



COLECCIÓN
CIENCIA Y
TECNOLOGÍA

Estado, política y gestión de la tecnología

Obras escogidas (1962-1983)

Jorge A. Sabato

Santiago Harriague
y Domingo Quilici
(editores)



UNSAM
EDITA

**COLECCIÓN
CIENCIA Y
TECNOLOGÍA**

Estado, política y gestión de la tecnología

Colección: Ciencia y Tecnología
Director: Diego Hurtado

Sabato, Jorge A.
Estado, política y gestión de la tecnología: obras escogidas 1962-1983
Jorge A. Sabato; compilado por Santiago Harriague y Domingo Quilici.

1ª edición - San Martín: Universidad Nacional de Gral. San Martín.
UNSAM EDITA, 2014.

246 pp.; 23x15 cm. - (Ciencia y Tecnología / Diego Hurtado)

ISBN 978-987-1435-74-6

1. Tecnologías. 2. Política. 3. Gestión. I. Harriague, Santiago, comp. II.
Quilici, Domingo, comp.

CDD 320.6

1ª edición, junio de 2014

© 2014 Herederos de Jorge A. Sabato
© 2014 de la compilación Santiago Harriague
© 2014 de la compilación Domingo Quilici
© 2014 UNSAM EDITA de Universidad Nacional de General San Martín

Campus Miguelete. Edificio Tornavía
Martín de Irigoyen 3100, San Martín (B1650HMK), prov. de Buenos Aires
unsamedita@unsam.edu.ar
www.unsamedita.unsam.edu.ar

Diseño de interior y tapa: Ángel Vega
Edición digital: María Laura Alori
Corrección: Laura Petz y Javier Beramendi

Queda hecho el depósito que dispone la Ley 11.723
Editado e impreso en la Argentina
Se imprimieron 1.000 ejemplares de esta obra durante el mes de junio de
2014 en BMPress, Av. San Martín 4408, CABA

Prohibida la reproducción total o parcial, incluyendo fotocopia, sin la
autorización expresa de sus editores.

**COLECCIÓN
CIENCIA Y
TECNOLOGÍA**

Estado, política y gestión de la tecnología

Obras escogidas (1962-1983)

Jorge A. Sabato

**Santiago Harriague
y Domingo Quilici**
(editores)



**UNSAM
EDITA**

Prólogo <i>por Santiago Harriague y Domingo Quilici</i>	9
Estudio preliminar <i>por Diego Hurtado</i>	13
La formación de especialistas en metalurgia en la Argentina	29
Plan de Actividades del Departamento de Metalurgia de la Comisión Nacional de Energía Atómica, Argentina	35
Algunos comentarios sobre el problema de la optimización de los recursos científico-técnicos	43
El papel del personal científico y tecnológico del sector público en el desarrollo nacional	53
Para el prontuario del Plan Nuclear Argentino	65
Empresas del Estado	85
ENIDE: ¿Ingeniería o Investigación?	101
Energía atómica en Argentina: una historia de caso	105
El uso de la ciencia en la producción de tecnología: algunos problemas	135
El cambio tecnológico necesario y posible	145
El Plan Nuclear Brasileño y la bomba atómica	159
Programas de energía nuclear en el mundo en desarrollo: sus fundamentos e impactos <i>en coautoría con Jairam Ramesh</i>	169
Tecnología y estructura productiva <i>en coautoría con Michael Mackenzie</i>	183
Desarrollo tecnológico en América Latina y el Caribe	201
La nueva Ley de transferencia de tecnología de Argentina	219
Desarrollo de recursos humanos en metalurgia: balance de una experiencia latinoamericana <i>en coautoría con Sara V. de Tamis</i>	221
Bases para un debate sobre los residuos nucleares	227
Prólogo de Jorge A. Sabato al libro <i>Los ministros de Economía</i> , de Enrique Silberstein	231
Reportaje exclusivo de Horacio de Dios a Jorge A. Sabato	235

PRÓLOGO

por Santiago Harriague y Domingo Quilici

La fuerza de los hechos en un mundo dinámico ha enterrado el supuesto “Fin de la Historia”. En tiempos de crisis, con la aparición de nuevos actores y el debilitamiento de dogmas establecidos, se renueva la búsqueda de caminos que lleven a un desarrollo sustentable de sociedades periféricas o semiperiféricas. Y para enriquecer esa búsqueda, más allá de los grandes cambios sufridos por la humanidad en las últimas décadas, resulta conveniente mirar hacia atrás y rescatar conceptos de quienes supieron analizar múltiples facetas de nuestra sociedad en forma profunda y crítica. La presente selección de trabajos de Jorge Alberto Sabato busca contribuir con ese rescate.

Este libro es el producto de la convicción que supone la vigencia del pensamiento de Jorge Sabato. La selección de artículos que lo integran fue realizada con un doble criterio: por un lado, frente a la identificación monocorde de Sabato con su “triángulo”, intentamos mostrar la amplitud de temas abordados y la riqueza de ideas; por otro lado, la selección intenta dar cuenta de la evolución cronológica del pensamiento a través de la selección de escritos que van desde 1962 hasta 1983.

Desde fines de 1954, momento en que Sabato ingresa a la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), hasta el fin de sus días en noviembre de 1983, se puede ver crecer su obra en profundidad y originalidad.

Los primeros pasos de Sabato en la CNEA se concentraron en estructurar el sector de Metalurgia, actividad que trascendió a dicho organismo, pues permitió instalar la Metalurgia como disciplina en el país y superar la etapa anterior basada en el empirismo. Este proceso, descrito en los dos primeros trabajos de esta selección, se basó en cursos dictados por especialistas internacionales de primer nivel y en estadías de los primeros investigadores en prestigiosas instituciones extranjeras con planes de trabajo inteligentemente elegidos.

Esta primera etapa de formación de recursos humanos se coronó con el Primer Curso Panamericano de Metalurgia, patrocinado por la OEA (Organización de los Estados Americanos) en 1962. La continuidad de esta iniciativa derivó tres décadas más tarde en la creación de Instituto Sabato, por acuerdo entre la CNEA y la Universidad Nacional de San Martín. Los sucesivos cursos estuvieron abiertos no solo a asistentes de la CNEA, sino también de otras instituciones y empresas, tanto argentinas como del resto de América Latina, y gradualmente contaron con un porcentaje cada vez mayor de docentes nacionales.

El desarrollo de capacidades no se limitó a las actividades académicas, sino que se fundamentó casi desde los comienzos en el “aprender haciendo”, mediante la concreción de proyectos tecnológicos de complejidad creciente. El primero de ellos, a tres años de iniciarse el sector Metalurgia de la CNEA, fue el diseño y fabricación local de los elementos combustibles del primer reactor nuclear de investigación RA-1.

Sabato era conciente de que limitarse a crear una capacidad de investigación de excelencia desvinculada de la actividad productiva era un lujo que un país en desarrollo no podía darse. Fue así que en 1961 creó el Servicio de Asistencia Técnica a la Industria (SATI) mediante un acuerdo con la entonces Asociación de Industriales Metalúrgicos (hoy ADIMRA). El SATI fue un excelente ejemplo de cómo salvar la brecha entre la investigación y su aplicación. Su objetivo era no solo derramar las capacidades creadas en un organismo del Estado hacia la actividad productiva nacional, sino también enriquecer esas actividades mediante la solución de problemas tecnológicos concretos que enfrentaba la industria. El conocimiento sobre las condiciones reales de la industria local que adquirieron de esta forma los investigadores de la CNEA fue la base para el desarrollo de proveedores locales para las grandes obras nucleares.

El pensamiento de Sabato fue profundizándose y ampliándose en estos años a medida que se fueron consolidando sus iniciativas en la CNEA. A fines de los años cincuenta y comienzos de los sesenta, cuando su grupo de metalurgia había logrado desarrollar los elementos combustibles del primer reactor nuclear de investigación de América Latina, sus artículos se tornaron descriptivos y se concentraron en el crecimiento de la división de metalurgia y en la formación de especialistas del área. Su pensamiento fue creciendo al ritmo del avance de las actividades de la CNEA: la elaboración del informe de factibilidad para la instalación de la primera central de potencia y los posteriores contratos con la empresa alemana Siemens para la construcción de Atucha I, con participación de la industria nacional, donde se aplica su concepto de “paquete tecnológico”. Su artículo “Energía atómica en Argentina: una historia de caso” presenta una guía de cómo construir capacidades científico-técnico-productivas en un país en desarrollo. Su exposición ante el Comité de Ciencia y Astronáutica de la Cámara de Representantes de EE.UU., al destacar el papel de la tecnología para acortar la creciente y peligrosa brecha entre países ricos y pobres, mantiene también una asombrosa actualidad.

En 1973, en “El comercio de tecnología” introduce una definición de tecnología que permitiría aclarar muchas confusiones actuales:

Tecnología es el conjunto ordenado de conocimientos empleados en la producción y comercialización de bienes y servicios, y que está integrado no solo por conocimientos científicos –provenientes de las ciencias naturales, sociales, humanas, etc.– sino también por conocimientos empíricos que resultan de observaciones, experiencias, aptitudes específicas, tradición (oral o escrita), etc. Esto debe tenerse muy en cuenta, porque si bien cada vez más el conocimiento científico-técnico es el insumo más importante en la mayoría de las tecnologías, no es nunca el único, e incluso existen aún numerosas tecnologías en las que no es el más significativo. Todavía hoy, ni toda la tecnología deriva de la investigación científico-técnica, ni todos los resultados de la investigación se transforman

en tecnología. Finalmente, debe observarse que el conjunto de conocimientos que definen una tecnología no es simplemente un agregado, sino que debe estar ordenado, organizado y articulado para tal fin.

En el mismo artículo vuelve sobre el concepto de tecnología como mercancía, al cuestionar el uso de la expresión “transferencia de tecnología”:

Es preferible hablar de "comercio" ya que la palabra "transferencia" se emplea generalmente con el sentido de algo que se cede sin recibir contraprestación alguna, mientras que comercio designa la operación de cambiar algo por algo (generalmente dinero) que es realmente lo que ocurre en la mayoría de las transacciones de tecnología.

