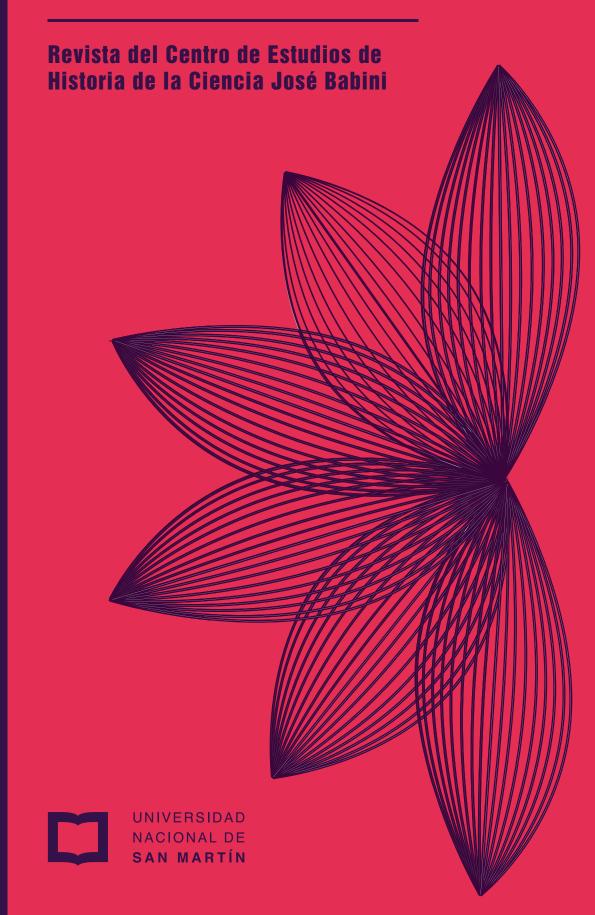
ISSN 2451-7658

Publicación electrónica semestral

# Año 1 / 2 / septiembre de 2018

# SABERY TIEMPO





### UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

Rector: Carlos Creco

Vicerrector: Alberto Carlos Frasch

Dirección General Ejecutiva Lectura Mundi: Mario Greco

### SABER Y TIEMPO

ISSN 2451-7658

Director: Pablo Souza

Codirectora: Cecilia Gargano Secretario: Agustín Píaz

Secretario de redacción: Roberto Tagashira

Prosecretarios de Redacción: Paula García Pastor y

María José Fernández

Editor responsable: Centro de Estudios de Historia de la

Ciencia José Babini

Redacción: Martín de Irigoyen 3100 (CP 1650), San Martín,

Prov. de Buenos Aires

revistasaberytiempo@gmail.com

www.unsam.edu.ar/escuelas/humanidades/

Domicilio legal: Yapeyú 2068, San Martín (B1650BHJ),

Prov. de Buenos Aires

### **COMITÉ ACADÉMICO**

Dra. Ana Vara, Centro Babini, UNSAM

Dr. Diego Hurtado, Centro Babini, UNSAM – CONICET

Dra. Cecilia Gargano, Centro Babini, UNSAM – CONICET

Dr. Ricardo Leandri, Instituto de Historia, CSIC - Madrid

Dra. Karina Ramaciotti, Instituto Interdisciplinario de Investigaciones en Género, UBA – CONICET

Dr. Diego Armus, History Department, Swarthmore College,

**Harvard University** 

Dra. Ana Spivak L'Hoste, UNSAM – CONICET

Dr. José Gomez Di Vincenzo, Centro Babini, UNSAM

Mg. María José Fernández, Centro Babini, UNSAM

Dr. Antonio A. P. Videira, Centro Brasileiro de Pesquiza Física,

MCTI - Brasil

Mg. Paula García Pastor, Centro Babini, UNSAM

Dr. Leoncio López Ocon Cabrera, Instituto de Historia, CSIC – Madrid

Dr. Daniel Blinder, Centro Babini, UNSAM – CONICET

Dr. Adrián Carbonetti, Escuela de Historia, UNC – CONICET

Dr. Héctor Palma, Centro Babini, UNSAM

Dr. Pablo Souza, Centro Babini, UNSAM

5 | Editorial por Pablo Souza

### **DOSSIER**

- 11 | Introducción por Daniel Blinder
- 16 | La investigación espacial latinoamericana por Joanna Gocłowska-Bolek y Daniel Blinder
- 33 | Autonomía tecnoeconómica en la periferia por Ignacio De Angelis
- 56 | Actores internacionales en la promoción del desarrollo científico y tecnológico en la Argentina por Nerina Sarthou
- 79 | Potencialidades de la agenda de cooperación sur-sur en tecnología espacial por Vera, M. Nevia y Guglielminotti, Cristian
- 95 | ¿Es necesaria la guerra para el crecimiento económico? por Vernon W. Ruttan

### ARTÍCULOS

- 116 | Las mujeres en la Historia de la Ciencia y su ingreso en el aula de Matemática por Victoria Guerci
- 130 | Orígenes de la astronomía amateur en la Argentina por Santiago Paolantonio

### RESEÑAS

- 150 | Francisco Halbritter, Historia de la industria aeronáutica argentina (Tomo I) Libro reseñado por Carlos de la Vega
- 154 | Burke, Peter. ¿Qué es la historia del conocimiento? Cómo la información dispersa se ha convertido en saber consolidado a lo largo de la historia Libro reseñado por Ana María Vara
- 159 | Cecilia Gárgano (comp.). Ciencia y dictadura: trayectorias, agendas de investigación y políticas represivas en Argentina Libro reseñado por Pablo Souza

# **Editorial**

Con esta presentación ve luz pública nuestro segundo número en formato digital. Encabeza estas páginas un dossier *titulado Relaciones internacionales, Ciencia y Tecnología*, compilado por Daniel Blinder docente e investigador de la Escuela de Humanidades de la UNSAM. La necesidad de explorar la fusión de campos temáticos afines como las relaciones internacionales y la historia social de la ciencia, la tecnología y la medicina se ha hecho evidente en las últimas décadas, por un movimiento confluyente proveniente de ambas áreas temáticas.

Desde el campo de las relaciones internacionales, el desarrollo de los regímenes de producción de saberes científicos, tecnológicos y médicos modernos –florecientes desde el período considerado en forma clásica como los años de la revolución científica— han suscitado una atención cada vez mayor, dado que esos regímenes de saberes han calado hondo en las relaciones de fuerzas políticas locales, regionales e internacionales.

Con mayor precisión aún, es la profundidad de ese calado lo que movilizó las agendas de investigaciones. Si la ciencia, la tecnología y la medicina son (y expresan) relaciones de poder, tanto entre sus grupos e instituciones de practicantes, como entre los países en que se inscriben, bien cabe preguntarse ¿Hasta qué punto esos saberes operan como el factor estratégico que asegura una ventaja comparativa a un país en el escenario internacional, sea que hablemos de relaciones económicas, políticas o militares? La pregunta opuesta no pasó desapercibida, como bien lo señala un verdadero clásico en la historia de la tecnología, a saber, *The Shock of de Old¹* de David Edgerton, traducido recientemente al castellano, como *Innovación y Tradición*: ¿En qué medida los saberes tecnocientíficos han sido identificados e invocados como la vía para que distintos tecno-nacionalismos periféricos y semiperiféricos pudiesen cuestionar las posiciones hegemónicas globales de los países centrales? Y si estos nobles objetivos de liberación y empoderamiento nacional y regional ya estuvieran en marcha, ¿se puede contar la tecnociencia como un abanico de saberes pretorianos para esa liberación regional en curso?

No menos cierto es que la agenda de las relaciones internacionales también se ha mostrado interesada por otras dimensiones distintas a la mirada conflictiva y bélica asociada al cultivo y uso de los regímenes de producción de saberes mencionados. En tal sentido, temas como la cooperación internacional entre países y bloques regionales asociados, han comenzado a despertar interés de distintos tipos de investigaciones. Desde la utilización de los recursos tecnológicos tendientes a cristalizar la construcción de infraestructura a escala nacional, hasta la circulación de saberes que aprovechen los desarrollos de áreas y nichos temáticos específico de cada país que componen un bloque regional, las preguntas por las formas y vías para aprovechar el "almuerzo gratis"<sup>2</sup>, que —según Joel Mokyr— trae el desarrollo

<sup>1</sup> Edgerton, David (2007) Innovación y Tradición. Historia de la Tecnología Moderna. Barcelona, Crítica.

<sup>2</sup> Mokyr, Joel (1990) La palanca de la riqueza. Creatividad tecnológica y progreso económico. Madrid,

tecnológico y el crecimiento económico, han comenzado a plantearse como factores de integración (o disrupción) regional. Frente a los portentosos desarrollos tecnocientificos nacionales que trajo consigo el transcurso del siglo XX en la era de la *Big Science*, la cooperación regional en medicina, ingenierías y ciencias pareciera ser un camino obligado aunque de resultados inciertos, para los países antaño dislocados del sistema científico y tecnológico moderno. En todo caso es importante subrayar que estas agendas de relaciones internacionales, son dinámicas y móviles—¿existirá una agenda científica que no lo sea?— y que han enriquecido una mirada clásica, basada en un culto algo rígido a la distinción entre temas de política internacional y política domestica de cada estado nación a considerar.

Por su parte desde el mundo de la historia social de la ciencia la puerta a los interrogantes sobre el papel de los regímenes de producción de saberes en la vida internacional, vino de la mano con la creciente importancia de la circulación de saberes científicos y tecnológicos. Como punto de capital importancia en esta consideración no se descartará la trascendencia de trabajos ya clásicos –por ejemplo, el de Lewys Pyenson, (1982) Cultural Imperialism and Exact Sciences: German Expansion Overseas 1900-19303- donde la nota dominante de la investigación estuvo puesta en el papel de la ciencia como una más de las fuerzas de dominio desplegadas por los países centrales, en especial los Big Four del imperialismo, que son al mismo tiempo los países más importantes en la escritura de la imagen clásica de la ciencia del período, a saber, Inglaterra, EEUU, Francia y Alemania. Por los mismos años la agenda de la historia de la ciencia sufría una crisis, de la cual saldrían modificada no solo los temas que componen la agenda, sino también el taxón de la disciplina, que hoy no se duda en reconocer como historia social de la ciencia. Y ese movimiento de renovación y cambio de agendas y de nombres está asociado a la publicación de un (aún) joven clásico de la disciplina como es el libro de Steven Shapin y Simon Schaffer (1985) Leviathan and de Air Pump<sup>4</sup>, recientemente homenajeado en la revista Isis, con un ciclo de revisión y comentario de referentes disciplinares, y luego, las respuestas por parte de los autores. "El leviatán" introdujo una serie de tópicos historiográficos entre los que destacó en primer lugar, el concepto de "estudios de controversias" a nivel metodológico; también el concepto de tecnologías experimentales, sociales y literarias, como parte de las practicas instrumentales, lingüísticas y escriturales de los miembros de la Royal Society de cara al debate abierto con la filosofía natural de cuño aristotélico. En especial, son las tecnologías literarias – las prácticas de codificación escritas, como el informe experimental – las que invitaron a pensar la vida experimental como un suceso complejo, polifónico, y en *movimiento*: los informes fueron escritos para hacer visible la bomba de vacío, a filósofos que no fueran testigos presenciales de los experimentos hechos con ella.

La agenda historiográfica que se abrió con posterioridad al "Leviatán" (cuyas ideas centrales fueron reelaboradas y complejizadas en un libro de Steven Shapin

Alianza (p. 18)

<sup>3</sup> Pyenson, Lewys (1982) Imperialismo cultural y ciencias exactas: Expansión alemana en el extranjero 1900–1930. NY, Peter Lang.

<sup>4</sup> Achbari A. (2017) "The Reviews of Leviathan and Air-Pump: A Survey". Isis 2017 108:1.

titulado Social History of Truth<sup>5</sup>, publicado en 1994), incluyó la problematización explícita de la circulación de saberes; en especial de la diversidad de tonalidades que esos saberes adquieren en contextos y regiones diversas. La "vida experimental" puesta en práctica en las ciudades metropolitanas de los países centrales en el mundo occidental, bien pueden ser saberes significados en forma distinta en contextos semi-periféricos y periféricos. Expansión del mundo imperial y del mercado mundial, fueron procesos que tensaron con fuerza el supuesto universalismo de la vida científica moderna. Ejemplo de este tipo de miradas historiográficas es el texto programático, escrito por James Secord y publicado en Isis en el año 2004<sup>6</sup>, entre cuyos ejes figuró repensar la producción científica desde el punto de vista del concepto de acción comunicativa, formulado por Habermas. Secord afirmaba allí que no quería crear nuevos subcampos o sumar "sidecars" temáticos a la historia de la ciencia clásica; antes bien buscaba pensar la ciencia como una fuerza en circulación y, más específicamente, tratar de rastrear los patrones de circulación de estas "cosas en movimiento", subrayando el carácter de práctica social, que posee la producción experimental.

Esta preocupación por los patrones de circulación —de una región a otra, de una clase social a otra, o de un sector de la sociedad a otro- dio una prolífica serie de dossiers en las revistas referenciales de las disciplinas implicadas. Cuentan entre ellos la sección Enfoques de la revista Isis organizada por Londa Schiebinger a principios de 2005, titulada Ciencia Colonial; un año más tarde John Krige y Kai-Enrik Barth dedicaron un dossier completo en el Vol. 21 de la revista Osiris a los trabajos hechos en historia de la tecnología y relaciones internacionales, titulado "Poder Global del Conocimiento. Ciencia y Tecnología en Asuntos Internacionales". Por su parte Harold Cook y Timothy Walker compilaron en el año 2013 para el Volumen 26 (3) de Social History of Medicine, el dossier titulado Medicina movilizada: comercio y curación en el atlántico moderno temprano. Es evidente en todos estos trabajos una preocupación creciente no solo por realizar un mapa de los itinerarios de saberes médicos, científicos y tecnológicos variados, sino también ilustrar con el mayor grado de complejidad posible, como esa variedad y movilidad de saberes estuvo asociada a relaciones de poder específicas, que no por ser históricas dejan de ser menos nítidas que otras prácticas. Y si bien estos trabajos dejarán sentado el rechazo a miradas mecánicas y reduccionistas respecto de la utilidad política de las ciencias, no es menos cierto que en perspectiva temporal esa relación existió, y ha contado en las naciones (auto) convocadas a la carrera por conquistar posiciones en el espacio imperial de fines de siglo XIX y principios de siglo XX, con férreos y devotos defensores. Así pues creemos que el lector preocupado por el papel de los saberes especializados en las políticas públicas y las relaciones internacionales, saldrá gratamente sorprendido por los artículos ofrecidos en el dossier compilado por el Dr. Daniel Blinder.

En la sección dedicada a los artículos originales presentamos dos trabajos a cargo

<sup>5</sup> Shapin, Steven (1994) Social History of Truth. Civility and Science in the Seventeenth-Century England. Chicago, University of Chicago Press

<sup>6</sup> Secord J. (2004) "Knowledge in Transit" Isis, Vol. 95, No. 4, pp. 654-672.

de Victoria Guerci y Santiago Paolantonio. Ambos textos nos proponen reflexionar sobre áreas temáticas axiales para nuestra disciplina, como son —respectivamente—los usos de la historia de la ciencia en el espacio áulico a la hora de abordar la enseñanza de matemática, y la aproximación a la compleja relación entre aficionados y profesionales en el desarrollo de las modernas disciplinas científicas, especialmente en la astronomía argentina.

En efecto, Victoria Guerci nos propone un trabajo que toma la historia de la matemática desde una perspectiva de género, como herramienta para la construcción de una secuencia didáctica de cara a la enseñanza en la escuela media local. Retomando la prolífica fusión de estudios de género, historia de la ciencia (en especial historia de la matemática) y estudios sociales en ciencia, tecnología y sociedad la autora nos propone el desafío de pensar modos y estrategias en que tales perspectivas tomen posición en los contenidos curriculares de la enseñanza local, punto a esta altura por demás olvidado y sin embargo de fundamental importancia en el viejo sueño de reducir las distancias en la brecha educativa, pero también en la brecha tecnológica local. La ingeniería didáctica como "esquema experimental" abierto a calibrar aquellas secuencias didácticas, aparece como un espacio de enorme potencial a la hora de incorporar saberes provenientes de las áreas temáticas.

Por su parte Santiago Paolantonio nos propone un trabajo sobre un tema que ha sido dejado de lado en las historias (e historiografías) de la ciencia clásicas, como es la relación entre los profesionales y los aficionados en los campos clásicos de la ciencia postrevolución científica, como por ejemplo la astronomía. Solo en forma muy reciente esta tensión ha sido reconocida, en obras tales como la Cambridge History of Science, con artículos dedicados a la popularización de las disciplinas clásicas, también a la relación entre amateurs y profesionales, durante los siglos XVIII y XIX. Así como tantos otros temas de la historia de la ciencia, la relación entre profesionales y aficionados, dejó los márgenes de la disciplina para ir ganando una cuidadosa atención por parte de las miradas historiográficas. No solo se comenzó a considerar el aporte cognitivo de los aficionados en un mundo dominado por las instituciones formales y los científicos profesionales, sino que la trayectoria histórica de los contornos, límites y bordes de ambas categorías, invitó a plantear preguntas fundamentales, como por ejemplo las formas misma de la practica científica. Por ejemplo ¿En qué medida son útiles modelos de producción y circulación de la ciencia, la tecnología y la medicina, donde el monopolio del saber está en manos de una elite dinámica - los acomodados miembros de la "república de las ciencias" – y su "difusión" a manos de un pasivo publico de aficionados y consumidores de los primeros? Este modelo que ha sido denominado por Fissell y Cooter<sup>7</sup> como el modelo del "huevo frito", no resiste una investigación histórica seria, nutrida de fuentes primarias poco tenidas en cuenta en las historias clásicas de las instituciones científicas formales. Paolantonio nos propone el desafío de seguir la trayectoria de la astronomía local, a través del aporte de nombres como Mossotti, Juan Carullo,

<sup>7</sup> Fissell, Mary y Cooter, Roger. (2003), "Exploring Natural Knowledge: Science and the Popular in the Eighteenth Century", pp. 145-179. En: R. Porter (ed.), *Cambridge History of Science, Vol. 4, Science in the Eighteenth Century*, Cambridge, Cambridge University Press.

SABER Y TIEMPO 1(2) ISSN 2451-7658

José Corti, Eduardo Roulet, Martín Gil, Luis Guerin entre otros, que contribuyeron al desarrollo de la frágil astronomía local, focalizada tradicionalmente sobre las instituciones señeras, como fueron los observatorios astronómicos de Córdoba y La Plata, estudiados desde hace mas de una década por Mariana Rieznik<sup>8</sup>.

