamente su volumen de negocio, superó el modelo de <i>software factory</i> y hoy desarrolla productos para empresas de primer nivel mundial.</p>

6. A modo de cierre

A lo largo del capítulo repasamos el vínculo entre ciencia y política. Primero mencionamos la importancia de pensar el papel de la evidencia científica en las diferentes políticas públicas. En los tiempos actuales de la pandemia de coronavirus, esto es especialmente relevante. Después, revisamos la trayectoria de la política científica a nivel global y a través de la historia de las instituciones científicas argentinas. La línea del tiempo que presentamos al final del capítulo busca orientarlos en las distintas etapas históricas. En la parte superior están los hitos políticos y económicos de cada etapa y en la parte inferior los específicos del campo científico y tecnológico. En el cierre del capítulo, introducimos algunos conceptos como el de *culturas políticas* y el *triángulo de Sábató*, que pueden servir como herramientas para reflexionar sobre las oportunidades de nuestro país en la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación.

7. Referencias bibliográficas

- Elzinga, A., y A. Jamison (1996). *El cambio de las agendas políticas en ciencia y tecnología*. Zona Abierta, 75/76.
- Freeman, C. The greening of technology and models of innovation. *Technological Forecasting and Social Change*. 53, 27-39.
- Hurtado, D. (2010). *La ciencia argentina. Un proyecto inconcluso*. Buenos Aires, Edhasa.
- Irigoin, A.M. (1984). *La Evolución Industrial en la Argentina (1870-1940)*. Libertas (ESEADE), Buenos Aires. Número 1, octubre.
- Sabato, J. y Botana, N. (1968). *La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina*. Revista de la integración, nro. 3, 15-36.
- Velho, L. (2011). Conceitos de Ciência e a Política Científica, Tecnológica e de Inovação. *Sociologias*, 26, 128-153.