A partir de ahí sus escritos se dedican a conceptualizar los procesos de compra de tecnología, las restricciones implícitas en los tratados internacionales vinculados con el área nuclear e intentar extraer conclusiones más generales para la formulación de políticas tecnológicas de escala nacional. En este momento, ya es un pensador original y es considerado un referente regional.

De 1976 es su definición de la tecnología necesaria, que merece ser transcripta por su vigencia:

Aquella que ayuda a proveer las necesidades básicas de la humanidad y a desarrollar en plenitud todas sus capacidades, empleando los recursos disponibles de manera que no conduzcan a la explotación o sojuzgamiento del hombre ni a la destrucción irreversible de la naturaleza.

En sus últimos años, sus escritos logran una perspectiva compleja y sistémica. Además de llamar la atención sobre la diversidad de actores que intervienen en el “drama tecnológico”: “políticos, empresarios, obreros, burócratas, científicos, tecnólogos, consumidores, etc.”, Sabato insiste sobre la no neutralidad de la tecnología y justifica la necesidad que tienen los países como Argentina de alcanzar la autonomía tecnológica, a la vez que llama la atención sobre los riesgos de la importación de tecnología sin una previa fijación de criterios. En particular, destaca los peligros que surgen cuando no existen marcos regulatorios aptos sobre propiedad intelectual ni una adecuada legislación sobre inversión extranjera. Frente a estas carencias, alerta Sabato, el resultado es una concentración de poder económico y político en los países exportadores y una alienación social y cultural de los países importadores a través de la “reproducción” de los valores importados.

En particular es conveniente citar nuevamente a Sabato en su trabajo con Mackenzie, en el cual hace referencia a la necesidad de articular las políticas científico-tecnológicas con las económicas, a fin de superar la dependencia tecnológica:

En consecuencia, la estrategia para superar dicha dependencia (tecnológica) se basaría en el desarrollo de una fuerte infraestructura científico-técnica nacional. Pero si es verdad que esa es una etapa necesaria en la lucha contra la dependencia tecnológica, de ninguna manera es una condición suficiente. Cuando se considera a la tecnología en su dimensión de valor de cambio, tal como dice Sercovich “la dependencia tecnológica

se relaciona con categorías tales como el poder de mercado y la dependencia económica” y, en consecuencia, para lidiar con ella se requiere actuar sobre la política económica del país, especialmente en asuntos tales como la inversión extranjera, la legislación de patentes y marcas de comercio, el control de la tecnología importada, etc. Una estrategia contra la dependencia tecnológica debe basarse en el reconocimiento de la importancia de ambas dimensiones de la tecnología, su valor de uso y su valor de cambio.

La publicación de esta selección de artículos de Jorge Sabato fue posible por el minucioso y arduo trabajo de rastreo, recuperación y ordenamiento realizado por Carlos Martínez Vidal, actor destacado en el desarrollo nuclear argentino, pensador original sobre el problema tecnológico y convencido promotor del valor y vigencia de los escritos de Sabato. Martínez Vidal, eterno comprometido con la formación de las nuevas generaciones, siempre dedicó tiempo y esfuerzo para clasificar su voluminosa colección bibliográfica a fin de que estuviera disponible. Como resultado logró rescatar y ordenar la producción dispersa y vigorosa de Sabato, que hoy incluye seis libros y alrededor de 250 artículos. Que este libro sea una primera manifestación de reconocimiento a su figura y a su trabajo.

Un especial reconocimiento merece Carlos García Blaya, quien en vida de Martínez Vidal y motivado por la amistad que tenían y por la coincidencia de sus ideas, encaró la tarea de digitalizar su “Biblioteca Sabato”. Esta tarea de años fue apoyada por los aportes de empresas y organismos teñidos de la obra de Sabato: INVAP, INVAP Ingeniería, la Universidad Nacional de San Martín, la Comisión Nacional de Energía Atómica, el Instituto Nacional de Tecnología Industrial, la entonces Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva y la Comisión Nacional de Actividades Espaciales. A todos ellos nuestra gratitud.

Nuestro agradecimiento se extiende a Juan Carlos Almagro, que luego del fallecimiento de Martínez Vidal recibiera y conservara su archivo de trabajos de la obra de Sabato.

Un reconocimiento especial merece Diego Hurtado, quien gestionó la publicación de este libro por UNSAM EDITA, la editorial de la Universidad Nacional de San Martín, y aportó su compromiso en la selección realizada.

Finalmente, queremos agradecer a la familia de Jorge Sabato el entusiasmo y el apoyo que nos brindaron para la concreción de esta edición.

ESTUDIO PRELIMINAR

por Diego Hurtado

Con el abandono del paradigma neoliberal, luego de la crisis de 2001 y la recuperación de un proyecto de país industrial, la obra de Jorge Sabato (1924-1983) retornó con asombrosa actualidad. Tecnólogo que desde los años cincuenta consideró a la metalurgia como una de las formas de enfrentar la dependencia económica y de “ayudar a la construcción de una sociedad plural, libre y democrática” (Sabato, 1972: 12), su obra escrita no es la de un académico. Sus escritos son indisolubles de su trayectoria profesional, primero como tecnólogo que concibió la metalurgia como un vehículo de transformación de la industria local; más tarde como el promotor más visible y consistente de una estrategia de desarrollo del sector nuclear, que ubicó a la Argentina, a comienzos de los años setenta, en un lugar de liderazgo regional; y finalmente, como referente a nivel internacional de políticas tecnológicas para países en desarrollo.

Su pensamiento se enmarcó en un contexto de confrontación de enfoques acerca de la problemática del desarrollo económico de los países no industrializados. Por un lado, la perspectiva de la modernización, como respuesta al proceso de desintegración de los imperios coloniales europeos, al nacimiento de los Estados-nación en el “Tercer Mundo” y al nuevo liderazgo de los Estados Unidos, se proponía una justificación implícita de las relaciones de poder asimétricas entre las “sociedades modernas” y las “sociedades tradicionales”. En oposición a la perspectiva marxista de cambio revolucionario que conduciría a un nuevo modelo de sociedad, las teorías de la modernización argumentaban que el desarrollo debía ser un proceso progresivo hacia la prosperidad económica y la estabilidad democrática y tomaban como arquetipos a las sociedades europeas y norteamericana. Una obra representativa de este enfoque fue *The stages of Economic Growth: a non-communist manifesto*, de Walt W. Rostow (So, 1990: 33-34; Rostow, 1960).

Desde la Comisión Económica para América Latina (CEPAL) se criticó esta posición, denunciando la existencia de una división internacional del trabajo, que asignaba a los países de América Latina el rol de exportadores de alimentos y materias primas a los grandes centros industriales, con el inevitable deterioro de los términos de intercambio y de la capacidad doméstica de acumulación de capital. Este enfoque, conocido como estructuralismo económico, proponía acelerar los procesos de industrialización sustitutiva en los países de la región y proteger las industrias domésticas de la competencia externa. La exportación de materias primas debería utilizarse para la importación de bienes de capital y los gobiernos debían jugar papeles protagónicos en la coordinación del programa de industrialización (Blomstrom y Hettne, 1984: 40-42).

A su vez, respondiendo a los enfoques modernizadores y a las limitaciones de la posición cepalina para hacer frente al panorama de desempleo, inflación y devaluación dominante en la región a comienzos de los años sesenta, la perspectiva conocida como “teorías de la dependencia” se enfocó en “la formación de una economía industrial en la periferia del sistema capitalista internacional”, en “los intereses de poder y las alianzas para garantizar la hegemonía de grupos y facciones de clase, internos y externos” y en “la incorporación continua de nuevas unidades de capital externo bajo la forma de tecnología altamente desarrollada y creada más en función de las necesidades intrínsecas de las economías maduras que de las relativamente retrasadas”, condiciones que explican “el cuadro estructural básico de las condiciones económicas de dependencia” (Cardoso y Faletto, 2003 [1969]: 165). Así, el enfoque dependentista sostuvo que el subdesarrollo es un producto de las experiencias coloniales y los procesos de dominación. El mismo proceso que producía desarrollo en las metrópolis occidentales simultáneamente generaba subdesarrollo en los países periféricos. El control monopólico de los mercados o la dependencia tecnológica e industrial estaban entre sus causas estructurales (puede verse: Dos Santos, 1975 [1970]; Furtado (1984 [1975])).

La producción de Sabato en temas de política tecnológica se despliega en activa interacción con aquellos debates y confrontaciones, entre la segunda mitad de la década de 1950 y comienzos de los años ochenta.

La metalurgia como sector estratégico

Con el título de profesor de física, desde 1947 Sabato se dedicó al periodismo como medio para ganarse la vida mientras iniciaba estudios en metalurgia de manera autodidacta. En 1952, montó un pequeño laboratorio de investigación para una empresa de metalurgia. En 1954 renunció a este cargo para tomar parte de la creación de IMET (Investigaciones Metalúrgicas), pequeña empresa enfocada en dar respuesta a problemas de mecánica y metalurgia de la industria local. El 15 de diciembre de ese año, Sabato ingresó a la Comisión Nacional de Energía Atómica “como Asesor Personal y Representante de IMET (...) en carácter de ‘a prueba’ por el término de 6 (seis) meses a partir de la fecha”.¹ La compañía de Sabato fue contratada por la CNEA para asesorar sobre metalurgia y elementos combustibles para reactores de investigación (Martínez Vidal, 1994: 80-83). A comienzos de 1955, Sabato quedó al frente del Servicio de Metalurgia de la CNEA, que en 1957 se transformaría en la División de Metalurgia y, en 1960, en el Departamento de Metalurgia (Sabato, 1964: 1).