Creemos que el conjunto de los trabajos ofrecen una mirada variada, diversa y de amplitud temática a los lectores interesados en la producción historiográfica dedicada a mapear la configuración de los modernos regímenes de producción de saberes. Es nuestra secreta esperanza que disfruten de ellos, y que sean la puerta de entrada a una lectura madura, reflexiva y crítica de la moderna historiografía social de la ciencia, la tecnología y la medicina.

Pablo Souza Docente e Investigador UNSAM/UNICEN/UBA

<sup>8</sup> Rieznik, Marina (2011) Los cielos del sur. Los observatorios astronómicos de Córdoba y de La Plata, 1870-1920, Rosario, Prohistoria.



## Introducción

Presentación al Dossier: Relaciones Internacionales, Ciencia y Tecnología

por Daniel Blinder

Escribir esta introducción a un *Dossier* sobre Relaciones Internacionales, Ciencia y Tecnología resulta todo un desafío, tanto como editarlo. Existen cientos de trabajos académicos que trabajan temas de relaciones internacionales por un lado, y temas de estudios de la ciencia y la tecnología desde distintas perspectivas, de otra. Sin embargo, muy pocos trabajos abordan con rigor la cuestión, ni se preguntan por la vinculación existente entre disciplinas. Las Relaciones Internacionales son una disciplina con una larga trayectoria, que los estudios sociales de la ciencia y la tecnología así como los históricos, no la toman en cuenta. Pero tampoco los estudios de Relaciones Internacionales, generalmente, conocen y trabajan con la bibliografía propia de esta disciplina. Sin embargo, hay trabajos académicos que, desde distintas disciplinas de ciencias sociales buscan estudiar la relación existente entre la política internacional y lo científico-tecnológico.

Cuando realicé la convocatoria a artículos para esta edición fueron muy pocas las respuestas que tuve, y muchas de ellas eran preguntas acerca de si los temas propuestos para este dossier correspondían para la convocatoria, tratándose de artículos que levemente trataban algún asunto internacional o vagamente algún tema de ciencia o tecnología. ¿Qué sucede que hay un vacío -por lo menos en idioma castellano- para estudiar los temas que presenta este número de *Saber y Tiempo*? Personalmente tengo varias publicaciones sobre el tema, pero tal como pasó con esta convocatoria, en congresos o publicaciones cuesta encasillar mi trabajo, habiendo investigado la política espacial de la República Argentina. Mi trabajo, como los aquí presentados, ¿corresponden a los estudios sociales de la ciencia, históricos, a la sociología, a la ciencia política, a las relaciones internacionales, o a la economía? Como me dijo una vez una persona a cargo de un importante evento académico: "Daniel, te pido que me sugieras especialistas en tus temas, porque me cuesta que sean evaluados". Así, muchas veces me han demorado a mi propio trabajo meses para darme una respuesta, puesto que nadie quería evaluarme.

Conocer las teorías más importantes sobre la política mundial, y notar que en ese ambiente que se está estudiando ha irrumpido algún descubrimiento científico, algún avance técnico, los robots, los drones, sistemas de armas, nuevas máquinas, no hace al analista un conocedor crítico y reflexivo sobre las propias prácticas y dinámicas que estos temas tienen. Pero tampoco espacializarse en los estudios sociales sobre ciencia hace al erudito un conocedor de lo internacional con sólo reconocer que existen dinámicas propias que exceden las relaciones de poder a escala nacional o global. Es sin dudas, todo un desafío.

### Teoría de RRII, y referencias tecnológicas

Existen distintos enfoques de las Relaciones Internacionales pero hay cuatro principales. El Realismo (que hace hincapié en el Estado como actor fundamental, el poder nacional, la anarquía en el sistema internacional, y el equilibrio de poder), el Liberalismo (hace hincapié en el Estado como actor principal, pero reconoce la influencia de las instituciones internacionales y otros actores no estatales como los actores subnacionales, privados, y con distintas agendas), el Marxismo (hace foco en la estructura desigual del sistema internacional y la explotación de los débiles por parte de los países poderosos), y el Constructivismo (con foco en "la construcción" del sistema internacional a partir de la acción y el discurso de los actores políticos internacionales) (Mingst, 2006).

El problema tecnológico ya aparece como un tema de las Relaciones Internacionales en el clásico del Realismo "Política entre las Naciones" (Morgenthau, 1986). En ese texto, se describen entre los varios elementos del poder nacional, a la capacidad industrial de un Estado, los aprestos militares, y a la tecnología. Así, señala Morgenthau que la industria y la tecnología bélica, que incluye a los transportes, las comunicaciones, la industria pesada, son elementos de poderío insoslayable: carreteras, ferrocarriles, camiones, barcos, aviones, tanques, misiles, están directamente vinculados a la capacidad productiva, la movilización de todos sus recursos económicos, que podrían movilizarse también para objetivos bélicos (Morgenthau, 1986: 154). Conjuntamente, la tecnología constituye un factor determinante en el momento de evaluar el poder, generando una diferencia notable entre quienes la dominan y quienes no, en la política mundial, más aún con el empleo del poder nuclear y los cambios que este trajo al sistema internacional (Morgenthau, 1986: 156-157).

También, el Liberalismo en las Relaciones Internacionales, aparece el factor tecnológico como importante, pero no solo como un medio de poder para la guerra o el poder duro estatal. La teoría de la Interdependencia Compleja postula que un modelo de cambio de régimen basado en el proceso económico es que el cambio tecnológico y el aumento de la interdependencia económica determinarán lo obsoleto de los regímenes internacionales de la Guerra Fría existentes. Estos serán obsoletos para desenvolverse con el volumen de intercambios o nuevas formas de organización, representadas, por ejemplo, por las corporaciones trasnacionales (Keohane y Nye, 1988: 61). Los regímenes, otros actores internacionales y la desjerarquización de la agenda, irrumpen para jugar un nuevo rol, en que el poder de los Estados, lo militar, etc., sigue teniendo un papel primordial mas no exclusivo, y cuyo resultado redunda en la complejización del sistema internacional y los actores que participan. Por ello, el factor tecnológico modificaría sustancialmente las relaciones entre los estados y en los estados, volviendo obsoletos los paradigmas que dieron origen al orden mundial tras el fin de la guerra en 1945 (Keohane y Nye, 1988).

La corriente marxista o radical tiene como uno de sus principales exponentes a Wallerstein que asegura en uno de sus escritos "un sistema mundial es un sistema social, un sistema que posee límites, estructuras, grupos, miembros, reglas de legitimación, y coherencia" (Wallerstein, 2005: 489). El sistema mundial, según el autor, es un "modo económico [que] se basa en el hecho de que los factores

económicos operan en el seno de una arena mayor de lo que cualquier entidad política puede controlar totalmente" (Wallerstein, 2005: 491), yendo más allá de las estructuras de los Estados-Nación, y forma espacios centrales, semiperiféricos y periféricos. Según esta clasificación, decimos que son Estados centrales aquellos más poderosos -económica y políticamente- en el sistema internacional. Esto quiere decir que son los países más dinámicos y desarrollados, económica y tecnológicamente, del sistema capitalista, pero que también presentan una estructura estatal con capacidad de influir en el sistema internacional de Estados, con un importante poder militar y diplomático. Son periféricas aquellas unidades estatales que no tienen poder económico ni político. Son por lo tanto, poco relevantes en el sistema internacional interestatal, y poco relevantes económicamente. Esto último no quiere decir que sean irrelevantes, son parte del sistema mundial y aportan al mismo principalmente materias primas y productos primarios. Son semiperiféricos aquellos países de la periferia con capacidad industrial, científica y tecnológica. Los Estados semiperiféricos tienen más relevancia política en el sistema interestatal que los periféricos.

Una característica de la semiperiferia desde la óptica de los países centrales es que al tener capacidad industrial y desarrollo científico y tecnológico, demandan tecnología de los países centrales que en última instancia podría resultar competencia para su mercado. Las tecnologías capital intensivas como la nuclear y la espacial son impulsadas solo por países centrales y minoritariamente por la semiperiferia. Son tecnologías sensibles que conforman mercados codiciados oligopólicamente por los países centrales. Por lo tanto, el desarrollo de este tipo de tecnologías para el sistema mundial podría resultar desestabilizador. Un país de la semiperiferia podría ser en el futuro aquel que se convierta en el centro del sistema internacional. En este proceso de ascenso en la jerarquía de los Estados, la tecnología, además del capital, es un factor central, garantizando la superioridad técnica, la vanguardia en el proceso de producción y la superioridad bélica. El enfoque constructivista, es retomado desde estudios desde la periferia para comprender los discursos producidos por distintos países en el sistema internacional, y la consecuente construcción del otro como actor en el sistema. No hay grandes referencias a la tecnología y el sistema internacional. Sin embargo, como constructo social, lo internacional y lo tecnológico van de la mano en tanto que dispositivos de poder político, militar y también de desarrollo. Por lo tanto, distintas disciplinas necesitan tomarse en cuenta a la hora de estudiar lo internacional y lo científico-tecnológico. El factor económico e histórico, el rol estatal en la política mundial, la geografía y la política y por lo tanto una visión geopolítica que abarque dimensiones de geoeconómica pero también hacia la consecución de una geopolítica crítica, lo sociológico, politológico y antropológico.

### ¿Qué lecturas se proponen?

Ignacio De Angelis nos propone una lectura de la dimensión científica y tecnológica en la discusión teórica de la autonomía como concepto de las relaciones internacionales para analizar la inserción de los países periféricos en el sistema internacional. El autor avanza en la caracterización del sistema internacional a partir de concepto de paradigma tecnoeconómico y el análisis del posicionamiento de América Latina en diferentes momentos históricos.

Por su parte, Nerina Sarthou nos propone explorar la participación de actores internacionales en la promoción del desarrollo científico y tecnológico en Argentina, específicamente, de los organismos intergubernamentales internacionales. El artículo presenta los enfoques teóricos desarrollados desde la disciplina de las Relaciones Internacionales para el estudio de los Organismos Internacionales, luego lleva a cabo un recorrido por la literatura que ha abordado el impacto del avance de la ciencia y tecnología en las relaciones internacionales con el objeto de revelar qué aspectos han sido destacados y explorados. También, el artículo presenta algunos estudios sobre la influencia de los Organismos Internacionales en la promoción científica y tecnológica en Argentina.

El trabajo de Nevia Vera y Cristian Guglielminotti analiza las potencialidades en cooperación del sistema espacial argentino con sus pares pertenecientes al mundo en desarrollo en un esquema de cooperación sur-sur. Se hace un breve recorrido por la historia de la cooperación sur-sur y la cooperación en ciencia y tecnología, teniendo en cuenta por qué es importante para una industria como la espacial explotar tales políticas; y luego los autores realizan un resumen de la historia espacial del país que ayude a entender los logros alcanzados, los cuales pueden ser explotados a través de los relacionamientos exteriores correctos. Conjuntamente, los autores realizan un análisis prospectivo en cuanto a las posibilidades de expansión del sector en la región.

También en este *dossier* presentamos el texto que he escrito en coautoría con Joanna Gocłowska-Bolek, en el que se describen y analizan algunas de las líneas de cooperación internacional de los países latinoamericanos que tienen como agenda el desarrollo de la tecnología espacial. En este trabajo se analizan brevemente las trayectorias de cada uno de los países en su política de utilización del espacio exterior y el desarrollo tecnológico para tal fin, y se presenta el andamiaje institucional que ha creado cada país de América Latina, ya sea mediante agencias espaciales, universidades, u otros organismos. En el artículo se trazan las líneas de cooperación entre estas instituciones nacionales y los distintos países con los que colaboran, trazando las relaciones existentes de política exterior y científica.

Por último, presentamos un texto traducido por primera vez de Vernon Ruttan llamado "¿Es la guerra necesaria para el crecimiento económico?" que propone una lectura diferente de la guerra como concepto central en la disciplina Relaciones Internacionales. Aquí, la tecnología bélica es abordada desde el desarrollo científico y tecnológico de un país. Un texto fundamental, que por no existir traducciones no es habitual lectura de los académicos argentinos.

### Referencias bibliográficas

Keohane, Robert y Nye, Joseph (1988). *Poder e Interdependencia. La política mundial en transición.* Buenos Aires, Grupo Editor Latinoamericano.

Mingst, Karen (2006). Los enfoques de las relaciones internacionales en Fundamentos de las

SABER Y TIEMPO 1(2) ISSN 2451-7658

Relaciones Internacionales. México, CIDE.

Morgenthau, Hans (1986). *Política entre las Nacionanes*. Buenos Aires, Grupo Editor Latinoamericano.

Wallerstein, I. (2005). El moderno sistema mundial, tomo I. México, Siglo XXI.

Wendt, Alexander (2005). "La anarquía es lo que los Estados hacen de ella. La construcción social de la política de poder", *Revista Académica de Relaciones Internacionales* N° 1.www. relacionesinternacionales.info/ojs/article/download/6/5.pdf [Consultado el 21/03/2016].

# La investigación espacial latinoamericana

Cooperación y desarrollo

Por Joanna Gocłowska-Bolek¹ y Daniel Blinder² Recibido: Julio de 2018. Aceptado: Septiembre de 2018

### Resumen

Las investigaciones espaciales en relación a las soluciones aplicadas son la fuente de la difusión de los conocimientos e innovaciones a otros ramos de la ciencia e industria, aunque al mismo tiempo requieren grandes recursos financieros que muchas veces superan las capacidades de los países latinoamericanos, cuyos presupuestos nacionales en ciencia y tecnología son muchos menores en comparación con los de las economías avanzadas. Actualmente, los estados nacionales se ven necesitados del uso de tecnologías cada vez más complejas y más costosas en materia espacial dadas las necesidades de políticas públicas de diversa índole. Con un mercado tecnológico tan sofisticado y en el que la fabricación de satélites y lanzadores es monopolio de unos pocos países, y que la adquisición y gestión de esos recursos constituye un desafío, por un lado es inevitable la competencia a escala global y por otro, fortalecer la cooperación en cuanto a las investigaciones con los socios extranjeros. En el artículo se presenta un estado del arte sobre el desarrollo espacial latinoamericano, hallándose principalmente que los dos países más desarrollados en el tema son Argentina y Brasil, y que los distintos países de la región tienen distinto grado de desarrollo. Se concluye que las investigaciones espaciales latinoamericanas constituyen un mecanismo eficaz de la construcción de los vínculos científicos entre los países de la región, como también la colaboración internacional, y de desenvolvimiento económico.

Palabras clave: América Latina, Brasil, Argentina, investigaciones espaciales, innovación, cooperación científica

<sup>1</sup> Profesora investigadora en el Centro de Análisis Político OAP, Universidad de Varsovia, Polonia. Economista y latinoamericanista especializada en temas de: desarrollo económico de los países latinoamericanos, integración económica en América Latina, relaciones económicas y políticas entre América Latina y la Unión Europea. Representante Oficial del Presidente de la Conferencia de los Rectores de las Escuelas Académicas de Polonia (CRASP) para América Latina. Ex-Directora del Centro de Estudios Latinoamericanos (CESLA) de la Universidad de Varsovia. j.goclowska-bolek@uw.edu.pl

<sup>2</sup> Profesor e Investigador del Centro de Estudios de Historia de la Ciencia y la Técnica José Babini, Universidad Nacional de San Martín. Politólogo, especialista en Relaciones Internacionales, Geopolítica, Defensa y política Tecnológica. dblinder@unsam.edu.ar

### **Abstract**

### (The Latin American Space Research. Cooperation and development)

Space research, due to the requirements to apply solutions of the highest possible degree of scientific excellence, is a source of diffusion of knowledge and innovation into other fields of science and industry, but at the same time requires enormous financial resources, often exceeding the capabilities of Latin American countries, whose national budgets on science and technology are much smaller while compared to those of advanced economies. Currently, the national states are in need of the use of increasingly complex and more expensive technologies in space industry given the needs of public policies of various kinds. With such a sophisticated technological market and where the manufacture of satellites and launchers is a monopoly of a few countries, the acquisition and management of those resources pose a big challenge, on the one hand in terms of competition on a global scale which is inevitable and on the other, of strengthening cooperation on investigations with foreign partners. The article presents a state of the art on Latin American space development, finding that the two most developed countries in the field are Argentina and Brazil, while more countries of the region have different degrees of development. It is concluded that Latin American space research is an effective mechanism for the construction of scientific links among the countries of the region, as well as of international collaboration and economic development.

**Keywords**: Latin America, Brazil, Argentina, space research, innovation, scientific cooperation

### Introducción

Este artículo presenta un estado del arte sobre el desarrollo de investigación espacial en Latinoamérica. El interés de los países de América Latina por las investigaciones espaciales se desarrolla con éxito desde hace varias décadas teniendo sus raíces en los primeros programas del desarrollo de la industria de defensa de Brasil y Argentina con arreglo a la estrategia de la sustitución de la importación y luego la estrategia de pro-exportación en los tiempos de los gobiernos nacionalistas de mediados del Siglo XX (Harding, 2013; Blinder, 2016). El desarrollo endógeno de las tecnologías espaciales fue tratado en estos países durante muchos años prioritariamente y sirvió como fuente de difusión de tecnologías a otros sectores de la industria, como también constituía un ejemplo para otros países de la región (Perú, Venezuela) que deseaban desarrollar los programas de la conquista del espacio, mediante la elaboración de sus propias tecnologías en un alcance seleccionado o la participación en unos programas más amplios de la colaboración en el continente latinoamericano (Gocłowska-Bolek, 2015, 203). Las agencias espaciales latinoamericanas, presentes en muchos países ya en los años 60 y 70, realizaban unas investigaciones espaciales relativamente avanzadas y costosas, tratando el desarrollo en este campo no solamente como la realización de las prioridades del

desarrollo económico, como también como el intento de oponerse a la dominación tradicional de Washington (Mendelson Forman, Sabathier, Faith & Bander, 2009).

En términos generales, a pesar de destinar grandes recursos financieros a las investigaciones endógenas en materia de las tecnologías espaciales, hasta finales del siglo pasado tenían éxito sólo aquellos proyectos que fueron realizados en colaboración con la Unión Soviética (Cuba) o los Estados Unidos. Sin embargo, en los casos de Argentina y Brasil nos encontramos con tramas más complejas, en los cuales existieron desarrollos propios, como el Proyecto Cóndor en Argentina, un misil balístico de mediano alcance que tenía el potencial de ser desarrollado como lanzador, realizado en secreto con empresas alemanas, francesas e italianas y con capitales del Medio Oriente (Blinder, 2015), o en el caso brasilero, el Vehículo Lanzador de Satélites (Harding, 2013). Actualmente y en el futuro más próximo, los países de América Latina todavía se verán obligados a depender en gran medida de la ayuda externa en lo que se refiere a la puesta en marcha de satélites, los peritajes, unas tecnologías más avanzadas, etc. Los países que llevan a cabo programas espaciales avanzados y costosos son: los EE.UU., Rusia, China y la Unión Europea (especialmente Francia y en menor medida Italia) muestran un interés creciente por la colaboración con América Latina, como también el reconocimiento a sus especialistas, la calidad de la investigación espacial latinoamericano y su tecnología (UNESCO, 2015).