El 1º de julio de 1955, a dos semanas de los bombardeos a Plaza de Mayo y del intento fallido de golpe de Estado, se puso en marcha en la CNEA, en Buenos Aires, el primer curso de Metalurgia de Transformación. El metalurgista Robert Cahn, de la Universidad de Birmingham (Inglaterra), participó de algunas clases.²

¹ Resolución de CNEA N° 194 de 1954.

² También participaron en la etapa inicial Pierre Lacombe, de la École des Mines de París (Francia), y Erich

Los estereotipos de la ciencia académica que se difundían en la región –universalismo, libertad de investigación y ciencia pura o básica– eran incompatibles con la agenda tecnológica de la CNEA. Como responsable del área de metalurgia, Sabato adoptó una posición original. Si bien en 1955 había buenos metalurgistas en la industria privada, la metalurgia no era enseñada en ninguna universidad argentina. Según explicaba a comienzos de los años setenta, “la metalurgia era una suerte de paria en el mundo académico, a pesar del hecho de que la industria electro-mecánico-metalúrgica ya comprendía un 25% de toda la industria argentina”. De esta forma, la decisión de organizar un laboratorio típico de metalurgia nuclear “habría sido el ‘camino fácil’; pero CNEA eligió el ‘camino difícil’”, agregaba. En lugar de un laboratorio de metalurgia nuclear, Sabato y su grupo decidieron establecer un laboratorio de investigación en metalurgia capaz de resolver problemas más generales (Sabato, 1973a: 26).

Así se inició uno de los emprendimientos que en los siguientes años ganaría la mayor dimensión simbólica dentro de la CNEA. Percibido por sectores académicos y de la propia CNEA como una empresa quijotesca, el grupo inicial se propuso crear un laboratorio de metalurgia sin expertos en metalurgia. En sus comienzos, esta nueva área estuvo integrada, además del propio Sabato, por dos ingenieros electromecánicos, un ingeniero aeronáutico, cuatro ingenieros químicos, un ingeniero civil, tres licenciados en química y un estudiante de química. Sabato sintetizó, algunos años más tarde, las condiciones que negoció con las autoridades de la CNEA:

(...) nosotros asumimos el compromiso de satisfacer todas las necesidades en metalurgia nuclear que nos planteara la CNEA; contra ese firme compromiso, solicitamos la más completa libertad para elegir el camino que nosotros creyéramos más conveniente para cumplirlo, por heterodoxo que ese camino pareciese a los observadores externos (Sabato, 1972: 10).

La puesta en funcionamiento en la CNEA, en enero de 1958, del primer reactor nuclear de investigación construido en América Latina –el RA-1 (Reactor Argentino 1)–, que incluía los elementos combustibles, cuya manufactura estuvo a cargo del grupo de Sabato, marcó un punto de inflexión. Los primeros cursos de capacitación fueron continuados con un programa intensivo de perfeccionamiento de posgrados en física y química de metales en el exterior. Hacia 1960, alrededor de 20 graduados ya habían pasado por lo menos dos años en laboratorios como el Physical Metallurgy Department de la University of Birmingham, el Max Planck Institut für Metallforschung en Stuttgart, la École des Mines en París o la Metallurgy Division del Argonne National Laboratory. La División de Metalurgia contaba entonces con 25 científicos, 50 técnicos, 1.500 m² de instalaciones y más de 40 millones de pesos en equipos (Sabato, 1962: 10).

Sin embargo, desde fines de los años cincuenta, son varios los factores disruptivos y obstaculizadores de cualquier intento por articular el desarrollo científico y tecnológico con el proceso de industrialización. Además de la ausencia de

Gebhardt, del Max Planck Institute de Stuttgart (Alemania).

políticas de ciencia y tecnología consistentes y explícitas, comenzaba a ser dominante el lugar de las empresas transnacionales en los sectores más dinámicos de la economía argentina. A fines de 1958, durante el gobierno de Arturo Frondizi, el Congreso votó una nueva ley de inversiones extranjeras y otra de promoción industrial, que se proponía promover la inversión local. El gobierno reglamentó rápidamente la primera, aunque como sugerente contraposición, la ley de promoción industrial fue reglamentada recién a mediados de 1961. Con referencia a la ley de inversiones extranjeras, sostiene Schvarzer que “tanto la ley como los decretos específicos y su posterior aplicación, mostraban tal interés por atraer a esos capitales que dejaron de lado las posibilidades de regulación real de esas inversiones” (Schvarzer, 2000: 225).

En enero de ese año, por iniciativa de Sabato, el Departamento de Metalurgia y la Asociación de Industriales Metalúrgicos crearon la firma SATI como organismo mixto sin fines de lucro. El plan era resolver problemas planteados por las propias industrias locales que estuvieran relacionados con la metalurgia. Esto, a su vez, haría posible la difusión de nuevos métodos de producción, el uso de nuevos metales, materias primas, máquinas e instrumentos, el desarrollo de mejores métodos de control de calidad, adecuarse al mercado local y, en palabras de Sabato, “preparar a la industria del país para la profunda transformación tecnológica que se producirá en los próximos años” (Sabato, 1964: 4-8).

Con la expulsión de Frondizi de la presidencia, la política económica del gobierno de facto dio un golpe de timón, para dar paso a lo que Rapoport sintetiza como “el retorno de la ortodoxia” (Rapoport, 2007: 468-470). El fracaso de esta gestión derivó en un severo período de recesión y endeudamiento con el Fondo Monetario Internacional (FMI), cuyas recetas profundizaron la crisis. Mientras se realizaban las elecciones con el peronismo proscripto, se intentó mejorar la posición de la balanza de pagos disponiendo por decreto, en julio de 1963, que los organismos del gobierno así como las empresas públicas de propiedad del gobierno nacional debían dar preferencia, en sus compras, a los productos fabricados en el país. Esta iniciativa, que incumplía las pautas impuestas por el FMI, es conocida como el decreto de “Compre Argentino”.³

En una evaluación retrospectiva, Sabato y Oscar Wortman –ingeniero del grupo de metalurgia– sostenían: “El balance final es ciertamente positivo: el régimen de compre argentino ha sido sin duda uno de los más poderosos instrumentos en favor del desarrollo de la industria argentina”. El decreto determinaba la conformación de un comité integrado por representantes del sector industrial privado y de las empresas y reparticiones del Estado, ante quien debían presentarse las solicitudes de excepción. Para Sabato y Wortman, a través de este comité “los representantes del sector industrial aprendieron a conocer mejor las necesidades del Estado al tiempo que los representantes de este adquirieron un real conocimiento de la capacidad de la industria local” (Sabato y Wortman, 1973: 42-43).

3 Decreto N° 5340 de julio de 1963.

Energía nuclear, electricidad y “triángulos sectoriales”

Cuando asumió la presidencia Arturo Illia, en octubre de 1963, ya se habían iniciado algunos estudios económicos, de ubicación, de mercado eléctrico y de seguridad para los futuros reactores de potencia (Alegría *et al.*, 1964: 4). A comienzos de los años sesenta se encontraban en operación en el mundo alrededor de cincuenta reactores nucleares para la producción de energía eléctrica –la gran mayoría en Estados Unidos, Gran Bretaña y la Unión Soviética– y otros tantos se encontraban en construcción (CNEA, 1962: 26).

La CNEA propuso no contratar una empresa extranjera para que realizara el informe de factibilidad –que era lo usual en grandes obras de energía– y, a comienzos de 1965, los diarios locales anunciaban que Illia había firmado un decreto que encargaba a la CNEA los estudios preliminares para una central nuclear de potencia que suministrara electricidad a la zona del Gran Buenos Aires-Litoral.⁴ La Secretaría de Energía y Combustibles facilitaría a la CNEA toda la información necesaria y el plazo concedido era de catorce meses. Finalmente, se asignaban hasta 88 millones de pesos moneda nacional (aproximadamente USD 350.000) para este objetivo. Se formó un equipo especial de trabajo integrado por un comité directivo, presidido por el almirante Oscar Quihillalt –presidente de la CNEA–, que contaba con dos vocales, Celso Papadópulos, gerente de Energía, y Sabato, gerente de Tecnología, además de un equipo técnico (*La Nación*, 1965).

Se estudiaron los problemas técnicos, económico-financieros, políticos, jurídicos, sociales y sanitarios, inherentes a la instalación de una central nuclear. Se analizaron también sus efectos sobre la conservación de recursos naturales, el autoabastecimiento energético en el desarrollo de la industria nacional, el futuro mercado latinoamericano de energía nuclear y, finalmente, el impacto sociocultural derivado de la incorporación a la realidad argentina, de una de las tecnologías intensivas más avanzadas. Se estudiaron cuatro tipos de reactores, dos de uranio natural y dos de uranio enriquecido. Cuando el informe de 8 capítulos en 2 volúmenes principales y 7 volúmenes anexos, titulado *Estudio de Preinversión de una Central Nuclear para el Suministro de Electricidad al Área del Gran Buenos Aires-Litoral*, fue presentado a fines de julio de 1966, hacía poco más de dos semanas que Illia había sido expulsado del gobierno por un nuevo golpe de Estado que instalaba como presidente de facto al general Juan Onganía.

En un anexo del *Estudio de Preinversión* aparecía como meta crucial, aunque evaluada como lejana, la necesidad de completar el ciclo del combustible, esto es, de disponer de todas las tecnologías para la producción industrial de los insumos necesarios –agua pesada y elementos combustibles– para el funcionamiento de una central de potencia, incluida la capacidad de reprocesamiento para recuperar el plutonio de los elementos combustibles gastados. El informe también sostenía en sus conclusiones que la industria nacional podría intervenir en la construcción de la primera central de potencia en un orden estimado del 40%. Ahora bien, a pesar de las ventajas de un nivel de potencia estimado entre 500 y 550 MW,

4 Decreto N° 485 de enero de 1965.

contaba Sabato, “había en las altas esferas del Gobierno un poderoso grupo, respaldado por la Secretaría de Energía, completamente en contra a cualquier planta nuclear”. Y agregaba: “Solamente después de una dura batalla, se aceptó la idea de una planta de 300 MW de potencia” (Sabato, 1973a: 32).

Frente a las presiones crecientes en la arena internacional, vinculadas con el problema de la “proliferación nuclear”, que combinó la necesidad de frenar el avance del comunismo en la región con la supuesta preocupación por el desarrollo de bombas atómicas en los países en desarrollo y que creó las condiciones para que las potencias nucleares comenzaran a desplegar nuevos dispositivos de coerción, especialmente sobre los países pobres que aspiraban a construir una industria nuclear, Sabato explicaba a fines de los años sesenta en una revista chilena “que lo realizado en Argentina en energía atómica no solo suministra un modelo interesante de una política atómica ‘sin bomba’, sino que demuestra cuánto es posible hacer pese a que el país haya estado (y esté) sumergido en uno de los procesos socio-económico-político más difíciles y confusos de su historia contemporánea” (Sabato y Botana, 2011 [1968]: 352).

Si en el orden externo este ambicioso plan debía afrontar los obstáculos legales y las presiones crecientes, en el orden interno parecía ir también a contracorriente de un panorama económico que O'Donnell caracteriza como “capitalismo extensamente industrializado, dependiente, desequilibrado y profundamente penetrado por el capital transnacional” (O'Donnell, 2009 [1982]: 117). Al ocupar los sectores más dinámicos, las empresas transnacionales relegaban a la industria de capitales nacionales a un lugar subsidiario. En la medida en que traían consigo el equipamiento y la tecnología necesaria, el complejo de ciencia y tecnología carecía de demanda. Como señala a fines de los años sesenta el economista brasileño Celso Furtado cuando se refiere a las inversiones extranjeras directas en el sector industrial, que en su mayor parte se concentraron en la Argentina, Brasil y México: “Entre 1955 y 1968, las ganancias de las subsidiarias de empresas norteamericanas en América Latina por derechos de patentes y asistencia técnica representaron el 56% de las ganancias remitidas a sus casas matrices” (Furtado, 1970: 204). La ciencia y la tecnología no son en los años sesenta un problema menor para la región.

Es en este contexto que la CNEA desarrolla reactores de investigación, que promueven la conformación de un sistema de proveedores locales —en la construcción del RA-3 habían participado 67 empresas argentinas (CNEA, 1967: 16-17)— y se propone dar un salto cualitativo para comenzar a pensar en una industria nuclear nacional alrededor de la construcción de la primera central de potencia en manos de la empresa alemana Siemens, además de avanzar sobre sus propias instalaciones para el procesamiento de uranio, producir radioisótopos para abastecer la demanda local, principalmente para medicina y agro, reprocesar medio gramo de plutonio y comenzar a desarrollar la tecnología para la producción de agua pesada. A partir de la experiencia del crecimiento incremental y la densidad y diversificación de la trama del desarrollo nuclear, Sabato y Natalio Botana conciben un esquema teórico que, luego de identificar las debilidades socioculturales, económicas, financieras, políticas y científicas, sea capaz de orientar una posible política tecnológica de escala nacional.

Sabato y Botana explican que la experiencia histórica demuestra que “la acción de insertar la ciencia y la tecnología en la trama misma del desarrollo” es “el resultado de la acción múltiple y coordinada de tres elementos fundamentales (...): el gobierno, la estructura productiva y la infraestructura científico-tecnológica”. Considerando “el carácter mixto de las economías latinoamericanas, en donde el sector público es parte importante de la estructura productiva, el vértice-gobierno tendría en sus manos un campo de experiencia sumamente interesante”. La propuesta es replicar lo hecho en el sector nuclear a partir del impulso de “triángulos sectoriales” en “algunos de los grandes conglomerados que componen el sector público”, como petróleo, siderurgia o energía. Concluyen los autores: “Movilizando inteligencias y voluntades, el triángulo sectorial actuaría como un polo de integración de investigadores que, en muchos sentidos, están alienados de nuestras realidades nacionales, otorgando un sentido social a la existencia del individuo y garantizando el desarrollo de su vocación” (Sabato y Botana, 2011 [1968]: 219-220, 228-229, 231).

“Esta patética clase dirigente que nos gobierna”

La frustración política, el deterioro de la economía y el levantamiento de obreros y estudiantes en la provincia de Córdoba, a fines de mayo de 1969, derivaron un año más tarde en la destitución de Onganía y en su reemplazo por el general Roberto Levingston. El nuevo presidente de facto nombró como ministro de Obras Públicas y pocos meses más tarde como ministro de Economía a Aldo Ferrer, economista vinculado con el pensamiento económico estructuralista de la CEPAL, partidario del fortalecimiento del Estado y de la industria nacional. Ferrer nombró a Sabato, en agosto de 1970, presidente de SEGBA (Servicios Eléctricos del Gran Buenos Aires).

Con la experiencia del sector nuclear, Sabato se propuso introducir innovaciones en el manejo de la empresa eléctrica, alrededor del concepto de “cogestión” y de la idea de crear una “Empresa Nacional de Investigación y Desarrollo Eléctrico” (ENIDE) para el desarrollo local de tecnología eléctrica. Sin embargo, cuando a los pocos meses Levingston fue reemplazado por el general Alejandro Lanusse, Sabato renunció: “Mi gestión en la presidencia de SEGBA cesó bruscamente cuando renuncié ante rumores de una intervención que se concretó horas después de mi renuncia”, explicaba en su libro *SEGBA: Cogestión y Banco Mundial*, y agregaba: “Tengo sin embargo una razón que creo importante para contar con algún detalle lo ocurrido con SEGBA: la intervención fue realmente un acto histérico, y como tal puso claramente de manifiesto ciertas características patológicas de esta patética clase dirigente que nos gobierna”. Pese a las declaraciones de Lanusse en favor de la cogestión, “la junta de comandantes en jefe habría resuelto que se trataba de una experiencia peligrosa, no tanto por lo que pudiese ocurrir en SEGBA sino porque podría generar expectativas en otras empresas”, cuenta Sabato (1971: 135, 139).

Durante su gestión como ministro de Economía, Ferrer promulgó, en diciembre de 1970, la ley de “Compre Nacional”, que obligaba a las dependencias estatales a

adquirir bienes y servicios a firmas argentinas.⁵ Sabato y Wortman interpretaban que esta ley, que reemplazaba “con señaladas ventajas” al decreto de “Compre Argentino”, era el producto del “efecto de demostración” de Atucha, que “institucionalizó en forma terminante la ‘apertura de paquetes tecnológicos’”. Para demostrar esta afirmación citaban el mensaje del ministro de Economía al elevar la ley, que hacía referencia a “la profunda incidencia sobre la economía del país” del “poder de compra que concentra en su jurisdicción el Estado”. Una característica significativa de la ley de “Compre Nacional” se refería al ítem aludido como “Contrate Nacional”, que trataba, en palabras de Ferrer, “de no admitir créditos del exterior para estudios de factibilidad atados a la importación de la consultoría extranjera que implican, normalmente, diseñar y proyectar para lo importado”. Con referencia a este tipo de servicios de consultoría, también reconocía Ferrer que el desarrollo de un país “no solo reside en su acumulación de capital físico, sino tal vez en mayor medida, en la densidad de su capital intangible dado por el entrenamiento, los conocimientos, la experiencia y la capacidad de decisión y organización de sus profesionales y técnicos” (citado en: Sabato y Wortman, 1973: 74-75). Para Sabato y Wortman, estos objetivos reproducían exactamente lo que impulsaba el desarrollo del plan nuclear.

A pesar de esta orientación, el ritmo incierto que impuso la inflación y las demandas sectoriales a la economía, sumado a las divergencias entre el presidente y la junta de comandantes en jefe, motivaron la rápida expulsión de Levingston en marzo de 1971. En su reemplazo asumió el general Alejandro Lanusse (De Riz, 2000: 86-91). Razonaba Sabato por esos días:

(...) la crisis argentina no es un estado patológico, anormal, transitorio; la crisis es el estado normal de la Argentina, lo ha sido durante los últimos 40 años y lo más probable es que lo siga siendo por muchos años más. Es en esta Argentina en la que hay que hacer Metalurgia; esperar a que el país se arregle, es otra forma de escapismo (Sabato, 1972: 12).

En 1973, Sabato veía en “el agitado debate”, que se desencadenó alrededor del tipo de combustible –uranio natural versus uranio enriquecido– que debía alimentar a la central de Embalse, una “dramática muestra de la vigencia alcanzada por la energía atómica en la Argentina”. La polémica había impactado en “la cima misma del gobierno”, que ante la dificultad de la elección había resuelto “que se efectúen estudios complementarios” (Sabato, 1973b).

En diciembre de 1971, se abrió el llamado a ofertas para la segunda central de potencia. La evaluación fue realizada por 80 científicos e ingenieros de la CNEA. El dictamen fue elevado al Poder Ejecutivo. La central finalmente seleccionada consolidaba la línea del uranio natural. Entre los fundamentos decisivos, se mencionaba la manufactura nacional del combustible para las dos centrales de potencia. Ahora bien, como explicaba Sabato en un diario de Buenos Aires, esta decisión obligaba a “acelerar al máximo la instalación de las plantas industriales de procesamiento de mineral de uranio y de fabricación de los combustibles”. Pero aclaraba también que la opción del uranio natural no debía llevar a cancelar las investigaciones en pluto-

5 Ley N° 18.875 de diciembre de 1970.

nio o uranio enriquecido. La existencia de una planta piloto en la CNEA permitiría oportunamente “la introducción eventual de plutonio en los elementos combustibles de las plantas industriales”. En cuanto al uranio enriquecido, sostenía, “creo que la decisión tomada, justamente en la medida en que ratifica nuestra capacidad autónoma de decisión fortalece nuestra capacidad de negociación para eventualmente ingresar en proyectos tan audaces como el enriquecimiento y otros similares”. Por estas razones, hacía falta una intensa dedicación de nuestro país “que demostrara nuestra capacidad de manejar y mejorar esta tecnología”. Y concluía Sabato que “la independencia tecnológica merece esfuerzos y sacrificios” (Sabato, 1973b).