### Latinoamérica espacial en perspectiva

América Latina desde hace mucho tiempo da mucha importancia al sector espacial. El primer astronauta latinoamericano fue el cubano Arnaldo Tamayo Mendez quien participó en la misión Sojuz 38 llevada a cabo por la Unión Soviética en 1980. El mexicano Rodolfo Neri Vela participó en la misión STS-61-B en 1985 y el costarricense Franklin Chang-Diaz, físico y astronauta, relacionado con el MIT en los Estados Unidos, desde 1986 ha participado en siete misiones espaciales organizadas por la NASA. Franklin Chang-Diaz es también un profesor de física en Rice University y University of Houston y el director de Advanced Space Propulsion Laboratory en Johnson Space Center (entre otras cosas, desde el mismo principio, o sea, desde 1979 dirige los trabajos referentes al motor para propulsión VASIMR y lleva a cabo unas investigaciones avanzadas en materia de la tecnología termonuclear y la propulsión a base de plasma), o Miguel de San Martín, ingeniero argentino también de la agencia estadounidense. La primera mujer de origen latinoamericano que participó en el viaje al espacio (en 1993) fue Ellen Ochoa, la ingeniera americana y astronauta y actualmente la directora de Johnson Space Center en los Estados Unidos y la miembro del Consejo Nacional de Ciencia (ing. National Science Board) (NASA, 2015). El primer astronauta brasileño fue Marcos Pontes (en 2006 hizo una expedición a la Estación Espacial Internacional Sojuz TMA 8 con arreglo a la misión Expedition-13), mientras que el primer astronauta peruano fue Carlos Noriega que en 1997 participó en la misión STS-84. El primer astronauta de Puerto Rico, Joseph Acaba, estaba en el espacio en 2009 con arreglo a la misión STS-1193.

<sup>3</sup> El listado completo de los astronautas latinoamericanos, incluidos los investigadores reconocidos que

La pincelada de relaciones entre latinoamericanos y la investigación espacial habla de las capacidades y los vínculos con la política de los países avanzados, de una política de absorción de cuatros técnicos por parte de agencias cuya misión es lograr altos estándares de calidad científica. No obstante ello, también han existido iniciativas concretas de gobiernos con el objetivo de tener una política autónoma del sector. Desde los distintos países de América Latina han ido surgiendo las agencias espaciales con el objetivo de tener políticas públicas de observación de la Tierra o telecomunicaciones.

El primer acontecimiento que confirmó las aspiraciones espaciales de parte importante de la región sucedió durante la reunión de los ministros de defensa -en el marco del Consejo Sudamericano de Defensa (CDS) de la Unión de Naciones Suramericanas (UNASUR), en Lima en noviembre de 2011. Los líderes de los países suramericanos consideraron entonces como una prioridad común la creación de la Agencia Espacial Suramericana. Quien era en ese momento ministro argentino de defensa, Arturo Puricelli, declaró que la cooperación con arreglo a la UNASUR considerablemente disminuiría los costes en todos los países participantes y posibilitaría el intercambio de la información y la realización de los proyectos internacionales, tales como la puesta del satélite en órbita. En presencia del ministro brasileño de defensa, Celso Amorim, y con el apoyo del argentino se constató que "la idea de la agencia espacial suramericana no sería la imitación de la europea, sino nuestra idea de la defensa, [donde] tenemos mucho más para defender y controlar del espacio (Mercopress, 2011).

Después de la experiencia de la quiebra de la industria brasileña de defensa en los años 90, Brasil y Argentina por políticas neoliberales de apertura económica y desregulación de mercados, estos países empezaron a esforzarse conjuntamente para sumar el potencial suramericano, concentrándose en la primera década del nuevo siglo en la colaboración con arreglo al Mercosur (Sánchez, 2008), pero a partir de 2011 se encaminó hacia el fortalecimiento de la cooperación en las estructuras de la UNASUR. Tras los cambios de gobiernos en la región, especialmente de Macri en Argentina y Temer en Brasil, todas las iniciativas del UNASUR quedaron suspendidas.

### Las agencias espaciales

Las agencias de las investigaciones espaciales llevan a cabo con éxito su actividad en muchos países de América Latina. Algunas de ellas fueron fundadas ya en los años 60 y 70 del siglo pasado, una parte de ellas fue transformada o ha iniciado su actividad en los últimos años. Las agencias latinoamericanas son varias. Algunos países no las tienen, pero poseen programas espaciales de menor envergadura, universitarios, o dentro de otra institución estatal, con proyectos de observatorios astronómicos, satélites, y otros (UNESCO, 2015).

En Argentina, la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), fundada en 1991. Se creó a partir de la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales (CNIE), fundada en 1960. En Brasil, la Comissão Nacional de Atividades Espaciais (CNAE), fundada en 1963; el Instituto Nacional de Pesquisas Espaciales (INPE), fundado en 1971, y la Agencia Espacial Brasilera (AEB), fundada en 1994. En Perú, la Agencia Espacial del Perú (AEP), fundada en 1974; En Uruguay, el Centro de Investigación y Difusión Aeronáutico-Espacial (CIDA-E), fundado en 1975; En Colombia, la Comisión Colombiana del Espacio (CCE), fundada en 2006; En Venezuela, la Agencia Bolivariana para Actividades Espaciales (ABAE), fundada en 2008; En Costa Rica, la Asociación Centroamericana de Aeronáutica y el Espacio (ACAE), fundada en 2010; En México, Agencia Espacial Mexicana (AEM), fundada en 2010; En Bolivia, la Agencia Boliviana Espacial (ABE), fundada en 2012; y en Paraguay, la Agencia Espacial de Paraguay (AEP), fundada en 2014.

El valor del mercado espacial global se estima en 330 mil millones de dólares. Muchos países desarrollados destinan unos recursos considerables para el desarrollo del sector espacial considerándolo un sector estratégico. Los líderes mundiales de las investigaciones espaciales, los EE.UU. y Rusia, destinan para este objetivo aproximadamente el 0,25% de sus respectivos PIB (UNESCO, 2015). Las agencias latinoamericanas invierten totalmente más de 500 millones de dólares anualmente en los programas espaciales (a base de los datos oficiales de las páginas web de las agencias). Aunque este importe no impresiona comparando con el presupuesto anual de la NASA, que es la agencia más grande y que gasta aproximadamente 19 mil millones de dólares (NASA, 2017), el presupuesto latinoamericano permite la realización de los programas propios de investigación.

En los años 80 y 90 Brasil invirtió casi mil millones de dólares en el desarrollo de la infraestructura de investigación del Instituto Nacional de Investigación Espacial (INPE), lo que permitió hacer funcionar el primer satélite científico, construido íntegramente en Brasil en 1993 (SCD-1). El satélite científico argentino (SAC-B) empezó a funcionar poco después, en 1996, con la misión de realizar las investigaciones en materia de física solar y astrofísica. Ambos países ya han alcanzado la masa crítica en materia de la infraestructura científica y las habilidades requeridas para dominar a la escala global de algunas tecnologías espaciales. Ambos están también determinados para dominar la cadena completa de la producción de las tecnologías espaciales, desde las ciencias de los materiales, a través del diseño técnico, la teledetección, la construcción de los radares con la apertura sintética, hasta la telecomunicación y la tecnología de transmisión y procesamiento de la imagen (Sánchez, 2012; Arias, 2015).

Entre Argentina y Brasil en el campo de la investigación espacial se ve una fuerte competencia referente a las investigaciones, aunque también hay muchas iniciativas llevadas a cabo conjuntamente en otras áreas de desarrollo tecnológico. Por ejemplo, desde 2011 la CNEA de Argentina y la CNEN de Brasil trabajan juntas en la construcción de dos reactores de potencia de 30 MW destinados para la investigación (Sánchez, 2012; UNESCO, 2015). Ambos reactores van a servir para la producción de los radioisótopos, la realización de las pruebas de la radiación de combustibles y materiales y las investigaciones de los haces de neutrones, y se construirán mediante la mejora del reactor OPAL diseñado por INVAP para *Nuclear Science and Technology Organization* (ANSTO) de Australia en abril de 2007 (Sánchez, 2012; Arias, 2015; INVAP 2011).

Por su parte, ARSAT-1 es el primer satélite de telecomunicaciones construido totalmente en América Latina, fue puesto en la órbita geoestacionaria en octubre de 2014. INVAP, el instituto estatal argentino de investigación, destinó para su construcción en total 250 millones de dólares. Gracias a este logro Argentina se ha convertido en uno de los diez países del mundo que poseen tecnologías espaciales tan avanzadas (Arias, 2015; INVAP, 2011). Esto es una de las tres constelaciones de los satélites geosincrónicos que servirán no solamente para Argentina, sino también para otros países en la región (Massare 2015; UNESCO, 2015). ARSAT-2 fue lanzado a la órbita en septiembre de 2015 de la Guyana Francesa, mientras que ARSAT-3 era planeado para 2017, pero tras asumir Macri como presidente a finales de 2015, este proyecto quedó paralizado (Hurtado *et al.*, 2017; INVAP).

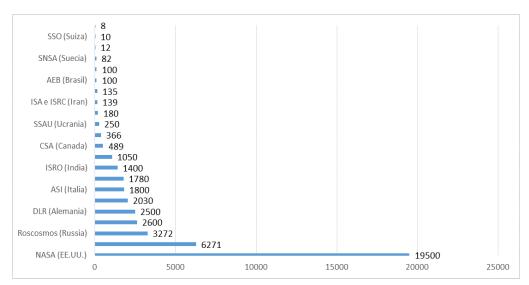


Gráfico 1. Presupuesto de agencias de países y regiones seleccionados del mundo (milliones de dólares, 2017 o los últimos datos disponibles)

Fuente: Elaboración propia basada en datos oficiales de los sitios web de las agencias.

### Brasil, desarrollo y cooperación

Las grandes expectativas referentes al desarrollo de las investigaciones espaciales están relacionadas con las nuevas iniciativas del centro brasileño Alcântara (Messier, 2011), aunque tras los sucesos políticos acontecidos en Brasil, referentes a las políticas de ajuste del presidente Temer, han paralizado todos estos. El problema más grande que enfrenta Alcântara sigue siendo la falta de los cohetes que podrían lanzarse a la órbita. Como Brasil en este momento no es capaz de fabricar tales cohetes por su propia cuenta en atención a las deficiencias de la financiación y la tecnología, decidió intensificar la colaboración con Ucrania y Rusia realizando los programas internacionales de la construcción de seis cohetes. Con arreglo al programa se llevan a cabo los trabajos referentes a la construcción tanto de los satélites pequeños para poner en la órbita terrestre baja (ing. *low Earth orbit*, LEO), como también de los satélites geosincrónicos pesados de comunicación.

La empresa conjunta de Brasil y Ucrania constituida en 2003 en forma de un programa conjunto a largo plazo de las investigaciones, financiado en partes iguales por ambos socios, tiene como objetivo el lanzamiento de un nuevo cohete basado en el sistema Cyclone-4 de un lanzacohetes en Alcântara (Gibb, 2004). Esto va a ser una versión modernizada del cohete Cyclone-3, construido en Ucrania todavía en los tiempos soviéticos. Va a tener la posibilidad de lanzar la carga de 5500 kg en el caso de la órbita terrestre baja (LEO) y de 1700 kg en el caso de la órbita de transferencia geoestacionaria (ing. *geosynchronous transfer orbit*, GTO). El programa fue formalmente puesto en marcha en 2010 e iba a durar hasta 2014, sin embargo, a causa de los problemas financieros, crecientes a consecuencia de la crisis económica mundial, la puesta en marcha de los satélites todavía no ha ocurrido. Una parte mayor de 488 millones de dólares hasta ahora ha sido invertida por Brasil. Además, Brasil tuvo que superar el problema de la propiedad de tierra y su deforestación para construir un centro adecuado de salida para poner en marcha del satélite, lo que retrasó significativamente las preparaciones (KyivPost, 2011).

A su vez, la colaboración entre Brasil y Rusia se está desarrollando con arreglo a la iniciativa llamada la *Southern Corss* desde 2005. Por parte de Brasil en el programa participa la Agencia Espacial Brasileña y la Administración General de Tecnología Espacial (port. *Comando-Geral de Tecnologia Aerospacial*, CTA) que es un centro militar superior de investigación para los vuelos espaciales y la aviación, constituyendo una parte de las Fuerzas Brasileñas de Aviación. *Southern Cross* es un programa mucho más ambicioso que Cyclone-4 y su objetivo es la creación de la familia de los cohetes capaces de poner en órbita las cargas desde 400 kilográmos hasta cuatro toneladas. Los cohetes de la familia *Southern Cross* tienen los siguientes nombres:

- Alpha (ligero) la versión mejorada del satélite brasileño VLS-1
- Beta (ligero)
- Gamma (ligero) la carga que supera 1 tonelada en la órbita geoestacionaria (GEO)
- Delta (medio) la carga 1,7 toneladas en GEO
- Epsilon (pesado) la carga más de 4 toneladas en GEO.

Con arreglo al programa, los rusos apoyan la Agencia Espacial Brasileña (AEB) en lo que se refiere a la mejora de la fiabilidad de los motores que aprovechan los combustibles sólidos. Mientras que dos tipos más avanzados VLS-1 (Beta y Gamma) van a estar equipados de los motores que aprovechan los combustibles líquidos. El punto de partida para la construcción de unos tipos más pesados de los cohetes va a ser el satélite ruso Angara, equipado del motor del tipo RD-191 o el satélite Molniya (Sánchez 2012, Arias 2015)

La ventaja indudable de los cohetes construidos con arreglo al programa Southern Cross es el uso relativamente pequeño de los combustibles tóxicos. El cohete ucraniano Cyclone-4 se basa en los combustibles tóxicos (para la producción de los cuales se usan las sustancias perjudiciales para la salud: 1,1-dimetilhidrazina y **tetraóxido de dinitrógeno**), que es además una de las razones por las que los

cohetes de este tipo ya no se usan en el Cosmódromo Baikonur4.

No obstante, igualmente como en el caso de la iniciativa Cyclone-4, también el proyecto Southern Cross tuvo unos retrasos serios causados por la falta de los medios financieros y las dificultades de los rusos referentes a la terminación de su propio proyecto Angara que iba a ser la base para los trabajos comunes futuros. La fecha de la terminación del programa fue aplazada por un período dos años, para el año 2022 (KyivPost, 2011).

Para mejorar la calidad de las investigaciones y la diversificación de las soluciones, Brasil está buscando también otros socios para sus proyectos espaciales. Vale la pena destacar una iniciativa interesante y prometedora realizada con el socio polaco, el Centro Polaco y Brasileño de la Excelencia de Altas Tecnologías de Aviación y Espacio que desde 2015 coordina la colaboración científica entre el Instituto de Aviación en Varsovia, con la Universidad de Brasilia y otros institutos polacos y brasileños de investigación y la industria (ILOT, 2015). Entre las taras realizadas por el Centro está, entre otras, la realización conjunta de las investigaciones en materia de las tecnologías modernas de los materiales y el espacio, como también la organización de los talleres polacos y brasileños sobre el tema de los cohetes y el espacio (Agencia Polaca de Prensa, 2015).

El rasgo característico de las investigaciones espaciales latinoamericanas y del uso de las innovaciones de las tecnologías espaciales para las necesidades del medio ambiente sostenible, como también la razón indudable para el orgullo de las autoridades estatales, es el mega-proyecto brasileño SIVAM (Sistema de Vigilância da Amazônia). El SIVAM fue desarrollado originalmente desde los principios de 1990 como un sistema de la vigilancia de los cambios del medio ambiente de la Amazonas y la determinación de su potencial para los cambios, incluida la deforestación, los incendios, la contaminación del aire y agua. La iniciativa del SIVAM constituye un sistema de la vigilancia de más de dos millones de millas cuadradas de los bosques lluviosos de aquella zona geográfica, y se considera el programa más grande de la vigilancia y protección del medio ambiente en el mundo. Este sistema fue puesto en marcha en 2002 y la plena operatividad la obtuvo dos años más tarde. Con el proyecto SIVAM se han producido controversias serias debido a que es utilizado en un acuerdo con los Estados Unidos, y es considerado por algunos detractores como un permiso para vigilar el territorio de Brasil por una potencia extranjera – con el objetivo de la limitación de la producción y el tráfico de drogas, como también la limitación de la tala ilegal y la quema de los bosques lluviosos (Arias, 2015; UNESCO, 2015)

En 1997 fue firmado un acuerdo con los socios extranjeros: la agencia militar Raytheon Company de los Estados Unidos y la empresa canadiense de aviación MacDonald Dettwiler (MDA), que junto con las empresas brasileñas ASTECH y Embraer, empezaron la construcción de la infraestructura y el programa de las pruebas de detección. A base del acuerdo nació el Sistema de Protección de Amazonia SIPAM (Sistema de Proteção da Amazônia, en inglés Amazonian Protection System)

<sup>4</sup> Fundado en 1955 el Cosmódromo Baikonur ubicado en el territorio de Kazajistán es la mayor y más antigua instalación de este tipo en el mundo.

que tiene forma de una red de los radares estacionarios y móviles de superficie y la vigilancia aérea aprovechando los Embraer ERJ 145 y los satélites espaciales unidos en forma de una plataforma denominada R-99 (Arias, 2015). Esta iniciativa es criticada en atención a lo inconveniente de la elección de los socios externos, la corrupción y los recursos financieros excesivos utilizados por el gobierno para construir el sistema que actualmente no puede aprovecharse en su totalidad para supervisar la deforestación, los incendios de bosques, la contaminación del medio ambiente, el movimiento de animales, y otros, a causa de la carencia de un número suficiente de los especialistas capaces de analizar e interpretar de las enormes cantidades acumuladas de los datos. Sin embargo, el proyecto SIVAM es considerado como uno de los elementos más importantes de la infraestructura medioambiental no solamente en Brasil, sino también a la escala global (Arias, 2015; UNESCO, 2015).