La tecnología como mercancía

El panorama del sector de ciencia y tecnología en la Argentina de comienzos de la década de 1970 no era muy alentador. En el momento más avanzado del proceso de industrialización, el ingeniero Alberto Aráoz, principal promotor de un censo científico impulsado por el gobierno a fines de los años sesenta, sostenía que “es relativamente pequeño el esfuerzo que el sistema científico argentino dedica a proyectos de ID [investigación y desarrollo] para objetivos industriales”, esto es, “menos del 6% del total de proyectos”. Aráoz concluía: “Si bien es cierto que las industrias dinámicas trabajan continuamente con tecnología importada, no deja de llamar la atención el magro apoyo del sistema científico”.

En este contexto, Sabato dedica algunos trabajos para comprender los procesos de comercialización de tecnología, que en el sistema económico “es una mercancía, una auténtica ‘commodity of commerce’”. Como “producto cultural” portador de “un conjunto muy complejo de propiedades”, Sabato destaca de la tecnología “su *dinamismo*, su *efecto multiplicador* y su *naturaleza social*”. Sin embargo, una clave es su elección: “Hay tecnologías más ‘tecnologizantes’ que otras. Tal el caso de la tecnología metal-mecánica, que propaga más cultura tecnológica que, por ejemplo, la tecnología textil; o la tecnología de ‘marketing’ de artículos electrodomésticos versus la de marketing de pan o lechuga, etc.” (Sabato, 1973c: 2, 8, 9; itálicas en el original).

El objetivo de Sabato es comprender la dinámica y las consecuencias del “comercio de tecnología entre los países desarrollados y los menos desarrollados”. En el proceso de desarrollo un país incorpora “más y más producción manufacturera propia”. Mientras se protege la producción con tarifas y aranceles aduaneros, “la tecnología que se importa va creciendo en volumen total y modificando su naturaleza: más tecnología desincorporada (patentes, licencias, marcas, ingeniería de diseño, planos, etc.) y más tecnología mixta (incorporada y desincorporada) por radicación de empresas extranjeras”. Sin embargo, el mercado de tecnología entre países más desarrollados y menos desarrollados “es un mercado muy imperfecto”:

El vendedor detenta una situación cuasi monopólica (...) gracias a un sistema de patentes que está estructurado y funciona para proteger al productor de Tecnología; posee información casi perfecta; el costo marginal de lo que exporta es muy bajo; controla la financiación directa de proveedores y utiliza al máximo (...) los créditos “atados”, emplea

mecanismos de penetración de efecto permanente como los acuerdos bilaterales de cooperación técnica; dispone de importantes recursos para publicidad, relaciones públicas, etc. (Sabato, 1973c: 10, 11, 15).

Como contrapartida,

(...) el comprador no produce tecnología, tiene poca información y escasa experiencia (...), debe afrontar un costo marginal (si quisiera desarrollar la tecnología por cuenta propia) alto y muy riesgoso, no dispone de fuentes locales de financiación –particularmente de divisas– y debe funcionar en un mercado de tecnologías sin tarifas ni aranceles que den protección a la producción propia de tecnología o que al menos regulen la tecnología que se importa (Sabato, 1973c: 15).

En este campo de fuerzas, las competencias y la experiencia de gestión juegan un papel crucial. El vendedor, “agresivo, bien entrenado, con capacidad de negociación, con apoyo de la embajada de su país de origen”, ofrece la tecnología “con la menor desagregación posible (...) lo que permite realizar un negocio mayor, disimular cláusulas ‘duras’ en una foresta de cláusulas más generales y mantener abierta la posibilidad de ir desagregando –o ‘abriendo el paquete’– a medida que le convenga” (Sabato, 1973c: 16).

A partir de este análisis, si desde el punto de vista sectorial la compra de un reactor de potencia parecía oponerse al proceso de profundización de la dependencia económica al crear un ámbito capaz de traccionar a la industria local, desde el punto de vista macroeconómico se trataba de una compra onerosa a una empresa extranjera. Es en esta angosta cornisa donde Sabato delinea los fundamentos de una política tecnológica con fuerte contenido pragmático, capaz de definir estrategias y objetivos dentro de una “lógica” sectorial, pero que encuentra serios obstáculos cuando se la intenta llevar al nivel macroeconómico.

Sensible a los límites de esta perspectiva, Sabato explicaba que comprar o vender una central nuclear de potencia “es mucho más que una simple operación comercial”. Para el país comprador e importador es así, “porque al hacerlo ingresa a la ‘era nuclear’, con todas sus implicancias y consecuencias políticas, técnicas y socioculturales” y, para el país vendedor y exportador, “porque significa la apertura de un nuevo mercado y también un camino para aumentar la influencia política sobre, y la penetración técnica y sociocultural en, el país que está comprando” (Sabato, 1973b: 35).

Terrorismo de Estado y desindustrialización

El esbozo biográfico de Carlos Martínez Vidal sobre Sabato es elocuente con respecto a la dimensión de la figura de Sabato durante la década de los setenta. En 1972, el International Development Research Centre (IDRC) de Canadá le concedió la Annual Senior Research Fellow. En ese marco trabajó en IDRC, Canadá, y en el Science Policy Research Unit (SPRU) de la Universidad de Sussex, Inglaterra. Ese mismo año, la Organización de los Estados Americanos le otorgó el Premio Programa Multinacional de Metalurgia por “su destacada acción en el desarrollo de la Metalurgia a nivel regional”. En 1977 y 1978 se desempeñó como profesor

visitante del Institut d'Histoire et de Sociopolitique des Sciences de la Universidad de Montréal, Canadá, y en 1979 el Woodrow Wilson Center for Scholars, Washington, lo invitó como Senior Research Fellow (Martínez Vidal, 1996: 19).

Con el inicio de la última dictadura, el desarrollo nuclear se aceleró. En los primeros meses de gestión el nuevo presidente de la CNEA, el capitán Carlos Castro Madero, sostuvo públicamente que el monto estimado de inversiones en el área nuclear en los próximos diez años iba a ser “del orden de 5.500 millones de dólares” (Castro Madero, 1976a: 10). También sostuvo que la Argentina ya estaba capacitada para “asumir la responsabilidad de la dirección, construcción, montaje y puesta en operación de las próximas centrales”. El objetivo era liberar cuanto antes al país de los contratos “llave en mano” (Castro Madero, 1976b). En un contexto de terrorismo de Estado, desregulación y apertura de la economía, cooptación del Estado por parte de los grupos de capitales concentrados y desindustrialización, en el sector nuclear —como una realidad paralela que ponía en evidencia las contradicciones de la cúpula golpista— se pensó que era posible sostener la vigencia de los ideales industrialistas y de la autonomía tecnológica.

Durante este período, Sabato sumó a su línea de pensamiento, por un lado, una denuncia a las presiones de los países exportadores de tecnología nuclear y una defensa del desarrollo nuclear brasileño, antecedente temprano del acuerdo nuclear que iban a formalizar diez años más tarde los presidentes democráticos Raúl Alfonsín y José Sarney. Por otro lado, introdujo un componente crítico que apuntó a la opacidad de los procesos de toma de decisiones en el sector nuclear y, como colaborador de la revista *Humor*, estuvo entre los que comenzaron a cuestionar tempranamente a la dictadura.

Con referencia a las presiones internacionales sobre el desarrollo nuclear argentino, sostuvo que “la elección de la línea uranio natural-agua pesada significa también, necesariamente, reprocesar combustible quemado, para así obtener el plutonio imprescindible para desarrollar los combustibles a óxidos mixtos de plutonio-uranio que podrá emplear [la Argentina] en sus reactores futuros”. Agregaba: “Estas decisiones coherentes y racionales tropiezan con la firme oposición de los países centrales que, so pretexto de impedir la proliferación de armas nucleares, tratan de impedir a toda costa que los países en desarrollo alcancen pleno dominio de las técnicas de reprocesamiento y de enriquecimiento” (Sabato y Frydman, 1976: 61).

Incluso, por esos días, desafiando los vaticinios de los “analistas” internacionales, que auguraban una escalada nuclear en la región, Sabato defendió el plan nuclear de Brasil, su acuerdo con Alemania Federal y la “estricta racionalidad técnico-económica” que suponía que el país vecino dispusiera de “fuentes propias de uranio enriquecido y de facilidades propias para el reprocesamiento del combustible”. Su argumento aplicaba a Brasil los mismos principios de política nuclear que sostenía para la Argentina. Sabato infería que había fundamentos para sospechar que la actitud de EE.UU. no obedecía “al temor de la proliferación nuclear sino a causas de otra naturaleza, como podría ser su interés en establecer en forma definitiva el cartel nuclear”. Por estos motivos, la decisión de Brasil creaba “las condiciones para establecer con la Argentina una colaboración muy amplia (...) al tiempo que los fortificará frente a las presiones externas que hoy se ejercen

sobre Brasil y mañana lo serán sobre la Argentina”. Sabato citaba al politólogo brasileño Helio Jaguaribe: “La llave de la independencia de América Latina es el entendimiento argentino-brasileño (...). Y la llave del entendimiento argentino-brasileño es la cooperación nuclear” (Sabato, 1977: 13, 17).

En cuanto a la falta de apertura a la sociedad de las decisiones que guiaban el plan nuclear, Sabato intervino de forma decisiva en la disputa por la instalación de un repositorio de desechos radioactivos en el poblado de Gastre, en la provincia de Chubut. En febrero de 1982, técnicos de la Universidad Nacional de San Juan, convocados por la CNEA, sostenían que “el macizo granítico de Sierra del Medio era el lugar ideal para alojar definitivamente los residuos radioactivos” (citado en: Rodríguez Pardo, 2006: 14). Ese mismo mes Sabato sostenía en la prensa que “es importante que la opinión pública sea correctamente informada sobre algunos de sus aspectos significativos y tenga, eventualmente, oportunidad de expresarse al respecto”, y afirmaba que era necesario “un amplio debate”. Luego de explicar las complejidades del tema –“justamente por ello está en discusión en el mundo entero”–, sostenía:

Pese a mi gran respeto por la competencia técnica de la CNEA, y por su seriedad y responsabilidad, me permito llamar la atención sobre el hecho de que en ningún país democrático se ha podido llegar hasta el momento a una decisión sobre lo que es un lugar seguro y una instalación segura para depositar los residuos nucleares.