Brasil trata el programa del desarrollo de las tecnologías espaciales muy seriamente y sin duda es una de las áreas principales de la creación de las innovaciones no solamente para Brasil, sino también para toda la América Latina. Brasil lleva a cabo los trabajos sistemáticos de investigación e invirtiendo recursos financieros enormes desde los años 60 del siglo pasado, tiende al desarrollo de un programa espacial autónomo que no dependa de las potencias fuera de región y que tiene aspiraciones para lograr este objetivo a través de su propio centro espacial Alcântara Launch Center (Centro de Lançamento de Alcântara, CLA), en Maranhão. Allí se han producido algunos accidentes, que han dejado al centro espacial brasileño y a dos satélites dañados en la explosión producida en el año 2003, en la que murieron 21 personas, principalmente los ingenieros y técnicos civiles altamente calificados. La investigación demostró que el accidente había sido causado por un financiamiento insuficiente y unos errores serios en la gestión del programa, lo que – en combinación con una experiencia insuficiente y la falta de los procedimientos – causó el accidente, destruyendo al mismo tiempo las preparaciones de muchos años y conllevando enormes pérdidas materiales.

Para reconstruir la infraestructura en el centro espacial Alcântara se necesitaba aproximadamente 300 millones de dólares. La explosión puso en duda no solamente la continuación del desarrollo de las tecnologías espaciales en Brasil, sino también provocó un debate sobre lo justificado de la continuación del costoso programa espacial brasileño. No obstante, ya en octubre de 2004, 14 meses después de la explosión en Alcântara, Brasil envió con éxito al espacio su primer cohete VSB-3, mientras que en diciembre de 2007 en cooperación con Argentina, que también realiza su propio programa espacial avanzado, lanzó con éxito lanzó otro cohete VS30 de la base espacial brasileña Barreira a Inferno en el estado Rio Grande do Norde (Sánchez 2008, 2012).

En noviembre de 2007, un mes antes de la puesta en marcha de VS30 que era un momento histórico no solamente para las investigaciones espaciales latinoamericanas, sino también para la colaboración argentina y brasileña que evolucionaba con una dinámica variada desde 1998, ambos países firmaron un acuerdo con el objetivo de desarrollar conjuntamente un satélite que suministrara las informaciones sobre las "propiedades ópticas" de los océanos a la escala global usadas en la oceanografía y climatología.

Un proyecto científico de investigación importante es la misión compartida de Argentina y Brasil SABIA-MAR (el Satélite Argentino-Brasileño de Informaciones sobre Recursos Hídricos, Agricultura y Medio Ambiente) cuyo objetivo es el examen de los ecosistemas oceánicos, el mapeo de los biotopos marinos, las costas y los peligros costeros, las aguas interiores y la pesca (SIPAM). Argentina está también en una colaboración científica estrecha con la agencia espacial italiana, entre otras cosas, en los trabajos referentes a un satélite común Cosmo-Skymed. El primer satélite común argentino e italiano fue puesto en la órbita terrestre ya en 2007, aprovechando la base californiana Vanderberg Air Force. Esto es una parte del sistema ítalo-argentino de satélites para la gestión de emergencias — el sistema de vigilancia satelital SOACOM 1A (el Satélite Argentino de Observación Con Microondas; los trabajos comenzaron en 2015) y SOACOM 1B (los trabajos comenzaron en 2016), diseñado para prevenir, evaluar y reducir los efectos de los desastres ambientales de diversos tipos (AEB, 2016).

### Argentina, Investigación y cooperación

Las investigaciones espaciales realizadas en América Latina han introducido una nueva generación de los satélites científicos. Los satélites SAOCOM 1 y SAOCOM 2 utilizarán los datos de la teledetección que son recogidos por los radares con la apertura sintética, diseñados y construidos en Argentina. También el proyecto SARA (ing. Argentine Air Robotic System) está en la fase de los trabajos avanzados cuyo objetivo es la extensión de la observación remota activa de la Tierra mediante el uso de las microondas y los radares ópticos (INVAP SARA). En 2014 terminó con éxito el programa de la construcción del prototipo de radar primario 3D de largo alcance (ing. Long Range 3D Primary Radar Prototype, RP3DLAP) y fue puesto en marcha el programa de la construcción del radar secundario de vigilancia 3D (ing. Argentine Monopulse Secondary Surveillance Radar, RSMA), para las necesidades de las fuerzas armadas argentinas y la aviación civil (INVAP SARA). Argentina realiza también las investigaciones avanzadas en materia de las nuevas tecnologías de los combustibles líquidos para cohetes (Inyector Satelital de Cargas Útiles Ligeras, ing. Light Payloads Satellite Launcher) utilizadas en TRONADOR I y II, dentro de poco también TRONADOR III (INVAP Aerospace).

La Argentina es el país que junto con Brasil es el más institucionalizado y desarrollado de América Latina en materia espacial. Con larga trayectoria no sólo en investigación y desarrollo, sino en el cooperación formal e informal, este país ha avanzado hasta conseguir varios y significativos logros como son sus satélites, pero también a avanzado con sus lanzadores. La diferencia es quizás que tiene sus instituciones civiles del sector mucho más sólidas comparado con sus pares brasileros. Argentina ha tenido un desarrollo incremental de tecnología espacial desde la década de 1960, habiendo desarrollado una serie de cohetes experimentales, cada uno de ellos de mayor envergadura, entre ellos distintos cohetes sondas de investigación metereológica y atmosférica, los lanzadores Alfa Centauro, Beta Centauro, Gamma Centauro, Orión, Canopus, Rigel, Castor, y Tauro. Con estos desarrollos los argentinos han sido capaces de lanzar un mono y un ratón al espacio, medir sus

signos vitales, y traerlos de nuevo con vida (De León, 2008).

Luego en la década de 1980 se cortó el desarrollo incremental con capacidades propias, pues se recurrió a empresas europeas y financistas de Medio Oriente para desarrollar el misil Cóndor, proyecto que avanzó tras la Guerra de Malvinas, pero que fue paralizado por la severa crisis económica del gobierno democrático de Alfonsín. Además, durante el gobierno siguiente de Menem, el país sufrió presiones internacionales para desactivarlo, independientemente si este continuaba como proyecto de lanzador y no como armamento. El decreto de Creación de la nueva agencia CONAE establecía la disolución de la anterior, y el alejamiento de todo proyecto militar como el Cóndor (Blinder, 2016).

Así mismo, y por otro carril institucional, se produjo a través de una política de telecomunicaciones un salto cualitativo en la política espacial, a través del desarrollo de la empresa ARSAT de los dos primeros satélites geoestacionarios de la República Argentina encargados a la empresa estatal Invap, productos realizados integramente en el país, y lanzados desde la Guyana francesa a sus respectivas órbitas. Esta política creada a partir de 2006, colocó a la Argentina como uno de los pocos países capaces de realizar este tipo de satélites (Hurtado *et al.*, 2017).

### Lo que se espera de otros países

Perú tiene un programa espacial mucho menos avanzado, aunque ha tenido algunos éxitos. En diciembre de 2006 la primera sonda espacial peruana PAULET 1 fue lanzada de la base Punta Lobos en Pucusana (al sur de Lima). La misión que duró dos años sirvió para desarrollar los aparatos y el software que pueden medir las condiciones en las capas superiores de la atmósfera, incluida la presión, temperatura y humedad, como también sirvió para diseñar y fabricar el equipo astrofísico. Desde aquel momento, según el anuncio del coronel Wolfgang Dupeyrat, el jefe de la Agencia Espacial del Perú CONIDA, Perú está tratando de elaborar su propio programa espacial (CONAE).

El primer satélite peruano es CHASQUI I — un nanosatélite que pesa 1 kilógramo y que fue puesto en el espacio manualmente durante el paseo espacial de la Estación Espacial Internacional el 18 de agosto de 2014. El satélite está equipado de dos cámaras que envían las fotos de la Tierra visibles en el infrarrojo. Curiosamente, CHASQUI I fue desarrollado individualmente por los estudiantes de la Universidad Nacional de Ingeniería en Lima como una parte del proyecto educativo (CHASQUI, 2014). Desde aquel momento la Universidad Nacional de Ingeniería de Lima, en colaboración con la universidad rusa de Kursk, está diseñando su segundo satélite CHASQUI II, un microsatélite que pesa aprox. 30 kg (los planes originales preveían la puesta del satélite en órbita en 2014, pero por las razones financieras y logísticas los trabajos se prolongan). El satélite va a vigilar el territorio de Perú en cuanto a la deforestación y los peligros de los desastres naturales, como también recoger y entregar los datos para las investigaciones oceánicas.

Perú y Rusia tienen además una historia larga de la colaboración en cuanto a las investigaciones científicas, no sólo en el espacio, sino también en otros proyectos, p.ej. la colaboración militar: Perú es un importador tradicional del equipo militar

ruso, incluidos los helicópteros (Deltronnews, 2014). A su vez, Venezuela en 2008 formalizó con Xichang Space Centre de China (Xinhuanet, 2012) la colaboración en materia de las investigaciones espaciales del satélite Miranda, mientras que Bolivia desde 2011 conjuntamente con China Aerospace Science and Technology Corporation (CASTC) está desarrollando un primer satélite boliviano *Tupak Katari*. El proyecto *Tupak Katari* va a costar 300 millones de USD, de los cuales 45 millones serán financiados por Bolivia; el resto provendrá de los créditos otorgados por los bancos chinos (XINHUANET, 2011).

Los planes avanzados de la colocación de los satélites de telecomunicación propios SatMex (los Satélites Mexicanos) (SatMex) los tenía desde los mediados de los años 90 también México que buscaba la colaboración técnica y financiera para la realización de los proyectos ya iniciados (Sánchez, 2012). El primer satélite mexicano UNAMSAT-1 fue destruido en el momento del lanzamiento en 1996, el segundo satélite UNAMSAT-B funcionaba en órbita durante un año. En 2014 SatMex fue comprado al precio de 831 millones de USD por Eutelmex europeo (ing. *European Telecommunications Satellite Organization*), ubicado en Francia. Desde aquel momento México prepara los proyectos comunes, también colabora en la puesta en la órbita terrestre de los otros satélites Eutelmex (Eutelsat).

Costa Rica, tiene va su propio satélite orbitando desde mayo de de 2018. El satélite Tico ha sido construído integramente en el Instituto Tecnológico del país centroamericano. Es un pequeño satélite de investigación, y fuelanzado desde la Estación Espacial Internacional en cooperación con la Agencia Espacial de Japón (Tecnológico de Costa Rica, 2018). Colombia, en cooperación con la India, buscará lanzar su primer satélite llamado FacSat1, de 4 kilogramos, utilizado para observación de la Tierra y vigilancia, entre otros propósitos, planeado para 2018 y como parte de una constelación de satélites a seguir lanzando en 2019 (Noticias, 2018). Por su parte, el Paraguay proyecta su primer satélite propio en conjunto con los organismos de ciencia y técnica del país, pero aún se encuentra en deliberación las características y las alianzas internacionales para colaborar en la materialización del proyecto (Ultima Hora, 2017). Por último, Uruguay también tiene su modesto programa espacial, que consiste en desarrollos por parte de un programa conjunto con la Universidad de la República y la Administración Nacional de Telecomunicaciones. El satélite Antel fue un satélite que tuvo por objetivo desarrollar aprendizaje, y la provisión de imágenes y telemetría. Antelsat fue lanzado a su órbita en 2014, estando operativo por casi un año (AntelSat, 2014; El País, 2015).

### **Conclusiones**

Las investigaciones espaciales latinoamericanas tienen una tradición de varias decenas de años y una marca de grandes méritos en el foro internacional. Hoy en día, uno de los campos con el mayor potencial de la innovación y el grado más alto del avance tecnológico en América Latina son las investigaciones espaciales. El título del líder regional de la innovación en esta materia pertenece a Brasil, pero también Argentina, México, Perú y Venezuela durante años han tenido logros interesantes. A pesar del enorme compromiso financiero e intelectual de los países

y la elaboración de las estrategias a largo plazo del desarrollo de las investigaciones espaciales, las tecnologías espaciales latinoamericanas todavía siguen estando en una etapa temprana comparando con las potencias mundiales de las investigaciones espaciales. Ante la falta de unos recursos financieros suficientes para desarrollar las investigaciones extremadamente costosas, América Latina tendrá que seguir basándose en la colaboración con las grandes potencias fuera de la región – los Estados Unidos, China, Rusia y Francia – en cuanto a los conocimientos, tecnologías, innovaciones y posibilidades del desarrollo. Seguramente todavía se necesitan muchos años y enormes recursos financieros para que los programas espaciales latinoamericanos puedan llegar a la madurez y la excelencia científica necesaria para vigilar individualmente la evaluación de la militarización del espacio, ni hablar sobre la disminución de su dependencia de las potencias espaciales existentes. Sin embargo, tales países como Brasil, Argentina, Venezuela y Perú son los ejemplos de que los programas espaciales endógenos de América Latina están lo suficientemente avanzados para merecer el interés de las potencias de las investigaciones espaciales, incluida la NASA. Mientras que el desarrollo de las tecnologías espaciales nacionales en América Latina puede percibirse como una fuente de la innovación tanto a corto, como a largo plazo, en atención al proceso de la difusión de las tecnologías avanzadas a otras áreas (Gocłowska-Bolek, 2017, 480).

El desarrollo de las tecnologías espaciales endógenas en América Latina tiene varios aspectos. Está claro el aumento de la innovación, la elevación de las competencias del capital humano y la transferencia de las tecnologías a otras áreas. Las tecnologías espaciales constituyen una herramienta importante del mejoramiento de las capacidades de telecomunicación en las zonas aisladas, como también apoyan la vigilancia de las condiciones medioambientales, incluida la alerta temprana de los desastres naturales, lo que en el caso de una región especialmente amenazada por tales catástrofes y con unas condiciones medioambientales muy variadas es muy importante. Al mismo tiempo, las tecnologías espaciales pueden utilizarse relativamente fácilmente para los fines militares y paramilitares, no solamente para garantizar la seguridad de los países, sino también para usarse a favor del espionaje y terrorismo, también mediante la entrada ilegal en las redes cerradas de seguridad (Sánchez, 2012). Teniendo en cuenta la carrera armamentística que en los últimos años parece estar adquiriendo una nueva dinámica en algunas partes del mundo en las condiciones geopolíticas variables, se necesita una supervisión responsable (y extremadamente costosa) por parte de los países, los gobiernos locales y la comunidad internacional para garantizar que las tecnologías espaciales emergentes en América Latina a través de p.ej. la militarización del espacio no se conviertan en un camino siguiente a la inestabilidad en la región.

Los programas espaciales de América Latina dependen y dependerán fuertemente de la ayuda técnica y la colaboración con los países avanzados económicamente que ya han alcanzado un nivel mucho más alto del avance tecnológico. Ninguna agencia espacial latinoamericana se ha decidido a adherirse a una plataforma internacional del intercambio de la información y la colaboración bajo el nombre International Space Exploration Coordination Group (ISECG) en la que, además

de la NASA, participa hasta 13 agencias de de diferentes países (NASA, 2018).<sup>5</sup> La plataforma ISECG surgió en 2007 en respuesta a las necesidades expresadas en el documento de programa: "The Global Exploration Strategy: The Framework for Coordination" y es la iniciativa más amplia de este tipo en el mundo (ESA, 2007). Sin embargo, incluso en sus fases tempranas actuales, los programas espaciales latinoamericanos tienen la capacidad del cambio del panorama de la seguridad de la región, especialmente si están sujetos a una supervisión civil responsable en cada uno de los países que será capaz de evitar su militarización.

Las evaluaciones de los expertos de diferentes partes del mundo referentes a la necesidad de introducir tales programas espaciales en América Latina son variadas. Algunos dicen que, teniendo en cuenta el estado actual del desarrollo económico y social de América Latina, incluido especialmente el problema de la pobreza y las desigualdades económicas, los recursos financieros enormes destinados para los programas espaciales podrán ser mejor aprovechados para el desarrollo del país en las áreas críticas, p.ej. mediante las tecnologías agrícolas avanzadas, los programas sociales dirigidos a la población excluida o la creación de nuevos puestos de trabajo (Sánchez, 2012). Otros especialistas afirman que estos programas son indispensables para logar la autonomía de América Latina respecto a las potencias mundiales principales, incluidos especialmente los Estados Unidos, lo que puede constituir un elemento muy importante en el mosaico geopolítico de las fuerzas globales. El informe del Centro de Estudios Estratégicos e Internacionales CSIS de 2010, entre otros, indica la importancia de las investigaciones espaciales para la realización de las aspiraciones geopolíticas de Brasil:

Las investigaciones espaciales civiles siguen siendo la condición indispensable para obtener el estatus de la potencia global. Esta lección fue bien aprendida por Brasil. [...] La necesidad de [un acceso independiente al espacio] es un campo que para Brasil se ha convertido en la prioridad, lo que muestra su importancia en la Estrategia Nacional de Defensa de 2008. Brasil no solamente quiere desarrollar las posibilidades técnicas de la puesta en marcha de los satélites, sino que también intenta construir individualmente los satélites que sirvan para observar la Tierra y aumentar las capacidades de comunicación (Mendelson Forman, Sabathier, Faith & Bander, 2009, 5).

Vale la pena recordar que los programas espaciales latinoamericanos no están dirigidos automáticamente a la militarización del espacio y no significan solamente la carrera armamentística; los usos no militares de las tecnologías, incluidas las tecnologías de telecomunicación cada vez mejores, la supervisión medioambiental y la alerta temprana de las catástrofes naturales, son muy necesitados en una región cuyo alcance geográfico abarca la zona tanto de los Andes, como también de Amazonia. Además, las investigaciones espaciales son uno de los mejores portadores de la innovación en América Latina.

<sup>5</sup> A ISECG pertenecen las siguientes agencias: ASI (Italia), BNSC (Gran Bretaña), CNES (Francia), CNSA (China), CSA (Canadá), CSIRO (Australia), DLR (Alemania), ESA (Agencia Espacial Europea), ISRO (India), JAXA (Japón), KARI (Corea del Sur), NASA (Estados Unidos), NSAU (Ucrania), Roscosmos (Rusia).

### Referencias

AEB (2016). "Brasil e Argentina concluem fase A do projeto Sabia-Mar", http://www.aeb.gov.br/brasil-e-argentina-concluem-fase-a-do-projeto-sabia-mar/, acceso: 20 de marzo 2017.

Agencia Polaca de Prensa (2015). "Szef Polskiej Agencji Kosmicznej: agencja może przynieść Polsce korzyści", PAP, 14 de junio 2015, http://naukawpolsce.pap.pl/aktualnosci/news,403735,szef-polskiej-agencji-kosmicznej-agencja-moze-przyniesc-polsce-korzysci.html, acceso: 20 de enero 2017.