Dado que “no hay una solución técnica probada”, resultaba “de la mayor importancia disponer de la máxima información sobre la propuesta de la CNEA”. A continuación, Sabato presentaba una lista de once preguntas, que iban desde la necesidad de conocer qué cantidad de residuos por año se proyectaba almacenar, la composición de los residuos y sus características, información sobre la tecnología de encapsulamiento, qué estudios se habían realizado, qué “seguridades hay de que el agua no tendrá acceso al depósito” y cómo se controlaría, el tamaño de la instalación y si se proyectaba recibir residuos de otros países (Sabato, 1982).

Por último, Sabato también tuvo una participación destacada en la crítica a la dictadura. En 1977 comenzó a denunciar públicamente al régimen militar. A mediados de 1983, cuando la dictadura se encontraba en retirada, Sabato apoyó implícitamente algunos aspectos de la gestión de Castro Madero al defender los esfuerzos realizados por esta institución para evitar la fuga de cerebros, “a diferencia de lo ocurrido en otras instituciones, que simplemente prefieren ignorarlo”. Aunque, si bien reconocía que a lo largo de toda su historia, la CNEA “ha realizado toda clase de esfuerzos para minimizar –en su seno– la persecución política e ideológica”, también precisaba:

No pudo escapar, claro está, a su cuota de desaparecidos, científicos competentes y estudiantes aventajados (...). Pero se alega que el número es reducido (?), lo que por supuesto no es más que un consuelo idiota, hipócrita e inhumano, pero consuelo al fin, sobre todo cuando uno mira a su alrededor. Y que explica –aunque por supuesto no justifica– que ello no haya afectado seriamente la realización de planes y programas. Seguramente,

por esa retorcida gimnasia de la ética que Solzhenitsyn ha descripto tan magistralmente en *El Primer Círculo* (Sabato, 1983: 140).

La tecnología como portadora de valores

En términos generales, los últimos años de la trayectoria intelectual de Jorge Sabato pueden caracterizarse por el esfuerzo de aportar una visión integradora que incluyó una lectura crítica de las ideas centrales de lo que años más tarde se iba a aludir como “economía de la innovación” –representada en autores como Christopher Freeman, Nathan Rosenberg o Richard Nelson, entre los más visibles– y algunos elementos de economía marxista en el contexto de los países de la región. La obra representativa de este período es el libro *La producción de tecnología: autónoma o transnacional*, publicado en México en 1982, en coautoría con Michael Mackenzie, investigador canadiense que entonces escribía su tesis doctoral. Este esfuerzo de teorización y síntesis giró en torno al lugar central del Estado en los países periféricos –especialmente de las empresas estatales que en la región “operan en industrias tan dinámicas como la siderurgia, el petróleo, la energía eléctrica, la energía nuclear, la industria naval, la industria ferroviaria, las comunicaciones, etc.”–, la necesidad de articular sus sistemas productivos y sus capacidades para la elaboración y gestión de políticas tecnológicas frente a la coerción ejercida por los marcos regulatorios internacionales y el papel de las empresas transnacionales en las actividades de I+D (Sabato y Mackenzie, 1982: 245).

En este libro Sabato propone un análisis que enfatiza categorías como “paquete tecnológico” –no como mera metáfora sino como unidad de análisis–, “fábrica de tecnología” y “flujo tecnológico”. Allí analiza la “importación ciega”, que conduce “a una alienación social y cultural de los países importadores”, de la “capacidad tecnológica autónoma”, entendida como la “capacidad [de un país] para definir, establecer y controlar la mezcla de tecnología (tecnología nacional-tecnología importada) más apropiada y conveniente para satisfacer sus propios intereses”. Una de las claves para Sabato es comprender que “la política tecnológica integra la política económica”. De la “plena compatibilidad” de ambas deben extraerse los criterios “para poder así evaluar el ‘grado de dependencia tecnológica’ ya existente en el sector y compararla con la que se desea que haya”. Explican Sabato y Mackenzie:

La tecnología no es neutra: con ella se transmiten los valores y las relaciones de producción imperantes en la sociedad donde se origina. Por lo tanto, su importación sin una previa fijación de criterios –particularmente dentro del actual sistema de propiedad industrial y sin una adecuada legislación sobre inversión extranjera– conduce a una concentración de poder económico y político en los países exportadores y a una alienación social y cultural de los países importadores a través de la “reproducción” de valores importados (Sabato y Mackenzie, 1982: 220).

Una conclusión del libro es “que sería de gran importancia para América Latina la introducción del nuevo modo de producción de tecnología mediante la instalación de fábricas y empresas de tecnología en todos los sectores en que sea

posible”, a partir de tres prioridades: “aumentar la capacidad autónoma, en América Latina”, desarrollar y utilizar “las tecnologías imprescindibles para atender las necesidades básicas de la población (alimentación, vivienda, salud, educación, etcétera)” y “promover y llevar a la práctica la cooperación tecnológica entre los países de la región” (Sabato y Mackenzie, 1982: 244).

El 30 de octubre de 1983 Raúl Alfonsín ganó las elecciones presidenciales y la asunción sería el 10 de diciembre. Sabato quedaría al frente de la Secretaría de Ciencia y Técnica que esperaba crear el gobierno democrático. Para el 18 de noviembre estaba programado el anuncio público que iba a informar sobre el éxito en el desarrollo de la tecnología de enriquecimiento de uranio por difusión gaseosa y la existencia de las instalaciones de Pilcaniyeu, a 50 km de Bariloche. No sin ironía, dos días antes de esta fecha, el 16 de noviembre, moría Jorge Sabato, la figura más significativa y emblemática de la cultura nuclear y de la búsqueda de la independencia tecnológica y uno de los intelectuales latinoamericanos más originales e incisivos en la comprensión de lo que debe ser una política tecnológica para un país en desarrollo.

A tres décadas de su muerte, embarcada la Argentina en un nuevo intento de destransnacionalizar su economía y de completar el ciclo de industrialización, el pensamiento de Sabato retorna con la vitalidad de un clásico.

San Martín, octubre de 2013.

Bibliografía

- Alegría, J. L.; Csik, B. J.; Nasijleti, E. V.; Papadópolos, C. C. y Quihillalt, O. A. (1964). "La contribución de la energía nuclear a la solución del problema energético argentino", *Informe N° 115*. Buenos Aires, CNEA.
- Aráoz, A. (1973). "¿Qué hace el sistema científico por la industria en Argentina?", *Ciencia Nueva* N° 26, pp. 50-55.
- Blomstrom, M. y Hettne, B. (1984). *Development Theory in Transition: The Dependency Debate and Beyond—Third World Responses*. London, Zed Books.
- Cardoso, F. y Faletto, E. (2003) [1969]. *Dependencia y desarrollo en América Latina*. Buenos Aires, Siglo XXI.
- Castro Madero, C. (1976a). "Comisión Nacional de Energía Atómica. Sus planes", *Industria y Química* N° 238, pp. 10-12.
- (1962). "Argentina. Política nuclear", *Estrategia* N° 42, 1976b, pp. 42-47.
- CNEA *Boletín Informativo*, año 6, N° 4.
- (1967). *Informe sobre el RA-3. Reactor nuclear de experimentación y producción*. Buenos Aires, CNEA.
- De Riz, L. (2000). *La política en suspenso: 1966-1976*. Buenos Aires, Paidós.
- Dos Santos, T. (1975) [1970]. "La crisis de la teoría del desarrollo y las relaciones de dependencia en América Latina", en: *La dependencia político-económica de América Latina*. México D. F., Siglo XXI, pp. 147-187.
- Furtado, C. (1970). *Economic Development of Latin America*. Cambridge, Cambridge University Press.
- (1984). *El desarrollo económico: un mito*. México D. F., Siglo XXI.
- La Nación (1965) [1975]. "Una central nuclear para el suministro de la electricidad", 27 de enero, p. 1.
- Martínez Vidal, Carlos (1994). "Jorge Alberto Sabato: una vida", en Ciapuscio, H. (comp.): *Repensando la política tecnológica. Homenaje a Jorge A. Sabato*. Buenos Aires, Nueva Visión, pp. 79-102.
- (1996). "Idealista entre pragmáticos y humanista entre tecnólogos", en: *Sabato en CNEA*. Buenos Aires, CNEA, pp. 3-24.
- O'Donnell, G. (2009) [1982]. *El Estado burocrático autoritario*. Buenos Aires, Prometeo.
- Rapoport, M. (2007). *Historia económica, política y social de la Argentina (1880-2003)*. Buenos Aires, Emecé.
- Rodríguez Pardo, J. (2006). *En la Patagonia No. Crónica de la epopeya antinuclear de Gastre. Veinte años de movilizaciones que impidieron el basurero atómico en Chubut*. El Bolsón, s/e.
- Rostow, Walt Whitman (1960). *The stages of Economic Growth: a non-communist manifesto*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Sabato, J. (1962). "La formación de especialistas en metalurgia en la Argentina", *Ciencia Interamericana*, Vol. 3, N° 1, pp. 8-11.
- (1964). "Plan de actividades del Departamento de Metalurgia de la Comisión Nacional de Energía Atómica, Argentina", *Conferencia de Expertos Latinoameri-*

canos en Metalurgia de Transformación, Buenos Aires, CNEA-OEA-INTI-US Air Force Office of Scientific Research, agosto 18-23.

— (1968). “Energía Atómica en Argentina”, *Estudios Internacionales*, Vol. 2, Nº 3 (octubre / diciembre), pp. 332-357.