AntelSat (2014). "AntelSat, el primer satélite uruguayo", http://www.antel.com.uy/web/antelsat/-/asset\_publisher/kusVFdfsn722/content/antelsat-el-primer-satelite-uruguayo/maximized?inheritRedirect=false&redirect=http%3A%2F%2Fwww.antel.com.uy%2Fweb%2Fantelsat%2Fantelsat%3Fp\_p\_id%3D101\_INSTANCE\_kusVFdfsn722%26p\_p\_lifecycle%3D0%26p\_p\_state%3Dnormal%26p\_p\_mode%3Dview%26p\_p\_col\_id%3Dcolumn-1%26p\_p\_col\_pos%3D1%26p\_p\_col\_count%3D2, accesso: 20 de julio 2018.

Arias, Daniel (2015). "Escaleras al cielo, peldaño a peldaño", (Serie Tronador II), *Portinos* https://portinos.com/14577/escalera-al-cielo-peldano-a-peldano-serie-tronador-ii, acceso: 20 de enero 2017.

Blinder, Daniel (2015). "Hacia una política espacial Argentina", *Revista iberoamericana de ciencia tecnología y sociedad*, 10(29), pp. 65-89.

Blinder, Daniel (2016). "La política tecnológica como política exterior: algunas conclusiones y propuestas", *Revista Ciencia, Docencia y Sociedad*, 27 (53), pp. 118-134.

CHASQUI (2014). "El primer satélite peruano", http://www.chasqui.uni.edu.pe, acceso: 20 de enero 2017.

CONAE, "SAOCOM Satélite Argentino de Observación Con Microondas", http://www.conae.gov. ar/index.php/espanol/misiones-satelitales/saocom/objetivos, acceso: 20 de abril 2018.

De León, Pablo (2008). *Historia de la actividad espacial en la Argentina*, Tomo 1, Buenos Aires, CPIAyE.

Deltronnews (2014). "Satélite peruano Chasqui II estará en órbita el 2014", http://www.deltronnews.com/Satélite-peruano-Chasqui-II-estará-en-órbita-el-2014, acceso: 20 de enero 2017.

El País (2015). "AntelSat: expiró el satélite celeste", https://www.elpais.com.uy/informacion/antelsat-expiro-satelite-celeste.html, accesso: 20 de julio 2018.

ESA (2007). "The Global Exploration Strategy: The Framework for Coordination", *European Space Agency*, April 2007, http://www.globalspaceexploration.org/c/document\_library/get\_file?uuid=119c14c4-6f68-49dd-94fa-af08ecb0c4f6&groupId=10812, acceso: 10 de abril 2017.

Eutelsat, http://www.eutelsat.com/en/home.html, acceso: 2 de febrero 2018.

Gibb, Tom (2004). "Brazil launches rocket into space", *BBC News*, 24 de octubre 2004, http://news.bbc.co.uk/2/hi/americas/3948531.stm, acceso: 10 de abril 2018.

Gocłowska-Bolek, Joanna (2015). "Fostering economic and social innovativeness to address development challenges in Latin America", en: *Openness, innovation, efficiency and democratization as preconditions for economic development.* Proceedings of the 11th International Conference of ASECU, Cracow: ASECU, Jagiellonian University, pp. 201-209.

Gocłowska-Bolek, Joanna (2017). "Scientific, technological and innovation policy in Latin America", *Nauka*, Polish Academy of Science, 3/2017, pp. 157-177.

Harding, Robert (2013). Space Policy in Developing Countries The search for security and

development on the final frontier, New York, Routledge.

Hurtado, Diego, Bianchi, Matías y Lawler, Diego (2017). "Tecnología, políticas de Estado y modelo de país: el caso ARSAT, los satélites geoestacionarios versus 'los cielos abiertos'", *Epistemología e Historia de la Ciencia* (Universidad Nacional de Córdoba), vol. 2, núm.1, pp. 48-71.

ILOT (2015). "Współpraca pomiędzy Instytutem Lotnictwa a Uniwersytetem w Brasilii", http://ilot.edu.pl/wspolpraca/partnerzy-zagraniczni/uniwersytet-w-brasilii/, acceso: 4 de julio 2017.

INVAP (2011). "Acuerdo entre Brasil y Argentina para la construcción de dos reactores de investigación", http://www.invap.com.ar/es/la-empresa/sala-de-prensa/novedades/637-acuerdo-entre-argentina-y-brasil-para-la-construccion-de-dos-reactores-de-investigacion-.html, acceso: 20 de enero 2018.

INVAP Aerospace, "Aerospace and Government", http://www.invap.com.ar/en/aerospace-and-government/aerospace-and-government-area/introduction-aerospace.html, acceso: 20 de enero 2018.

INVAP SARA, "Argentine Air Robotic System (SARA)" http://www.invap.com.ar/en/aerospace-and-government/government-projects/argentine-air-robotic-system-sara-in-spanish.html, acceso: 20 de enero 2018.

KyivPost (2011). "First launch of Ukrainian-Brazilian rocket scheduled for late 2013", https://www.kyivpost.com/article/content/ukraine-politics/first-launch-of-ukrainian-brazilian-rocket-schedul-114278.html, acceso: 10 de marzo 2018.

Massare, Bruno (2015). "Radiografía de INVAP, la empresa que fabricó el satélite argentino Arsat-1", *Negocios*, 30 de enero 2015, http://www.infotechnology.com/negocios/Radiografia-de-INVAP-la-empresa-que-fabrico-el-satelite-argentino-Arsat-1-20150130-0001.html, acceso: 2 de febrero 2017.

Mendelson Forman, Johanna; Sabathier, Vincent; Faith, G. Ryan; Bander, Ashley (2009). *Towards the Heavens. Latin America's Emerging Space Programs*, Washington, CSIS.

Mercopress (2011). *Argentina, with Brazilian support proposes a South American Space Agency*, 1 de agosto 2011, http://en.mercopress.com/2011/09/01/argentina-with-brazilian-support-proposes-a-south-american-space-agency, acceso: 2 de febrero 2017.

Messier, Douglas (2011). "Will a new space power rise along the Atlantic?", *The Space Review*, 15 de agosto 2011, http://www.thespacereview.com/article/2143/1, acceso: 10 de marzo 2018.

NASA (2015). "Johnson Space Center", https://www.nasa.gov/centers/johnson/home/index.html, acceso: 2 de febrero 2018.

NASA (2017). "Budget Documents, Strategic Plans and Performance Reports", https://www.nasa.gov/news/budget/index.html, acceso: 10 de marzo 2018.

NASA (2018). "International Space Exploration Coordination Group", https://www.nasa.gov/exploration/about/isecg/#.WY7rT7tuKM8, acceso: 12 de abril 2018.

Noticias (2018). "Colombia pondrá por primera vez un satélite en órbita, será lanzado desde la India", https://noticias.caracoltv.com/colombia/colombia-pondra-por-primera-vez-un-satelite-en-orbita-sera-lanzado-desde-la-india, accesso: 20 de julio 2018.

Sánchez, Alex (2008). Space Technology Comes to Latin America: Part of the Hemisphere's Road to Autonomy, COHA Report, http://www.coha.org/space-technology-comes-to-latin-america-part-of-the-hemisphere's-road-to-autonomy/ acceso: 2 de febrero 2018.

Sánchez, Alex (2012). "Latin America space programs", *The Space Review*, 27 de agosto 2012, http://www.thespacereview.com/article/2143/1, acceso: 2 de febrero 2018.

SatMex, http://www.satmex.com.mx, acceso: 20 de marzo 2018.

SABER Y TIEMPO 1(2) ISSN 2451-7658

SIPAM, "Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia" http://www.sipam.gov. br, acceso: 19 de enero 2018.

Tecnológico de Costa Rica (2018). "Histórico: el primer satélite costarricense funciona en el espacio y hace contacto", https://www.tec.ac.cr/hoyeneltec/2018/05/11/historico-primer-satelite-costarricense-funciona-espacio-hace-contacto, accesso: 21 de julio 2018.

The Internet Encyclopedia de Science, Brazilian Space Agency, http://www.daviddarling.info/encyclopedia/B/Brazilian\_Space\_Agency.html, acceso: 21 de marzo 2018.

Ultima Hora (2017). "En cuatro años orbitaría el primer satélite de Paraguay", https://www. ultimahora.com/en-cuatro-anos-orbitaria-el-primer-satelite-paraguay-n1079207.html, accesso: 21 de julio 2018.

UNESCO (2015). Science Report. Toward 2030, Paris, UNESCO.

Xinhuanet (2011). "Xichang Space Centre starts cooperation with Bolivia" http://news.xinhuanet.com/english2010/china/2011-08/10/c\_131041506.htm, acceso: 2 de febrero 2017.

Xinhuanet (2012). "Xichang Space Centre starts cooperation with Venezuela", http://news.xinhuanet.com/english/sci/2012-02/11/c\_131404796.htm, acceso: 2 de febrero 2017.

# Autonomía tecnoeconómica en la periferia

Dimensiones para su análisis frente a la emergencia de un nuevo paradigma

por Ignacio De Angelis1

Recibido: Marzo de 2017. Aceptado: Julio 2017

### Resumen

El artículo aborda la dimensión científica y tecnológica en la discusión teórica de la autonomía como concepto de las relaciones internacionales para analizar la inserción de los países periféricos en el sistema internacional. Para ello, el trabajo avanza en la caracterización del sistema internacional a partir de concepto de paradigma tecnoeconómico y el análisis del posicionamiento de América Latina desde comienzos del siglo XX. Desde allí, se analizan las estrategias autonomistas de la región cómo expresión de los modelos de desarrollo frente a los cambios de paradigma a nivel global.

The article deals with the scientific and technological dimension in the theoretical discussion of autonomy as a concept of international relations to analyze the insertion of peripheral countries in the international system. For this purpose, the paper advances in the characterization of the international system based on the concept of a techno-economic paradigm and the analysis of the positioning of Latin America since the beginning of the 20th century. From there, the autonomist strategies of the region are analyzed as an expression of development models in the face of global paradigm changes.

Palabras claves: Relaciones Internacionales; paradigmas tecnoeconómicos; América Latina

Keywords: international relations; techno-economic paradigm; Latin America

### Introducción

El presente trabajo busca indagar la dimensión científica y tecnológica en la discusión teórica de la autonomía como concepto de las relaciones internacionales para analizar la inserción de los países periféricos en el sistema internacional. Para

<sup>1</sup> Ignacio De Angelis. Argentina. Email: Licenciado en Relaciones Internacionales (Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires-UNICEN), Magíster en Ciencia, Tecnología y Sociedad (Universidad Nacional de Quilmes-UNQUI). Becario doctoral del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas – CONICET, doctorando en Ciencias Económicas (Universidad Nacional de La Matanza-UNLAM). Investigador del Centro de Estudios Interdisciplinarios en Problemáticas Internacionales y Locales (CEIPIL-UNICEN-CICBA), Facultad de Ciencias Humanas y Facultad de Ciencias Económicas de la UNICEN. Líneas de investigación: Desarrollo Económico; Economía Internacional; Ciencia y Tecnología; Relaciones Internacionales; Políticas Públicas. deangeilsignacio@gmail.com

ello, se avanza en la caracterización del sistema internacional a partir de concepto de paradigma tecnoeconómico y el análisis del posicionamiento de América Latina en diferentes momentos históricos.

La práctica de las relaciones internacionales desde la perspectiva de la autonomía en los países periféricos enfrentó un nuevo despertar a comienzos del nuevo siglo. En particular, el interés nacional de los países de América Latina parece superar los espacios cedidos por el neoliberalismo en las políticas económicas y exteriores durante la última parte del pasado siglo (Rapoport, 2014; de la Garza y Neffa, 2010).

En este sentido, se propone un acercamiento en términos relativos a la idea de autonomía desde una concepción tecnoeconómica, entendida como marco para analizar la capacidad para definir y llevar a cabo políticas propias en la materia en un contexto interdependiente (Kehoane y Nyle, 1988). El concepto de autonomía tecnoeconómica no se define necesariamente por oposición vis a vis frente a la condición de dependencia, sin embargo, parte de reconocer el eje de diferenciación entre países centrales y periféricos, donde los márgenes de maniobras de los segundos se encuentran determinados por las condiciones que favorecen y moldean los primeros.

Por otro lado, dentro de la disciplina de las relaciones internacionales, el análisis de la autonomía se encuentra circunscripto mayormente a los estudios de la política exterior, sin embargo, para su abordaje desde una perspectiva centrada en las capacidades tecnológicas en la periferia, existen un conjunto significativo de antecedentes dentro del corpus teórico de raíz latinoamericana<sup>2</sup>.

En un sentido amplio, para los países periféricos, la búsqueda de autonomía en el escenario internacional puede definirse en los objetivos tendientes a defender y ampliar los grados de libertad. Estos objetivos centrales se encuentran eminentemente comprendidos, para las relaciones internacionales, en los instrumentos de política exterior. No obstante, pueden quedar circunscriptos por nuevos objetivos prioritarios de orden económico -o bien científico y tecnológico- que no contradicen la validación de la autonomía como doctrina política.

Con todo, el concepto de autonomía tecnoeconómica propuesto en este trabajo adquiere una dimensión regional, revalorizando las especificidades nacionales, ya que, como veremos dentro de las estrategias para su consecución se implementan instrumentos propios de la autonomía relacional y las estrategias de fortalecimiento regional.

Desde la perspectiva propuesta, el trabajo sostiene la hipótesis de que el carácter asimétrico de las relaciones internacionales, reconociendo la coexistencia de dinámicas internas y externas que definen las condiciones tecnoeconómicos para el posicionamiento internacional de los distintos países.

<sup>2</sup> En este trabajo se retoman principalmente los aportes de Puig (1984), Jaguaribe (1973), y Russel y Tokatlian (2003, 2013). Por su parte, desde el pensamiento CTS y la economía se aborda especialmente, aunque no de manera excluyente, los aportes de Sábato y Botana (1970); Varsavsky (1972); Furtado (1976); Ferrer (1974), entre otros; como los principales autores que han abarcado el tema de la autonomía dese el campo científico y tecnológico.

A nivel interno existen dinámicas propias de la economía local y del sistema de innovación que ajustan las condiciones para la inserción comercial y tecnológica internacional. A nivel externo, cada paradigma tecnoeconómico ofrece una determinada configuración de elementos que dan forma al sistema internacional extrapolando dinámicas propias de la relación centro-periferia, principalmente respecto al direccionamiento de los flujos de tecnología durante los procesos de desarrollo e industrialización, reconfigurando las condiciones de dependencia tecnológica en los países periféricos. Sin embargo, por otro lado, cada paradigma tecnológico se estructura en torno a un conjunto de industrias y recursos claves que, de acuerdo a la disponibilidad y las capacidades propias de cada país, condicionan el posicionamiento tanto de los países centrales como periféricos.

En la primera parte del trabajo se presenta la conceptualización que enmarca la discusión en torno a los paradigmas tecneconómicos y la centralidad de los proceso de formación de capacidades tecnológicas para el posicionamiento de los países en la economía internacional. En segundo lugar, el artículo avanza en un repaso sobre la concepción teoría de la autonomía dentro de la disciplina de las relaciones internacionales, para posteriormente avanzar sobre las dimensiones propuestas para la autonomía tecnoeconómica y su caracterización general frente a los primeros paradigmas.

Por último, se propone cotejar los principales elementos de las distintas estrategias autonomistas desde una perspectiva científica y tecnológica del siglo XX y comienzo del siglo XXI. Para ello, se tendrá en cuenta las fases de integración regional a partir de la emergencia de un nuevo escenario que, primero discute el posicionamiento periférico buscando reposicionarse dentro del cuarto paradigma tecnoeconómico, y luego, frente a la emergencia del quinto paradigma se toma distancia pretensión autonomista hasta su revalorización a comienzos del nuevo siglo.

### Paradigmas tecnoeconómicos y sistema económico internacional

La caracterización del sistema internacional a partir del concepto de paradigma tecnoeconómico (PTE) responde a una visión holística del conjunto de las relaciones tecnológicas en todos los planos. Un PTE puede ser definido como el conjunto de principios tecnológicos y organizacionales difundidos y generalizados que se expresan como sentido común "para la organización de cualquier actividad y la reestructuración de cualquier institución", y que representan la "forma más efectiva de aplicar la revolución tecnológica y de usarla para modernizar y rejuvenecer el resto de la economía" (Pérez, 2004: 41). De este modo, por su alcance, un PTE condiciona el comportamiento futuro de la economía en su conjunto, afectando directamente o indirectamente a casi todas las ramas y formas de producción (Freeman y Pérez, 2003).

La organización del sistema económico internacional siguiendo el criterio de los paradigmas tecneconómicos se puede explicar a partir de las distintas revoluciones tecnológicas que, desde una tecnología matriz, impulsaron el desarrollo de nuevos sectores productivos enteros -desde la máquina de vapor hasta la biotecnología, pasando por el ferrocarril, el telégrafo intercontinental y la aeronáutica- con

consecuencias en los régimen de producción y consumo de todos los rincones geográficos del planeta. Como consecuencia, el mapa internacional centro-periferia fue variando de acuerdo a las condiciones de inserción y el margen de acción de los países en cada paradigma, fundamentalmente determinadas por las capacidades tecnológicas asociadas a dicho PTE, como también por la disponibilidad de recursos fundamentales, las condiciones de movilidad y difusión pautadas desde los países centrales y los atributos de poder acumulados por los países periféricos.

Los cambios en el paradigma marcan una crisis estructural y un ajuste, que requiere, como respuesta, un cambio social e institucional de adaptación de carácter sistémico (Pérez y Freeman, 2003). Una vez que se produce la selección de las nuevas tecnologías y su adecuación social (necesariamente conflictivas)<sup>3</sup>, devienen períodos de estabilidad de la inversión en el largo plazo por dos o tres décadas, dando lugar a una fase ascendente en la formación las ondas larga de desarrollo a nivel internacional<sup>4</sup>. Por su parte, durante las fases recesivas (donde comienza la difusión de tecnologías hacia la periferia), se puede identificar saturación la de mercados sectoriales centrales en un marco de inestabilidad de la economía internacional, con políticas monetarias restrictivas, incertidumbre tecnológica, proteccionismo y caída de la actividad.

A partir de allí, los paradigmas se difunden y suceden. Los nuevos tienen origen dentro del vigente, dando lugar a transformaciones en las formas de producción y de regulación nacional en cada país, y a los cambios en el sistema internacional con el surgimiento de nuevos países líderes y alteraciones relativas en la división internacional del trabajo. Como resultado de las transformaciones en el mapa político global, se afectan los márgenes de acción de los países periféricos y las condiciones para la implementación de políticas de inserción y relacionamiento internacional.

Siguiendo a Pérez (2009), es posible identificar grandes oleadas de desarrollo de la economía capitalista internacional asociadas a las revoluciones científicas y tecnológicas que tuvieron lugar sucesivamente a partir de la primera revolución industrial. De este modo, se establece una periodización de cinco etapas históricas donde cada una corresponde a un paradigma tecneconómico: a) desde la primera revolución industrial con centro en Inglaterra desde 1770 y caracterizada como de mecanización temprana; b) la segunda desde 1830 marcada por el desarrollo del vapor y ferrocarriles, tiene lugar en Inglaterra y rápidamente se extiende a Europa y Estados Unidos; c) la tercera desde 1880 a partir del desarrollo y difusión del acero, electricidad e ingeniería pesada; d) cuarta etapa que comienza hacia 1910/1930 centrada en el petróleo y automóvil; y e) la más reciente desde 1970/90 caracterizada por el desarrollo de las tecnologías información y comunicación.

<sup>3</sup> Proceso asociado a la idea de "destrucción creativa" propuesto por Schumpeter (1939).

<sup>4</sup> El impacto de la tecnología en la formación de ciclos fue ampliamente abarcado por la teoría económica. La periodización para la formación de los PTE propuesta por Pérez (a partir de 2009), toma distancia de la caracterización temporal de los ciclos de onda larga por presentar irregularidades en la sustanciación empírica. Se sigue que cada revolución tecnológica marca el inicio de una "gran oleada de desarrollo" (2009: 20) y de transformación de la economía global, que puede extenderse más allá de la temporalidad propuesta en los ciclos de onda larga (ciclos de Kondriatiev) y su asociación a las revoluciones industriales (Schumpeter, 1939).

Cada uno de estos paradigmas permite visibilizar la distribución de capacidades tecnológicas como elemento para explicar las relaciones económicas internacionales modernas. En particular, adquiere relevancia la problematización de la inserción de los países periféricos y las posibilidades de implementar pautas de desarrollo autónomo frente a los distintos paradigmas tecnoeconómicos.

Con todo, por su disposición y ordenamiento del sistema internacional entre países centrales y periféricos, su carácter multidimensional y la problematización de los fenómenos internos, el concepto de paradigma tecneconómico se constituye como una categoría analítica válida para analizar los determinantes de la autonomía para los países periféricos. A partir de allí, en el siguiente apartado se avanza en la caracterización de la autonomía tecnoeconómica como elemento central propuesto para el análisis de la dimensión científica y tecnológica de las relaciones internacionales.

### El concepto de autonomia en las relaciones interancionales

En términos del derecho internacional y la teoría del Estado, la autonomía es frecuentemente definida desde los conceptos de soberanía y territorialidad como los elementos que explican los límites de autoridad para cualquier actor externo sobre los acontecimientos internos (Krasner, 1995). Una segunda concepción se refiera a la capacidad del Estado—nación "que le posibilita articular y alcanzar metas políticas en forma independiente" (Russel y Tokatlian, 2003: 162). Dentro de esta definición, aparece el contraste de oposición entre autonomía y dependencia respecto a la influencia de actores externos en la toma de decisiones y en la capacidad para alcanzar los objetivos internos.

En términos normativos, la autonomía puede definirse como uno de los objetivos generales del Estado en la consecución de su interés nacional<sup>5</sup>, junto con la supervivencia y el bienestar económico. Desde esta concepción, la autonomía se define por oposición entre menor y mayor grado de libertad frente a los intereses de las potencias centrales, es decir, como "la capacidad de los países para tomar decisiones sin seguir los deseos, preferencias u órdenes de otros" (Russell y Tokatlian, 2003: 175). Esta capacidad para la toma de decisiones depende de las características específicas que adquiera el sistema internacional, la visión que los actores internos tengan de ellas y las estrategias de desarrollo adoptadas<sup>6</sup>.

Para Puig (1980, 1984) la autonomía representa un escenario de suma cero donde la

<sup>5</sup> Luciano Tomassini define el interés nacional — como categoría analítica- por aproximación como una síntesis de "los intereses reales que constituyen la agenda internacional de un país en un momento dado" (1989:167). En términos de Morgenthau (1963) constituye la esencia de la política y la búsqueda de poder.

<sup>6</sup> Al incorporar la dimensión interna como variable analítica, la concepción de autonomía desde una perspectiva periférica encuentra puntos de contacto con las visiones neo marxista de Robert Cox (1993;1986) y la teoría constructivista de Alexander Wendt (1999; 2003), quienes desde una postura crítica objetan la visión estado céntrica, permitiendo definir la autonomía como resultado de la interiorización del conflicto y el conjunto de relaciones sociales que dan forma a un Estado como actor internacional.

capacidad de decisión de un Estado depende del incremento del margen de maniobra frente a la sesión de espacios de otros actores. De esta manera, refiere a la autonomía como "la máxima capacidad de decisión propia que se puede tener, teniendo en cuenta los condicionamientos objetivos del mundo real" (Puig, 1980: 149).

Desde allí, surgen dos dimensiones para abordar el análisis (Puig, 1984; Jaguaribe, 1982; Tokatlian, 1994; Russell y Tokatlian, 2003). En primer lugar, la dimensión externa -o viabilidad del sistema internacional- para la autonomía de un Estado periférico; y por otro lado, sus condicionalidades internas para la implementación de determinada estrategia en la búsqueda de aumentar el margen de autonomía.

De esta manera, el carácter de los paradigmas tecnoeconómicos comprende el espacio externo que define las opciones de autonomía, mientras que el modelo de desarrollo y las características de los sistemas de innovación contienen la dimensión interna donde se disputan los instrumentos para la autonomía tecnoeconómica

Siguiendo a Puig (1980) un régimen internacional, contenido en cada uno de los paradigmas tecnoeconómicos, presenta una estructura jerárquica, donde los países o actores centrales que funcionan como "repartidores supremos" establecen las condiciones y criterios de sistema internacional o regional, mientras que los países periféricos deben ajustarse a los mismos en su carácter de "recipiendarios". En esa distribución existen, sin embargo, espacios para que los países periféricos puedan desarrollar estrategias de autonomía<sup>7</sup>.

Por su parte, en la construcción teórica de la autonomía relacional<sup>8</sup>, Russel y Tokatlian (2013) reconocen la estructura jerárquica del sistema interestatal pero, a diferencia de la visión realista clásica asociada a los atributos de poder, resaltan la importancia de otros instrumentos como redes, normas e instituciones que impactan sobre el marco para a la acción. Asimismo, destacan la relevancia central de los factores internos y "la capacidad de adaptación a las circunstancias económicas/tecnológicas mundiales" (Russel y Tokatlian, 2003:175). Es decir, el conjunto de capacidades que determinan la inserción o posicionamiento frente al paradigma tecnoeconómico.

<sup>7</sup> A partir de allí, el autor establece cuatro escenarios posibles para los países periféricos frente a la dicotomía dependencia-autonomía En primer lugar, se encuentra la Dependencia para-colonial, donde el Estado soberano se encuentra dominado por estructuras de poder y elites funcionales al interés nacional y al poder real de otros estados. El segundo peldaño corresponde a la Dependencia Nacional, donde los grupos locales dominantes "racionalizan la dependencia" y construyen un "proyecto nacional" en línea con los lineamientos propuestos por la potencia dominante (Puig, 1984: 75). El tercero es la autonomía heterodoxa, donde el modelo de desarrollo interno orienta la política exterior exponiendo las diferencias con la potencia dominante, a la cual se le reconoce la hegemonía. Este modelo se evidencia en varios pasajes de la política exterior Argentina en la relación distante - cercana con Estados Unidos (Simmonoff, 1999; Rapoport y Spiguel, 1994; Colombo, 2012). Por último, la Autonomía cesionista implica asumir el desafío explícito de desconocer o confrontar con la potencia hegemónica mediante el diseño de una inserción internacional que entra necesariamente en conflicto con el interés del país dominante.

<sup>8</sup> La autonomía relacional propuesta por Russell y Tokatlian (2003, 2013), donde la autonomía se constituye como un objetivo articulador y no supremo de la política exterior, busca definirse en un marco de transformaciones de las relaciones internacionales hacia finales del siglo XX y comienzos del siglo XXI.

En este orden de análisis, el camino hacia la autonomía requiere desarrollar atributos de poder (duros y blandos) y de autosuficiencia, donde "la activación de las potencialidades de poder dependerá de las posibilidades de una utilización a corto plazo y sólida de los conocimientos acumulados por los sistemas científico y tecnológico locales" (Bayer, 2010: 136).

### Autonomía tecnoeconómica: tecnología y dependencia

La autonomía tecnoeconómica puede definirse como la "capacidad técnico-científica de decisión propia a través de la inserción de la Ciencia y de la Técnica en la trama misma del proceso de desarrollo" (Sábato y Botana, 1970: 61). Esta dimensión de la autonomía se exterioriza invariablemente en los países periféricos frente a la toma de decisiones políticas, sociales y económicas en su carácter científico y tecnológico (Sábato y Mackenzie, 1982).

La condición periférica implica el reconocimiento de fuentes claves – económicas y financieras- impulsoras de la innovación asociada a la práctica de la autonomía, como pueden ser la sustitución de importaciones, la escasez de recursos, conocimientos específicos, las necesidades de inversión y reproducción de los capitales locales (Ferrer, 1974). Es decir que no sólo la generación, sino que la adaptación de tecnología desde la posición periférica resultarán más eficientes si se desarrollan capacidades técnicas y productivas junto con la infraestructura científica, tecnológica e institucional<sup>9</sup>.

La formación de capacidades tecnológicas y productivas trasciende el proceso de desarrollo económico como necesidad para construir autonomía y enfrenta límites estructurales propios de la misma situación de subordinación tecnológica. En este sentido, la posición periférica y el atraso científico y tecnológico de la región responden a casusas estructurales e históricas que se remontan al orden colonial y no se han modificado en lo sucesivo, fundamentalmente porque no se han desarrollado instrumentos para la producción autónoma y endógena de la ciencia que no solo no favorecen "sino hasta impiden el consumo de formas no importadas de tecnología" (Jaguaribe, 1971: 98).

En efecto, hacia la primera revolución industrial y frente a formación del primer paradigma tecnoeconómico global, las condiciones políticas y sociales de producción en la periferia se sostuvieron en una sociedad dual dividida entre aristócratas y campesinos, dominados políticamente por una nobleza rentista y la opresión inquisidora. Las formas de producción y organización colonial extractivistas no requerían mayores desarrollos tecnológicos, y hasta el siglo XVIII no comenzó un proceso de desarrollo tecnológico en la región. Por su parte, los

<sup>9</sup> En este sentido, a nivel macro los principales obstáculos económicos y financieros para la innovación en los países periféricos se encuentran asociados a la existencia de mercados concentrados y altamente protegidos (monopolios y oligopolios), a inconsistencias en los precios y costo relativos (tipo de cambio y tasa de interés), y a la escasez de capitales y la regulación de los procesos de inversión. Frente a estos limitantes adquiere preeminencia la disponibilidad de divisas y los problemas en la balanza de pagos.

regímenes productivos forjados luego de las independencias tampoco impulsaron el desarrollo autónomo de la ciencia y la tecnología, sino que condujeron, como posicionamiento accesorio frente a los países centrales con sistemas de producción asociados a procesos científicos y tecnológicos cada vez más complejos, a la especialización en la producción e materias primas en gran escala.

El desarrollo de la gran infraestructura y los procesos más complejos quedaron en manos del capital extranjero que ya se encontraba en plena etapa de transnacionalización y conquista de nichos productivos periféricos en alianza con las burguesía mercantil y los régimen oligárquicos. Asimismo, los sistemas productivos en la periferia se erigieron sobre tecnologías diseñadas y desarrolladas siguiendo las necesidades (y patrones de consumo) de economías centrales con elevados niveles de productividad y capacidad de inversión, generando "una dinámica de dependencia tecnológica" que atravesó lo sucesivos modelos de desarrollo y revoluciones tecnológicas del sistema internacional (Furtado, 1965; 1976; Ferrer, 1974).

Durante el segundo paradigma (1830-1880) tuvo lugar el impulso a la inserción comercial de los países de la región a partir de los mayores volúmenes de producción, resultado de la mayor organización estatal y la sistematización en la explotación de los recursos naturales. Por su parte, a partir de 1860 y principalmente de 1880, ya en vigencia del tercer PTE, se produjo el auge del modelo agroexportador en América Latina junto con la conformación de las primeras industrias de baja complejidad (Bethell, 1991; Chevalier, 1999). Sin embargo, en un marco de importantes modificaciones técnicas en las prácticas agropecuarias y extractivas a nivel global, el escaso desarrollo de capacidades tecnológicas para adaptar las nuevas técnicas de producción de insumos y equipamiento, forzó la dependencia de importaciones a partir de la disponibilidad de divisas que brindaban las tierras fértiles y los yacimientos mineros (Halperín, 1970; Furtado, 1976).

Como resultado, durante la vigencia de los primeros tres paradigmas no existieron en lo fundamental las condiciones y la correlación de fuerzas internas para la formación de capacidades tecnológicas que permitan sostener un sistema productivo adaptado a las necesidad locales, sino que estuvo orientado como complemento de las tecnologías impulsoras del desarrollo en los países centrales.

Esta es la perspectiva que forjó el pensamiento de Varsavky (1972), quien expuso que la ciencia y la tecnología no son neutras y responden a los estímulos del sistema en la dinámica centro-periferia. En este sentido, la ciencia en la periferia se encuentra dominada por la dependencia cultural que rige las estructuras e instituciones científicas y tecnológicas (cientificismo¹º). Para el autor, el camino hacia la autonomía y la confección de una ciencia que responda a los problemas locales se trata de una construcción política y cultural que debe discutir la hegemonía de los países centrales y la imposición de las pautas de producción y consumo.

Desde una lectura tecnoeconómica, en el mismo proceso de formación de los sistema productivos es posible reconocer patrones de dependencia frente a estructuras transnacionalizadas y contextos de apertura, donde los principales actores

<sup>10</sup> Varsavsky (1972) utiliza el término cientificismo para reflejar la concepción de una forma acrítica y asilada de hacer ciencia, regida por valores y pautas incorporadas de los países centrales.

económicos se encuentran insertos en cadenas globales y representan conductas tecnológicas de los países centrales y construyendo lazos de dependencia como enclaves económicos en la periferia. Esta determinación asume una representación empírica, entre otras dimensiones, en la dirección del flujo de tecnología, tanto de carácter incorporada como desincorporada, que requiere una estructura productiva para su funcionamiento e inserción externa.

En este orden de análisis, los países periféricos deben hacer frente a la extranjerización de los sectores productivos más dinámicos y la emergencia de grandes actores que integran cadenas globales de producción e innovación, y que mayormente se encuentras más articulados con centros de I+D extranjeros y desconectaos del complejo científico y tecnológico local<sup>11</sup> (De Angelis, 2015).

La autonomía tecnoeconómica no se agota en el desarrollo del complejo científico y tecnológico, sino que debe ser capaz de incorporarlo al proceso de desarrollo (Sábato y Botana, 1970). Para ello será esencial la interacción de tres elementos: el gobierno, la estructura productiva y la infraestructura científico-tecnológica<sup>12</sup>, donde la clave para el desarrollo científico y tecnológico autónomo "es el resultado de un proceso deliberado de interrelaciones" entre todos los actores que intervienen (Sábato y Botana, 1970: 65).

Desde allí surge como un signo del cambio técnico en la periferia la dicotomía entre la necesidad económica de desarrollar el mercado interno y las dinámicas tecnológicas que impulsan la apertura, estableciéndose como desafío estructural "dos objetivos, hasta cierto punto excluyentes" (Furtado, 2001:28). En efecto, los procesos periféricos de industrialización pueden enfrentar como límite estructural el estrangulamiento externo. En Argentina en particular, durante la ISI emergió un límite adicional frente a la expansión del mercado interno ya que su crecimiento reduce los saldos exportables, afectando (mediante la disponibilidad de divisas) la capacidad de importación de bienes de capital (O'donnell, 1977; Chena, 2008; Bresser – Pereyra y Gala, 2010).

En este marco, siguiendo a Jaguaribe (1979), la autonomía depende en primera instancia, y revalidando las dimensiones estructurales, de la viabilidad nacional y la permisibilidad internacional. La viabilidad nacional reúne los recursos humanos, naturales, y técnicos, y su capacidad de inserción internacional. Las condiciones para esta viabilidad se encuentran atravesadas por la tecnología disponible en

<sup>11</sup> Hacia la década de 1970, frente a la emergencia el quinto PTE, los países periféricos pagaban en concepto de royalities y derechos de propiedad más de lo que se invertía localmente en CyT. A su vez, sólo una porción minoritaria de los temas de investigación financiados localmente abarcan problemáticas endógenas de desarrollo (De Angelis, 2015).

<sup>12</sup> De allí el enfoque conceptual del Triángulo de Sábato que identifica el espacio sistémico del complejo científico y tecnológico compuesto por el sistema educativo, los laboratorios y centro de investigación, el sistema institucional de planificación y coordinación, el marco jurídico y normativo que regula al conjunto, y los recursos económicos y financieros asignados en la materia. En efecto, reconoce el funcionamiento sistémico entre todos los elementos en un accionar articulado, y que el resultado depende del éxito de esa sinergia. Posteriormente el modelo conceptual de Sábato derivaría en una reformulación desde los países centrales como el enfoque de la Triple Hélice, abandonando la pretensión de autonomía de la formulación original (De Angelis, 2015).

cada paradigma, es decir, que la viabilidad para la autonomía se encuentra "condicionada por las exigencias tecnológicas de cada época" (Jaguaribe, 1979: 96). La permisibilidad internacional, por su parte, dependerá, como veremos en siguiente apartado, de condiciones geopolíticas, de los atributos de poder y de otros elementos propios de las relaciones internacionales.

En efecto, según lo expuesto hasta aquí, existen distintas variables independientes que determinan el grado de autonomía tecnoeconómica en condiciones periféricas: los recursos y capacidades nacionales; las necesidades internas de la estrategia de desarrollo y las formas de producción y consumo; las potencialidades aplicación de tecnología en la explotación de los recursos que se expresan en el sistema de innovación; y las formas de inserción internacional. De esta manera, dentro de los determinantes del cambio tecnológico en los países periféricos se inscriben un conjunto heterogéneo de variables, entre las que se encuentran las condiciones distributivas, los patrones de consumo, la capacidad de sustitución de importaciones, el complejo institucional, la apertura económica y la inversión extranjera directa.

Asumiendo esta perspectiva, la política científica y tecnológica no sólo es entendida como política económica<sup>13</sup>, sino como un instrumento de política internacional, en tanto define pautas de inserción externa. Es decir, la autonomía dependerá de la capacidad del sistema tecnológico y productivo, junto con la decisión política, de satisfacer necesidades tecnológicas nacionales con capacidades y recursos nacionales. Frente a este escenario, la autonomía no constituye una conquista estable y permanente, sino que responde a un ejercicio (para mantenerla y potenciarla) frente a una determinada coyuntura<sup>14</sup>.