— (1971). *SEGBA: Cogestión y Banco Mundial*. Buenos Aires, Editorial Guillermo Juárez.

— (1972). “Quince años de metalurgia en la Comisión Nacional de Energía Atómica”, *Ciencia Nueva*, año 3, Nº 15, pp. 7-15.

— (1973a). “Atomic Energy in Argentina: a Case Study”, *World Development*, Vol. 1, Nº 8, pp. 23-38.

— (1973b). “La mayoría de edad”, *Visión*, 24 de marzo, pp. 28-36.

— (1973c). “El comercio de tecnología”, *Programa de transferencia*, Bariloche, Fundación Bariloche.

— (1977). “El plan nuclear brasileño y la bomba atómica”, *Criterio* Nº 1765 (junio), pp. 13-17.

— (1982). “Bases para un debate sobre los residuos nucleares”, *Clarín*, 27 de marzo, p. 13.

— (1983). “El misterio atómico”, en: *Ensayos con Humor*. Buenos Aires, Ediciones de la Urraca, pp. 138-141.

Sabato, J. y Botana, N. (2011) [1968]. “La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina”, en Sabato, J. (comp.): *El pensamiento latinoamericano en la problemática ciencia-tecnología-desarrollo-dependencia*. Buenos Aires, MINCyT y Ediciones Biblioteca Nacional, pp. 215-221.

Sabato, J. y Frydman, R. (1976). “La energía nuclear en América Latina”, *Estrategia* Nº 42, pp. 54-62.

Sabato, J. y Mackenzie, M. (1982). *La producción de tecnología: autónoma o transnacional*. México D. F., Nueva Imagen.

Sabato, J. y Wortman, O. (1973). “Apertura del paquete tecnológico para la central nuclear de Atucha (Argentina)”, *Seminario sobre “Métodos de Evaluación de Tecnología”*, OEA, Washington D. C., Doc. OEA-SG/P.1 PPTT/7.d, pp. 29-95.

Schvarzer, J. (2000). *La industria que supimos conseguir. Una historia político-social de la industria argentina*. Buenos Aires, Ediciones Cooperativas.

So, A. (1990). *Social Change and Development. Modernization, Dependency and World-System Theories*. Newsbury, Sage Publications.

LA FORMACIÓN DE ESPECIALISTAS EN METALURGIA EN LA ARGENTINA¹

Evolución y estado actual de la metalurgia

Para comprender mejor lo que está ocurriendo en estos momentos en el campo de la metalurgia, nada más ilustrativo que analizar con algún detalle lo ocurrido hace unos sesenta años, cuando a través de una profunda revolución conceptual la artesanía metalúrgica se transformó en actividad científica. Hasta ese momento los metales, conocidos por la humanidad desde hacía algunos miles de años, eran manufacturados y transformados según reglas empíricas, generalmente secretas y muy similares a los procedimientos de los alquimistas de la Edad Media. Operaciones industriales tan corrientes hoy como los tratamientos térmicos eran o bien desconocidos o realizados con limitaciones tales que “templar aceros” era una operación realizable solamente si se empleaba el agua de “ciertas” regiones. Entonces la fisicoquímica irrumpe en el campo de la metalurgia de transformación y una poderosa herramienta teórica –la regla de las fases, que Gibbs había enunciado en 1876–, con el auxilio de dos herramientas prácticas, la termocupla y el microscopio metalográfico, produce un rápido y profundo cambio en el panorama de metales y aleaciones.

En 1885, Roozeboom aplicó, en Alemania, por primera vez la regla de las fases al estudio de las aleaciones. En 1880, Osmond –también en Alemania– analizó sistemáticamente los puntos críticos de las transformaciones en los aceros. En 1888, Le Chatelier fabricó, en Francia, la primera termocupla apta para ser empleada en investigaciones. En 1886, en Inglaterra, Sorby publicó el primer trabajo completo en metalografía de hierro y acero, un verdadero atlas fotomicrográfico. Martens, Heyn y Tammann, en Alemania; Roberts-Austen y Rosenhain, en Inglaterra; Sauveur, en Estados Unidos, son los nombres de otros grandes metalurgistas que, en poco menos de veinte años, completaron esta revolución.

Sería ocioso analizar las consecuencias económicas de aquella revolución conceptual realizada a comienzos de siglo. Creo que bastará con decir que toda la tecnología actual de la metalurgia de transformación fue originada entonces y que los conocimientos científicos que allí se produjeron son el fundamento de todos los procesos industriales vigentes hoy. Pero hay un aspecto que sí deseo especialmente subrayar: hubo entonces dos países jóvenes, dos recién llegados a la re-

¹ Trabajo publicado en *Ciencia Interamericana*. Washington D. C., Pan American Union, Vol 13, Nº 1, 1962.

volución industrial –Estados Unidos y Japón– que comprendieron perfectamente la extraordinaria coyuntura histórico-científica que se les presentaba, la oportunidad única de dar un gran salto cualitativo y lanzarse de lleno al desarrollo de la nueva tecnología. La metalurgia estaba dejando de ser arte para transformarse en técnica y lo que importaba mucho más entonces era la capacidad de entender y de hacer ciencia que las recetas empíricas y los secretos artesanales.

Vuelve ahora a presentarse una situación similar: en los últimos años, nuevos productos metalúrgicos se incorporaron a nuestra vida cotidiana, tales como transformadores, ferritas, aleaciones para muy altas temperaturas, compuestos intermetálicos para nuevas técnicas de refrigeración, materiales magnéticos más sensibles, etc. Y ellos no son más que los primeros productos industriales, los primeros resultados, prácticos y económicos, de la nueva revolución científica que está en desarrollo en el campo de la metalurgia.

Así como la fisicoquímica fue la responsable fundamental de los cambios ocurridos en la primera etapa, la física del estado sólido está en la base misma de todo lo que ocurre ahora en metalurgia de transformación. Por eso, no es posible precisar cuándo comienza esa nueva etapa: numerosos resultados de la física de los últimos 25 años, y su entrecruzamiento, llevan a plantear los problemas metalúrgicos en forma radicalmente diferente de lo que ya se había convertido en tradición. Una sintética historia de la teoría de las dislocaciones permitirá comprender mejor el nuevo enfoque.

Metales y aleaciones poseen ciertas propiedades mecánicas a las que deben la mayor parte de su valor industrial: ductilidad, fragilidad, fluencia, etc. Y si bien se trata de las propiedades metálicas más antiguas, hacia 1930-1940 prácticamente nada se sabía respecto de por qué un metal se endurece por trabajado y por qué en ciertas condiciones un acero dúctil se transforma en frágil. Se carecía de respuesta para estas preguntas simplemente porque no se había elaborado un modelo teórico de esas propiedades que permitiera reducirlos a propiedades más fundamentales, aún tales como la estructura del metal, las fuerzas interatómicas, etc.

Hacia 1930 algunos investigadores trataron de construir ese modelo partiendo del conocimiento de la estructura cristalina de un metal –conocimiento que se había elaborado a partir de 1915 gracias a las investigaciones realizadas con rayos X– y formulando algunas hipótesis respecto del valor de las fuerzas interatómicas. Durante algunos años los resultados fueron desalentadores: siempre resultaba que los metales reales eran unas mil veces más débiles que el modelo. Dicho en otras palabras, de acuerdo con el modelo teórico, la resistencia mecánica de un metal debería ser mil veces mayor que la del metal real más fuerte. En 1934, Polanyi, Orowan y Taylor, simultánea pero independientemente, dieron salida a esta encrucijada, postulando que la estructura cristalina de un metal no es perfecta.

Los defectos de red, a los que Polanyi llamó dislocaciones, permiten que una capa atómica deslice sobre otra –y de tal manera que el metal se deforme– mucho más fácilmente que si no hubiera defecto. Una imagen simple para ilustrar mejor este concepto: si se desea mover una gran alfombra sobre el piso,

resulta más difícil si se la arrastra —con lo que la alfombra constituye un todo rígido— que si se la hace resbalar, ya que esto provoca artificialmente una ondulación que recorre toda la alfombra. El concepto de dislocación nació como un postulado necesario para dar consistencia a un modelo teórico, pero hubo que esperar hasta 1948 para obtener la prueba experimental de su existencia. La teoría de dislocaciones alcanzó un desarrollo tal que hoy sería casi imposible realizar una investigación en metalurgia física sin su auxilio. Fatiga, *creep*, fractura frágil y dúctil, endurecimiento, daño por radiación, solidificación de metales y aleaciones, tratamientos térmicos, entre otros, son algunos de los múltiples campos de la investigación metalúrgica donde las dislocaciones produjeron un avance notable en muy pocos años, y todo hace pensar que recién estamos en la frontera de un inmenso territorio desconocido.

Simultáneamente, el arsenal experimental se enriqueció enormemente: la microscopía óptica amplió su alcance con la aplicación de nuevos métodos para la preparación de superficies (pulido electrolítico) y de nuevas herramientas ópticas, como la interferometría, el contraste de fase, etc.; la difracción de electrones y la difracción de neutrones llevaron, por fin, el dominio de lo microscópico hasta sus últimas consecuencias; las técnicas de producción de muy baja y muy altas temperaturas, de vacío ultraelevado, de análisis químico, de empleo de isótopos radiactivos y otros se incorporaron definitivamente al instrumental de investigación de la metalurgia de transformación.

Algunos objetivos de la metalurgia

Una breve enumeración de algunos de los objetivos actualmente en investigación en los laboratorios más importantes del mundo permitirá apreciar mucho mejor el alcance de lo que está ocurriendo:

- Desarrollo de técnicas de investigación más sensibles y específicas.
- Comportamiento de metales a temperaturas muy elevadas.
- Deformación de compuestos intermetálicos, cerámicas, cristales iónicos.
- Influencia de altas presiones de las reacciones de estado sólido.
- Influencia de los factores externos en la deformación y fractura de metales.
- Desarrollo de materiales electrónicos para altas temperaturas.
- Micro mecanismos de fatiga.
- Mecanismos de deformación en metales “frágiles”: berilio, cromo, fase sigma, etc.
- Problemas de protección superficial.
- Estudio crítico de procesos tradicionales: laminación, trefilación, solidificación, extrusión, estirado, estampado, doblado, corte.
- Estudio sistemático de la estructura y propiedades de compuestos intermetálicos de muy alta pureza.
- Mecanismos y cinética de las transformaciones de fases en sistemas cerámicos y relación entre la estructura y las propiedades químicas con las propiedades dieléctricas, ferroeléctricas, ferromagnéticas o termoeléctricas.
- Efecto de la radiación nuclear sobre los mecanismos y cinética de la corrosión.