Por lo tanto, la acumulación del conocimiento y las capacidades tecnológicas deben estar dirigidas al sostenimiento de autonomía relativa y la ampliación de los márgenes de acción. La relación entre autonomía y ciencia y tecnología queda definida por el tipo de relacionamiento causal entre ambas dimensiones: "la autonomía genera necesidades de progreso científico y tecnológico, y ese progreso será tal a condición del mantenimiento de la autonomía" (Bayer, 2011: 135).

Si bien las capacidades tecnológicas constituyen variables endógenas para la práctica de la autonomía<sup>15</sup>, la multidimensional del fenómeno en un mundo interdependiente obliga a reconocer que la autonomía no se agota en el desarrollo interno, sino que debe sostener el reconocimiento y la posibilidades de acceso al

<sup>13</sup> La política tecnológica debe ser articulada en conjunto con la política económica ya que esta determina en primera medida las posibilidades de generación, adaptación y acumulación de capacidades tecnológicas a partir de instrumentos de promoción y regulación, como compras estatales, desarrollo de proveedores, exenciones impositivas, tarifas y aranceles.

<sup>14</sup> En Jaguaribe (1979; 1984) aparecen de manera más clara el enfoque de las capacidades tecnológicas asociado a la práctica de la autonomía. Para el autor, el sistema internacional dispone de cierto margen de autonomía a los países que satisfacen determinados requisitos y se relacionan económico-culturalmente en términos compatibles con los intereses y valores básicos de país hegemónico.

<sup>15</sup> Existen condiciones dinámicas requeridas para desarrollar la autonomía como práctica, en particular, se trata de requisitos ejecutorios que tienen que ver con la capacidad técnica y empresaria, la gestión política y las condiciones para la inserción internacional del modelo de desarrollo interno.

conocimiento científico y tecnológico internacional, y su adaptación a las condiciones locales conjuntamente con el desarrollo de tecnología y sistemas nacionales orientados por los requerimientos propios. A partir de allí, desde el sostenimiento de un proyecto colectivo de desarrollo interno que apuntale la generación de capacidades un país puede sostener objetivos de autonomía.

De esta manera queda definida la autonomía tecnoeconómica y los principales elementos y dimensiones para analizar el posicionamiento periférico de América Latina en el ordenamiento global. A continuación, a fines de complementar la visión expuesta, y sobre la base de los aportes para el estudio de la autonomía desde las relaciones internacionales, en el siguiente apartado se analiza posicionamiento de América Latina en los dos paradigmas tecnoeconómicos del siglo XX.

# Estrategias autonomistas y fases de integración frente a los paradigmas del siglo XX

En el reconocimiento de la posición accesoria de América Latina en el ordenamiento estructural del sistema internacional y los distintos paradigmas tecnoeconómicos, los países del continente han transitado, en forma general, y con algunas sustanciales diferencias en casos y momento históricos particulares, por dos lógicas principales en cuanto a la estrategia en el campo de las relaciones internacionales y el diseño de las políticas exteriores: la autonomía (como dominante) y la aquiescencia (secundaria) (Russel y Tokatlian, 2003, 2013; Bernal Meza, 2005).

Como se señaló anteriormente, sobre el posicionamiento y las estrategias autonomistas adquieren relevancia las acciones concretas de los modelos de desarrollo interno que contienen y proyectan la autonomía en su carácter interno y externo. En este sentido "la lógica de la autonomía ha tenido un papel constitutivo relevante en la toma de conciencia de la situación de dependencia de la región" (Russel y Tokatlian, 2013: 161).

Por su parte, la aquiescencia o aceptación, aparece como una lógica secundaria en algunos momentos históricos específicos, donde se parte de reconocer la posición subordinada en el sistema internacional y el reconocimiento particular de la gravitación de Estados Unidos en la región, buscando el apoyo material o simbólico de la potencia.

Asimismo, la matriz periférica y las diferentes estrategias de política exterior adoptadas por cada uno de los países a lo largo de la historia y frente a las distintas configuraciones tecnoeconómicas globales, orientaron los esfuerzos y los impulsos concomitantes de la integración regional.

Es importante señala que en términos de autonomía, la integración regional no necesariamente conducirá a reducir la dependencia, en tanto dependerá de los objetivos específicos y los fines de los proceso de integración (Puig, 1984). Sin embargo, la adopción de una estrategia autonomista -fundamentalmente del tipo heterodoxa- a nivel regional reconoce la integración como un elemento clave para ampliar los márgenes de acción de los países periféricos. En el mismo sentido, Jaguaribe (1982) sostiene que la integración regional es un camino de viabilidad para alcanzar la autonomía latinoamericana a partir de la ampliación y agregación

de los recursos y espacios para la mejora de las condiciones técnicas y productivas. Por su parte, Sábato y Botana (1970) destacan la integración regional y el trazado de objetivos comunes en el plano la ciencia y la tecnología como el camino ineludible hacia la autonomía posible.

A partir de allí es posible identificar distintos momentos históricos a partir del siglo XX respecto del posicionamiento frente a cada PTE de los países de América Latina y las diferentes estrategias en torno a la integración y la autonomía.

## Cuarto paradigma tecnoeconómico como marco para la autonomía en América Latina

A nivel global, el cuarto paradigma tecnoeconómico se caracterizó por el auge del régimen de acumulación fordista keynesiano y su posterior crisis asociada a la rigidez del modelo en sus formas de regulación y acumulación (Cuadro 1). A nivel interno, coincidió con la crisis del modelo agroexportador, signada por los cambios en el contexto internacional y límites de la capacidad productiva interna.

Ramas Líderes	Automóviles, tractores, armamento pesado, aviones, bienes de consumo durable, petroquímica y material sintético.
Infraestructura y matriz energética	Rutas y aeropuertos. Electricidad y telecomunicaciones analógicas a nivel global. Grandes escalas para a producción. Redes de oleoductos. Auge hidrocarburos.
Industrias Clave	Energía, derivada principalmente del petróleo, y petroquímica.
Principales Innovaciones	Mercado de masas. Integración horizontal. Estandarización de la producción y el consumo. Motor de combustión interna. Auge sintético. Comunicación inalámbrica
Limitación del paradigma anterior	Problemas de escala y estandarización de la producción para el sostenimiento de los cada vez mayores niveles de consumo.
Sector en Crecimiento (impulsan Vº PTE)	Computadores, radares, nuevas maquina- rías de producción, industria farmacéutica, armas nucleares, desarrollo de software y microelectrónica.
Países líderes	Estados Unidos y Alemania. Difusión hacia Europa. Auge multilateralidad en las Relaciones Internacionales: ONU, OTAN, G7, FMI, BIRF, GATT- OMC.
Regímenes de regulación	Auge del modelo fordista – keynesiano. Estado de Bienestar. Movimiento de la liquidez mundial de manos privadas a manos públicas. Crisis y desarticulación.

Ramas Líderes	Automóviles, tractores, armamento pesado, aviones, bienes de consumo durable, petroquímica y material sintético.
Sistemas de Innovación	Expansión de los departamentos de I+D. Asociación Innovación - consumo. Impulsos estatales a la I+D en el campo militar dando forma a la <i>bigscience</i> . Modelos centrados en la oferta del conocimiento.
América Latina	Modelo de Industrialización por Sustitución de Importaciones y desarrollo gran infraestructura. Sectores claves en manos de capitales extranjeros. Importación de tecnológica clave. Industrialización trunca.
Sistemas de Innovación en AL	Institucionalización de la ciencia y la tecnología. Base del actual complejo institucional. Políticas Científicas y Tecnológicas y desarrollo de instrumentos de fomento a la investigación y el desarrollo. Primeros laboratorios I+D en el sector productivo.

Tabla 1. IV Paradigma. 1910/1930. La era del automóvil y el uso difundido del petróleo Fuente: Elaboración propia en base a Freeman y Pérez (2003), Fajnzylber (1990), Kreimer, (2006), De Angelis (2015).

La adopción del modelo de desarrollo de industrialización por sustitución de importaciones (ISI) tuvo lugar frente a la crisis de 1930 y la caída de los precios de los productos exportables, junto con la interrupción de los flujos comerciales y tecnológicos globales en el marco de las grandes guerras.

En el plano global, los cambios y la disputa por la hegemonía luego de la crisis de 1929 y de la segunda guerra posicionaron a Estados unidos como nuevo líder económico y financiero a nivel global, con una fuerte presencia en América Latina. A nivel regional, la evolución política hacia un nuevo modelo de desarrollo, su inserción comercial y la relación con los socios estratégicos, pusieron en juego las alianzas forjadas durante el modelo anterior (Cardoso y Faletto, 1996; Bernal Meza, 1994).

Durante la guerra, producto del sostenimiento de las exportaciones de productos primarios, crecieron los saldos positivos del balance comercial regional, al mismo tiempo que los productos industriales británicos redujeran su presencia en el mercado internacional, permitiendo un auge de las exportaciones industriales intrarregionales -y la formación de capacidades tecnológicas asociadas-. Luego de la guerra, y hasta la década de 1970, la industria siguió desarrollándose pero sin el impulso del comercio regional experimentado en los años previos, por lo que se consolida el perfil mercado internista en los principales países industriales de la región como Argentina, Brasil y México.

Por otro lado, como corolario de la estrategia industrialista sobre una base dependiente de desarrollo tecnológico crecieron las importaciones provenientes de Estados Unidos en toda la región. Los capitales estadounidenses que habían ingresado con fuerza desde finales del período anterior, se constituyeron como un fuerte factor de presión para direccionar el aprovisionamiento de importaciones estratégicas, como combustibles, insumos intermedios y bienes de capital (Rapoport, 2000).

El principal desafío tecneconómico se cristalizó en la capacidad para sostener un equilibrio en la balanza de pagos capaz de resistir las importaciones estratégicas que requería el proceso de industrialización y que obligaban a sostener e incrementar la venta externa de productos primarios y manufacturas de bajo contenido tecnológico a cambio de las divisas necesarias para evitar la restricción externa. En este marco, la necesidad de divisas permeo la llegada de capitales extranjeros orientadas a la industria y los servicios.

Para la década del 1960 era evidente que la apertura a las IED fue generando una base estructural de enclaves transnacionales concentrados que, posteriormente, con el neoliberalismo y el proceso de "privatización periférica" de la empresas concesionarias de servicios públicos, terminó por desregular las contrataciones con proveedores locales, apuntalando la desarticulación productiva en favor de la participación en cadena globales de valor y descentralizando el proceso de valorización tecnológica (Katz, 1972; Fajnzylber, 1990)

Frente a estos límites adquirió centralidad el proceso de cambio tecnológico como elemento dinámico para avanzar hacia mayores márgenes de autonomía vía generación de capacidades productivas que permitan reducir el peso de las importaciones (Hurtado, 2012; Dagnino, et al. 1996). En efecto, resulta clave la iniciación y el desarrollo de los sistemas de innovación durante el período, dado que allí surgieron las instituciones inaugurales del actual complejo institucional a nivel regional en la materia (Albornoz, 1990)<sup>16</sup>.

A comienzos de la década de 1970 los esfuerzos industrializadores se vieron interrumpidos por una nueva crisis internacional y el impacto en los precios relativos y en los términos de intercambio.

Con todo, la interrupción del proceso de industrialización socavó la emergencia de una base productiva consciente de la formación de capacidades tecnológicas como elementos para enfrentar las condiciones de inserción internacional, retomando a nivel general, durante la fase de despliegue del quinto paradigma, una visión ortodoxa y dependiente de la producción y movilidad del conocimiento y la tecnología (Kreimer y Thomas, 2004; Albornoz, 2009).

Durante esta etapa, el desarrollismo y los modelos de industrialización, encolumnados en un regionalismo cerrado o viejo regionalismo (Bulmer-Thomas, 1998; Van Klavern, 1997), buscaron la integración autonomista como extensión de los mercados nacionales y como elemento para la transformación estructural entendida como la maduración productiva necesaria para la posterior inserción global, en un contexto de protección, relativo aislamiento y regulación estatal.

Asimismo, en este marco se produjo la construcción de la teoría normativa de la autonomía que dio sustento teórico para la política exterior del estructuralismo

<sup>16</sup> Consejos Nacionales de Ciencia y Tecnología en Brasil, México, Argentina y Venezuela, nacimiento de los Institutos de investigaciones básicas y aplicadas, e instituciones en distinta áreas del conocimiento

latinoamericano en su condición periférica, asociando la búsqueda del desarrollo industrial y la integración como objetivo de política exterior (Puig, 1984; Jaguaribe, 1973; Furtado, 1976). Desde la perspectiva estructuralista, la transformación productiva en la periferia mediante la incorporación de conocimiento y tecnología estuvo orientada por la inserción de los países periféricos en un sistema internacional funcional a los intereses del centro (Prebisch, 1981, 1988; Sunkel, 1967; Ferrer, 1974). A partir de allí, quedó expuesta la condición analítica (y empírica) de que el espacio nacional de desarrollo se encuentra en constante interacción con actores externos que dominan los procesos de generación y adaptación de tecnología, como también dinámicas macroeconómicas del intercambio y el establecimiento de los grandes precios, como el tipo de cambio y la tasa de interés.

# América Latina frente al quinto paradigma: de la aceptación al retorno autonomista

Desde la década de los setenta se fueron generando importantes cambios asociados al surgimiento del quinto PTE impulsado por la electrónica y las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (Cuadro 2). Hasta este período, las distintas revoluciones que estimularon la formación de paradigmas estuvieron asociadas mayormente -al menos en sus inicios- con transformaciones en el uso de la energía. Por su parte, la revolución científica y tecnológica inaugural del quinto paradigma tuvo lugar en el ámbito de la información y la difusión del conocimiento, atravesando el conjunto de las actividades humanas e impulsando cambios sistemáticos a nivel productivo, organizativo, institucional y cultural.

El cambio en los modos de organización de las empresas y la redefinición de los espacios y las pautas de producción y consumo, arrojó un nuevo escenario de competitividad internacional basado en el conocimiento, dando origen a un nuevo régimen de acumulación capitalista posfordista sostenido en un esquema de producción flexible y deslocalizado.

Ramas Líderes	Computadores, bienes electrónicos de capital, telecomunicaciones, software, fibra óptica, robótica, satélites, comunicación digital, entre otros.
Infraestructura y matriz energética	Transporte físico y digital de alta velocidad. Mundialización de las comunicaciones. Crisis de la matriz energética en torno a combustibles fósiles.
Industrias Clave	Conocimiento e información como factores centrales de la producción y fuente de ventajas competitivas. Microelectrónica.
Principales Innovaciones	TICs. Nuevos límites del conocimiento. Uso intensivo de las nuevas tecnologías. Especialización, diseño y marketing. Cadenas globales de valor. Estructuras y sociedad en red.

Ramas Líderes	Computadores, bienes electrónicos de capital, telecomunicaciones, software, fibra óptica, robótica, satélites, comunicación digital, entre otros.
Limitación del paradigma anterior	Rigidez de producción. El nuevo paradigma ofrece solución de flexibilidad en tiempos y formas. Ensamblado, precisión y control de todo el proceso productivo a partir de la incorporación de sistemas electrónicos
Sector en Crecimiento (impulsan VIº PTE)	Biotecnología, nanotecnología e ingeniería robótica. Aplicación de las TIC a la producción sustentable. Hiperconectividad. Código abierto: comienza a percibirse que la protección como barrera al desarrollo. Almacenamiento de energías renovables.
Países líderes	Comienzo y fin de la unipolaridad. Estados Unidos y Alemania. Difundiéndose hacia Europa y luego Asia. Ascenso de China y disputa de hegemonía. Apertura India.
Regímenes de regulación	Desarticulación del Estado de Bienestar. El mercado regulador. El Estado desarrolla infraestructura y servicios básicos (y de seguridad). Financierización e inestabilidad. Relocalización de la producción a partir de las diferencias internacionales. Revalorización de lo local.
Sistemas de Innovación	SNI modernos (articulación virtuosa público –privada). Auge de la innovación en la búsqueda de generación de ventajas competitivas dinámicas. Mundialización de los regímenes de propiedad intelectual.
América Latina	Abandono ISI. Modelo de desarrollo neoliberal y crisis. Profundización de los modelos extractivistas. Neodesarrollismo e interpelación autonomista.
Sistemas de Innovación en AL	Visión ortodoxa del cambio tecnológico. Fin esfuerzos domésticos en ciencia y tecnología.  Desindustrialización y pérdida de capacidades. Crisis neoliberal, modelo neodesarrollista y nueva política científico tecnológica.  Revitalización institucional. Regionalización.

Tabla 2. V Paradigma. 1970, la era de la información y el conocimiento Fuente: Elaboración propia en base a Freeman y Pérez (2003), Pérez (2009), Albornoz, (2009), Castell (2010), De Angelis (2015).

En este marco de transformaciones sistémicas, a nivel regional y en un contexto de intervencionismo militar y bajo la tutela hegemónica de Estados Unidos, se avanzó en la desarticulación de la estrategia sustitutiva, dando paso a un estilo de desarrollo neoliberal, que continuó, con matices, en los posteriores gobiernos democráticos y alcanzó su máxima expresión en la década del noventa durante la vigencia del Consenso de Washington (Albornoz y Gordon, 2011).

Las reformas estructurales neoliberales impulsaron una transformación productiva ampliando la heterogeneidad (entre sectores e intra sectorial). Se produjo la especialización en industrias basadas en recursos naturales, commodities industriales (de bajo y medio contenido tecnológico) y las maquilas ensambladoras, como también el auge de la industria automotriz en la región. Complementariamente, se impulsó la modernización en infraestructura, energía y telecocomunicaciones frente a una nueva etapa de la globalización y una creciente importancia de las firmas transnacionales y los grandes grupos económicos locales (apuntalando la extranjerización y concentración de las estructuras económicas). Como resultado, se produjo el desplazamiento relativo de sectores sensibles para el desarrollo en América Latina, como son las manufacturas intensivas en mano de obra y los sectores de mayor complejidad tecnológica, generando la "llegada masiva de importaciones" y la "desaparición de capacidades tecnológicas (Katz, 2000: 27 y 48)

En este orden de análisis, la virtual ausencia presupuestaria de la política científica y tecnológica en durante el período neoliberal responde principalmente a la insuficiente demanda de innovaciones de los principales agentes económicos con mayor capacidad de influir en las decisiones políticas. Estos agentes, como ilustra Nochteff (2002) para el caso argentino, obtuvieron beneficios extraordinarios a partir de un conjunto de "ventajas monopólicas no basadas en la innovación" (Nochteff, 2002: 558), y por lo tanto, no necesitaron del desarrollo de un sistema de innovación, ni de la formación de recursos humanos calificados para la obtención de ventajas competitivas dinámicas, sino, por el contrario, que basaron su obtención de beneficios sobre la disponibilidad de recursos naturales y en ventajas artificiales otorgadas a partir de subsidios, esquemas preferenciales, protecciones, concentración de mercados y libertades para fijar precios. Por su parte, las innovaciones asociadas a los sectores extractivos fueron mayormente incorporadas como paquetes tecnológicos generados exógenamente.