Experiencia argentina en la formación de metalurgistas

La Comisión Nacional de Energía Atómica de la Argentina comprobó en 1955, cuando creó su División de Metalurgia, que en ninguna universidad del país existía una carrera de ingeniería metalúrgica o de física metalúrgica. Tampoco había asignaturas específicas de metalurgia física o fisicoquímica de metales, en las carreras de ingeniería, física o química. Se planteaba además el problema de que el número de profesionales con experiencia metalúrgica en el país era escaso y la mayoría de ellos de formación cuasiempírica.

Se optó entonces por dar una formación básica moderna en física y fisicoquímica de metales en centros científicos extranjeros a un núcleo de graduados en ingeniería, química y física, para formar con ellos un plantel básico, en tanto se creaban las condiciones necesarias para formar los futuros metalurgistas en el país. Este núcleo, unos 20 en total, fue entrenado por períodos durante dos años en el *Physical Metallurgy Department* de la Universidad de Birmingham, en el *Max Planck Institut für Metallforschung* de Stuttgart, en la *École des Mines* de París, en el *Metallurgy Department* de la Universidad de Illinois, en la *Metallurgy Division* del *Argonne National Laboratory*, etc.

Simultáneamente se organizaron en el seno de la CNEA, en 1956 y 1958, cursos para graduados con la colaboración de los pocos expertos con que contaba el país y de diversos profesores extranjeros que dictaron cursos trimestrales. Este primer ciclo de emergencia quedó completado en 1960, y su resultado fue el actual Departamento de Metalurgia de la CNEA, integrado por dos divisiones, 12 secciones, 25 profesionales, 50 técnicos, 1.500 m² de edificios, 40 millones de pesos en maquinarias y que en este momento tiene en desarrollo trabajos sobre tecnología de elementos combustibles, producción de la carga para el reactor RAEP, metalurgia física de metales nucleares, transformación mecánica de metales, y colabora también en la solución de problemas industriales.

Su primer fruto fue la fabricación de la carga de combustible nuclear para el reactor RA-1, el primero instalado en América Latina, y el único en su momento cuyo combustible y sus mecanismos de control no habían sido construidos por alguno de los cinco grandes de la energía nuclear. Ha desarrollado también el prototipo de combustible en varillas fabricadas en una sola operación, para la segunda carga del RA-1.

Este esfuerzo, si bien costoso en dinero y material humano, ha permitido salvar los 25 años durante los que nuestro país y nuestras universidades ignoraron el desarrollo científico de la tecnología metalúrgica, creando simultáneamente las condiciones mínimas necesarias para poder pasar a la etapa subsiguiente: la creación, fuera de la CNEA, de organismos estructural y racionalmente adecuados para la formación de metalurgistas con los sólidos conocimientos básicos, hoy necesarios para ejercitar esta tecnología en el campo de la energía nuclear.

Posibilidades actuales de entrenamiento en metalurgia

En nuestro país, en la actualidad, funcionan algunos centros universitarios donde se brinda formación en metalurgia. La Universidad Nacional de La Plata ofrece

desde hace pocos años la especialización de ingeniería metalúrgica, habiéndose graduado hasta la fecha solo tres profesionales de esta especialidad. La Universidad de Buenos Aires ha comenzado, en el corriente año, cursos de especialización en metalurgia, para graduados de diversas ramas de la ingeniería.

Un enfoque bastante diferente para el problema de la formación de metalurgistas ofrece el Instituto de Física de San Carlos de Bariloche, dependiente de la Universidad Nacional de Cuyo. Allí, durante los tres últimos semestres de la licenciatura en física, especialidad física del sólido, se ofrecen cursos de especialización en metalurgia física y se brinda al estudiante la posibilidad de realizar trabajos de investigación, ya sean teóricos o experimentales. Uno de los factores que contribuyen al éxito del Instituto de Física de Bariloche es la dedicación exclusiva, tanto de profesores como de estudiantes, para el desarrollo de estas actividades, lo que ha dado como resultado un fuerte espíritu de grupo, factor indispensable en un país como el nuestro, donde la investigación básica o aplicada carece de tradición histórica.

La CNEA, a través de su Departamento de Metalurgia, actuó y actúa en forma cooperativa con el grupo de física del sólido del Instituto de Física de San Carlos de Bariloche, por entender que allí se dan las condiciones óptimas para desarrollar la investigación metalúrgica básica en nuestro país. Hasta el momento, en tres promociones del Instituto, se han graduado diez licenciados en física, que desarrollan actualmente tareas de investigación y enseñanza en física del sólido y metalurgia física.

Independientemente, el Departamento de Metalurgia de la CNEA ha realizado, durante el año 1960, un curso para graduados a través de un convenio con la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad de Buenos Aires. Este curso fue dictado en forma cooperativa por los integrantes del plantel de profesionales del departamento en los laboratorios de este. Una selección rigurosa limitó el número de alumnos a 12, más un cierto número de oyentes, con dedicación casi exclusiva. Se ofrecieron cursos de plasticidad, solidificación, metalografía, tratamientos térmicos, rayos X, termodinámica de metales, etc. El nivel de las clases, así como el de los trabajos experimentales desarrollados, fue altamente satisfactorio.

Otra de las formas orgánicas por las cuales la CNEA propicia la formación integral de especialistas en metalurgia es la realización de trabajos de investigación, complementarios a sus programas de desarrollo, subvencionados mediante becas, y que se desempeñan con dedicación exclusiva. Actualmente hay 16 alumnos graduados en ciencias e ingeniería que colaboran en tales trabajos de investigación. Algunos de estos trabajos serán presentados como tesis de doctorado. A estos estudiantes graduados se les han organizado conferencias y seminarios, con el objeto de darles la formación metalúrgica que no obtuvieron en su país por la Universidad.

Curso Panamericano de Metalurgia

Para el año 1962, la CNEA, con la cooperación de la OEA y el OIEA (Organismo Internacional de Energía Atómica), ha organizado un curso panamericano de

metalurgia nuclear que se llevará a cabo en los laboratorios del Departamento de Metalurgia de la Comisión. Este curso abre un nuevo panorama en el desarrollo de la tecnología metalúrgica nuclear en América Latina, no solo por la jerarquía científica de los profesores que han sido invitados para realizarlo, sino por la capacidad de los alumnos, profesionales y graduados que han sido seleccionados.

Los alumnos deberán dedicarse *full-time* al curso, un régimen de cuarenta horas semanales de asistencia a clases teóricas y prácticas. Se dividió el curso en dos semestres lectivos: el primero de ellos se dedicará a aquellas materias básicas que configuran lo que se ha dado en llamar metalurgia física. Al cabo del este, los alumnos deberán rendir un examen eliminatorio. El segundo semestre es de formación tecnológica, con énfasis en las técnicas de interés para el desarrollo de elementos combustibles de reactores nucleares. La totalidad de los alumnos serán becados. Su número reducido —solo veinte— tiene por objeto que el conocimiento entre profesores y alumnos sea amplio, de modo que haya un verdadero aprendizaje a través de la convivencia en un ambiente de investigación.

Conclusión

La necesidad de formar metalurgistas nucleares ha significado para el país la oportunidad de despertar en nuestros claustros científicos una conciencia hasta hoy dormida, de la carencia de técnicos y científicos capacitados en una rama vital para el desarrollo de un país: la industria metalúrgica. Permitió también hacer un ensayo acelerado de formación básica en ciencias fundamentales y un claro dominio de los modernos desarrollos experimentales y teóricos en los campos de la química y la física del estado sólido capacitando a los futuros metalurgistas para enfrentar los más avanzados problemas que la metalurgia puede plantear. Esta ductilidad y amplitud de criterio que así se logra, es de vital importancia para aquellos países que se encuentran en las etapas intermedias de su evolución tecnológica.

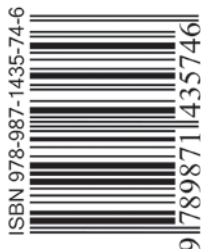
**COLECCIÓN
CIENCIA Y
TECNOLOGÍA**

Estado, política y gestión de la tecnología

Obras escogidas
(1962-1983)

Jorge A. Sabato

**Santiago Harriague
y Domingo Quilici**
(editores)



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
SAN MARTÍN

Tres décadas después de su fallecimiento, con el abandono del paradigma neoliberal luego de la crisis de 2001 y la recuperación de un proyecto de país industrial, el pensamiento de Jorge A. Sabato (1924-1983) no solo conserva vigencia, sino que se perfila como un elemento clave para superar la dependencia tecnológica de los países no industrializados y, en palabras suyas, “ayudar a la construcción de una sociedad plural, libre y democrática”.

Con el objeto de mostrar algunas de sus más importantes reflexiones junto con la evolución de su pensamiento y de su trayectoria profesional, este libro presenta una selección cronológica de sus artículos. Posicionado a favor de la industrialización sustitutiva, Sabato fomentó políticas públicas en pos de un desarrollo tecnológico autónomo. En calidad de tecnólogo, concibió la metalurgia como un vehículo de transformación de la industria local; más tarde, a comienzos de los años setenta, siendo el promotor más visible y consistente de una estrategia de desarrollo del sector nuclear, ubicó a la Argentina en un lugar de liderazgo regional; y, finalmente, como referente internacional, promovió políticas tecnológicas para países en desarrollo.



UNSAM
EDITA