La extranjerización en los sectores más dinámicos (alimentos, metalurgia, minería, industria química, petrolera, maquilas, ensamblado electrónico e industria automotriz) condicionó la incorporación del cambio tecnológico, en tanto integran cadenas globales de valor, articulando sus funciones de producción con proveedores extranjeros y concentrando sus principales inversiones en I+D fuera de la región. Asimismo, mediante la remisión de utilidades y las compras e insumos y bienes de producción en el extranjero, generan problemas en la disponibilidad de divisas. Estas condiciones estructurales trascendieron en la mayoría de los países la ruptura neoliberal, profundizándose durante los primeros años del siglo XXI.

En el campo científico y tecnológico, en un contexto de vulnerabilidad y crisis económicas recurrentes, durante la década del ochenta la actividad tuvo un lugar marginal. En los años noventa, el desarrollo científico y tecnológico siguió teniendo un lugar marginal que coincidió, sin embargo, con un conjunto de iniciativas formales en torno al auge internacional de los modelos de planificación basados en la innovación y el impulso de los organismos internacionales para la modernización intencional en la región(De Angelis, 2015).

En este orden, en cuanto la autonomía y el análisis desde las relaciones internacionales, desde los años ochenta la instrumentación de políticas se caracterizó

por la aceptación ante el orden configurado por la potencia hegemónica. Con el fin de la Guerra Fría y el contexto regional de estabilidad democrática, junto a el impulso de las reformas macroeconómicas liberales que incluyeron la apertura y liberalización del frente externo, se forjo el nuevo paradigma de integración del regionalismo abierto, que buscó la coordinación de la política exterior alineadas por la nueva agenda multilateral en temas de seguridad, política internacional y migraciones, resignando la planificación de la estructura económica interna y cediendo espacios frente a los actores e inversores internacionales, priorizando las relaciones norte-sur (Fuentes, 1994; Van Klavern, 1997; Rapoport, 2006).

El marco común de las políticas exteriores que caracterizan este período se corresponde con los principios teóricos y normativos del realismo periférico o utilitarismo de la periferia. Elaborado por Carlos Escudé (1992) para el diseño -y fundamentación- de la política exterior argentina e interpelando la teoría de la autonomía, los principios del realismo periférico asumen la visión del Estado Comercial de Rosecrance (1987). Desde esta perspectiva, la inserción y la política exterior de un país debe estar guiada por el reconocimiento y la especialización de las ventajas comparativas, que en el caso de los países de la región, y en Argentina en particular, implica orientar un modelo de desarrollo especializado en productos primarios, sin necesidad de generar capacidades dinámicas sostenidas en un sistema de innovación y producción de mayor complejidad tecnológica<sup>17</sup>.

Una tercera etapa surge luego del fracaso regional de la experiencia neoliberal en un contexto de crisis económica generalizada, donde distintos países encuentran respuestas en estrategias comunes y autonomistas. En este sentido, el proceso de integración regional de comienzos de siglo XXI se caracteriza no sólo por la convergencia política y democrática (Russel y Tokatlian, 2003), sino por una visión común en torno a la forma de integración comercial y financiera con el centro del sistema mundial y los nuevos socios estratégico de la periferia (Colombo, 2012; De Angelis *et al.*, 2013).

La nueva fase del regionalismo construyó su identidad a partir del reconocimiento de los déficits del desarrollo y la asimetría entre países y mercados, como también en materia energética y en infraestructura, consolidando un objetivo común de inclusión en torno a la reducción de la pobreza y la desigualdad. A nivel global, coincidió con una nueva etapa de la globalización y una menor injerencia relativa de Estados Unidos en la región. Asimismo, se materializó en una agenda común, la creación de espacios políticos que sirvieron como apoyos institucionales para la gobernabilidad interna.

De esta manera, hacia comienzos del nuevo siglo surgieron los modelos neodesarrollistas, en referencia a las nuevas estrategias de acumulación centradas en el crecimiento del sector industrial en un contexto globalizado (diferencia sustancial

<sup>17</sup> Para Escudé (1992), el éxito de la asociación estratégica de Argentina con Gran Bretaña del siglo XIX se basó en la complementariedad de las economías. Por su parte, las confrontaciones con Estados Unidos durante gran parte del siglo XX se basaron en el carácter competitivo de los sistemas productivos. De esta manera, para el autor, parte del fracaso de las estrategias de desarrollo se explican por la posición confortativa con los países centrales, y en particular con Estados Unidos.

con el desarrollismo, que impulsó la industrialización en un marco de protección) (Porta y Bianco, 2004; Curia, 2011; Féliz, 2011). Sin embargo, el auge global de los productos primarios y los límites en la trasformación del marco de regulación para las actividades primarias, resultaron en un aumento de la participación de los sectores extractivos en el esquema de distribución sectorial para la mayoría de los países de América Latina, reproduciendo las pautas estructurales de inserción periférica (de la Garza y Neffa, 2010).

Con todo, el nuevo impulso autonomista e industrialista arrojó evidencias de desarrollo de capacidades productivas, tecnológicas y de una nueva dinámica institucional. No obstante, desde la perspectiva tecnoeconómica continúan primando condiciones estructurales del régimen de producción (concentración, precarización y transnacionalización) que agudizan la baja demanda y la débil vinculación respecto a la oferta de conocimiento y los sectores más dinámicos del paradigma actual

#### Consideraciones finales

Desde la propuesta analítica conceptual de la autonomía tecnoeconómica, el artículo buscó presentar las principales dimensiones para su análisis con base en el estudio del posicionamiento de América Latina en los distintos paradigmas tecneconómicos.

En este sentido, los diferentes estilo de desarrollo adoptados por los países de la región y los cambios tecnológicos impulsados por cada paradigma global permiten visibilizar la reproducción de las pautas de inserción periférica y los límites para el desarrollo de la autonomía.

Si bien no existe un proceso lineal para dicha reproducción periférica en la relación entre sistemas productivos, capacidades tecnológicas e inserción externa, es posible identificar hechos estilizados de cierta regularidad tanto de carácter doméstico como internacional. Entre los factores externos se deben señalar los cambios en los precios relativos; las diferentes coyunturas sistémicas; las condicione asimétricas de movilidad y transferencia de tecnología; y los movimientos de tecnologías declinantes junto con capitales financieros hacia la periferia en momentos de crisis en el centro.

Por otro lado, frente a la emergencia del quinto paradigma se produjo la consolidación de la heterogeneidad productiva en la región y el abandono virtual de los impulsos autonomistas en ciencia y tecnología en su vinculación con los sistemas productivos. A medida que se fue consolidando un régimen de acumulación extractivista en América Latina, el sector industrial logró una débil sobrevida sobre una estructura concentrada y de enclaves, con escaso desarrollo tecnológico y sistemas de innovación que desde lo institucional comenzaron a formalizarse pero de manera aislada de la base productiva y de la visón de la autonomía tecnoeconómica.

En los primero años del nuevo siglo, a partir del aumento de la demanda internacional, el crecimiento de los precios de los productos primarios y la consecuente reactivación productiva, se evidenció un renacer del espíritu autonomista principalmente en los países de América del Sur. Sin embardo, no existió una ruptura estructural en el campo productivo y el posicionamiento periférico, profundizando

las divergencias entre sectores y entre países.

Por último, se propone reflexionar sobre los elementos inductores del próximo paradigma, principalmente en aquellos que revelan un potencial estratégico para la región en su biodiversidad, como son la biotecnología, la ingeniería genética, los nuevos materiales y los desafíos en torno a la acumulación y distribución de energías renovables.

En conjunto, estos elementos posicionan a América Latina como poseedora de los recursos claves pero desde una macro visión que expone la vulnerabilidad frente a un inexcusable conflicto de carácter internacional, que obligan a pensar la autonomía en su dimensión tecnoeconómica y con un carácter necesariamente regional. A partir de allí, el desafío ineludible que recae sobre las políticas públicas, y en especial sobre la política exterior de los países de la región, es cómo dar respuesta a las necesidades globales y apropiarse de estos recursos mediante la adaptación y generación capacidades tecnológicas, que son finalmente las que terminaran inclinando la balanza entre ganadores y perdedores en el sistema internacional.

Con todo, el artículo busca constituirse como un aporte a la reflexión de la autonomía y despertar debates que abran caminos hacia la elaboración de modelos analíticos desde una perspectiva contextualizada y dinámica, conscientes de los elementos en transformación a nivel sistémico y de los límites de las estrategias de desarrollo implementadas localmente

### Referencias bibliográficas

Albornoz, Mario (2009), Desarrollo y políticas públicas en Ciencia y Tecnología en América Latina. *Investigaciones Políticas y Sociológicas*, vol 8 Nº1, pp 65-75, Santiago de Compostela

Arellano Hernández, Antonio (2005). El Estudio social de la ciencia y la tecnología en América Latina, desarrollo y desafíos, en Leonel Corona Treviño y F. Xavier Paunero Amigo (eds.) Ciencia, Tecnología e Innovación: Algunas experiencias en América Latina y el Caribe. Editorial Publicaciones de la UdG.

Bayer, Gustavo. (1973), *Autonomía nacional y política científica y tecnológica*. Revista de Administração Publica, 7, (2).

Bernal-Meza, Raul (2005), América Latina en el mundo: el pensamiento latinoamericano y la teoría de relaciones internacionales. Nuevohacer, Grupo Editor Latinoamericano.

Bernal-Meza, Raul (1994), *América Latina en la economía política mundial*. Grupo Editor Latinoamericano

Bethell, Leslie (1991) América Latina: economía y sociedad. Barcel. Editorial Crítica.

Bresser-Pereira, Luiz Carlos, y Gala, Paulo (2010), Macroeconomía Estructuralista del Desarrollo. *Revista de Economía Política*, 30(4), 120.

Bulmer-Thomas, Victor (1998), El Mercado Comun Centroamericano: Del regionalismo cerrado al regionalismo abierto. Integración Regional en Centroamérica. San José: FLACSO-SSRC.

Cardoso, Fernando Henrique, y Faletto, Enzo (1996), Dependencia y desarrollo en América Latina: ensayo de interpretación sociológica. Editorial Siglo XXI

Chena, Pablo Ignacio (2008), Crecimiento restringido por la balanza de pagos en países exportadores de alimentos, en *Problemas del desarrollo*, 39(155), 29-51.

SABER Y TIEMPO 1(2) ISSN 2451-7658

Chevalier, François (1999). *América Latina: de la independencia a nuestros días*. México, Fondo de Cultura Económica.

Dagnino, Renato, Thomas, Hernán y Davyt, Amilcar (1996), El pensamiento Latinoamericano en Ciencia, Tecnología y Sociedad. Una interpretación política de su trayectoria, *REDES*, N° 7.17

De Angelis, Ignacio, Calvento, Mariana, y Roark, Mariano. (2013). ¿Hacia un nuevo modelo de desarrollo? Desde la teoría de la regulación: Argentina 2003-2010. *Problemas del desarrollo*, 44(173), 31-56.

De Angelis, Ignacio (2015), Cambio tecnológico en el modelo de desarrollo posconvertibilidad. Límites y oportunidades para la transformación de la estructura productiva. Un análisis de la industria de bienes de capital en Argentina. (Tesis de Maestría sin publicar). Universidad Nacional de Quilmes, Bernal.

De la Garza Toledo, Enrique y Neffa, Julio César (Comps.) (2010), *Trabajo y modelos productivos* en América Latina: Argentina, Brasil, Colombia, México y Venezuela luego de las crisis del modo de desarrollo neoliberal, Buenos Aires, CLACSO.

Escudé, Carlos (1992), Realismo periférico: fundamentos para la nueva política exterior argentina. Planeta.

Fajnzylber, Fernando (1990), Industrialización en América Latina: de la caja negra" al" casillero vacío": comparación de patrones contemporáneos de industrialización". CEPAL.

Féliz, Mariano (2011), ¿Neo-desarrollismo: más allá del neo-liberalismo? Desarrollo y crisis capitalista en Argentina desde los 90. Revista *THEOMAI* (23), 72-86.

Ferrer, Aldo (1989), El devenir de una ilusión: La industria Argentina desde 1930 hasta nuestros días. Editorial Sudamericana SA.

Ferrer, Aldo (2010), Raúl Prebisch y el dilema del desarrollo en el mundo global. *Revista de la CEPAL* (101), 7-15.

Ferrer, Aldo (2014) [1974], *Tecnología y Política en América Latina*. Berna, Asociación de Economía para el Desarrollo de la Argentina. Universidad Nacional de Quilmes.

Freeman, Christopher y Pérez, Carlota (2003), Crisis estructurales de ajuste, ciclos económicos y comportamiento de la inversión. En Chesnais, F. y Neffa J. *Ciencia, tecnología y crecimiento económico* (211-243). Buenos Aires: CEIL-PIETTE CONICET.

Fuentes, Juan Alberto (1994), El regionalismo abierto y la integración económica. *Revista de la CEPAL*, (53), 81 – 89.

Furtado, Celso (2001), El capitalismo global. México, Fondo de Cultura Económica.

Furtado, Celso (1976), Prefacio a una nueva economía política, México, Siglo XXI.

Furtado, Celso (1993), Los vientos del cambio. México, Fondo de Cultura Económica.

Halperin Donghi, Tulio (1970), Historia contemporánea de América latina. En *Revista española de la opinión pública*, (20), 391-394.

Hurtado, Diego (2012), Surgimiento, alienación y retorno. El pensamiento latinoamericano en ciencia, tecnología y desarrollo, *Voces en el Fénix*, 2 (8) 21-27.

Jaguaribe, Helio (1982), Hegemonía céntrica y autonomía periférica en HILL, Eduardo y TOMASSINI, Luciano, *América Latina y el Nuevo Orden Económico Internacional*, Belgrano, Bueno Aires.

Jaguaribe, Helio (1972) (2011), Por qué no se ha desarrollado la ciencia en América Latina. En Sábato Jorge (comp). *El pensamiento latinoamericano en la problemática ciencia-*

SABER Y TIEMPO 1(2) ISSN 2451-7658

tecnologíadesarrollo-dependencia. Buenos Aires, Biblioteca Nacional.

Keohane, Robert y Nye, Joseph (1988), *Poder e interdependencia: la política mundial en transición.* Grupo Editor Latinoamericano,

Kreimer Pablo (2006), ¿Dependientes o integrados? La ciencia latinoamericana y la división internacional del trabajo. Nomadas-CLACSO, (24).

Kreimer, Pablo y Thomas, Hernán (2004), Un poco de reflexividad o ¿de dónde venimos? Estudios sociales de la ciencia y la tecnología en América Latina. En Kreimer, Pablo y Thomas, Hernán (Eds.). *Producción y Uso Social de Conocimientos: Estudios de Sociología de la Ciencia y la Tecnología en América Latina*. Buenos Aires: Universidad Nacional de Quilmes Editorial, 11-89.

Monza, Alfredo (1972), La teoría del cambio tecnológico y las economías dependientes. *Desarrollo Económico. Revista de Ciencias Sociales*, 12 (46), 171-192.

Morgenthau, Hans (1963), La lucha por el poder y por la paz. Buenos Aires, Editorial Sudamericana.

O'donnell, Guillermo (1977), Estado y alianzas en la Argentina, 1956-1976. *Revista Desarrollo Económico*, 16 (64), 523-554.

Pérez, Carlota (2009). La otra globalización: los retos del colapso financiero. *Revista Problemas del Desarrollo*, 40(157), 11-37.

Porta, Fernando y Bianco, Carlos (2004), Las visiones sobre el desarrollo argentino. Consensos y disensos. *REDES*, Documento de Trabajo (13).

Prebisch, Raul (1981), *Capitalismo periférico. Crisis y transformación*, Fondo de Cultura Económica, México.

Prebisch, Raul (1988), Dependencia, interdependencia y desarrollo. *Revista de la CEPAL*, (34), 205-212.

Puig, Juan Carlos (1971), "La vocación autonomista en América Latina: heterodoxia y secesionismo" en Revista de Derecho Internacional y Ciencias Diplomáticas. Facultad de Ciencia Política y Relaciones Internacionales. Universidad Nacional de Rosario, (39,40).

Puig, Juan Carlos (1980), *Doctrinas internacionales y Autonomía Latinoamericana*. Instituto de Altos Estudios de América Latina. Universidad Simón Bolívar. Caracas.

Puig, Juan Carlos (1984), *América Latina: Políticas Exteriores Comparadas.* Grupo Editor Latinoamericano. Buenos Aires.

Puig, Juan Carlos (1984), *La política exterior argentina: incongruencia epidérmica y coherencia estructural*. América Latina: Políticas Exteriores Comparadas.

Rapoport, Mario (2014), Una contribución al estudio de la historia de las relaciones internacionales en América Latina desde fines del siglo XX. *Horizontes Latinoamericanos*, 2 (1), 93-104.

Rapoport, Mario (2006), *Historia económica, política, y social de la Argentina, 1880-2003*, Buenos Aires, Planeta.

Rapoport, Mario y Spiguel, Carlos (1994), *Estados Unidos y el Peronismo. La política norteamericana en la Argentina:* 1949-1955. Buenos Aires, Grupo Editor Latinoamericano.

Rosecrance, Richard (1987), La expansión en el estado comercial: comercio y conquista en el mundo moderno. Editorial Alianza, Madrid.

Russel, Roberto y Tokatlian, Juan Gabriel (2013), América Latina y su gran estrategia: entre la aquiescencia y la autonomía. *Revista CIDOB d'AfersInternacionals* (104), 157-180.

SABER Y TIEMPO 1(2) ISSN 2451-7658

Russel, Roberto y Tokatlian, Juan Gabriel (2003), De la autonomía antagónica a la autonomía relacional: una mirada teórica desde el Cono Sur. *Perfiles Latinoamericanos*. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (21), 159-194.

Sábato, Jorge y Botana, Natalio (1970), *América Latina: Ciencia y tecnología en el desarrollo de la sociedad, colección Tiempo Latinoamericano*. Editorial Universitaria, S.A. Editorial Universitaria, S.A. Santiago de Chile.

Sábato, Jorge y Mackenzie, Michael (1982), *La Producción de Tecnología*. Editorial Nueva Imagen. México.

Saldaña, José (1996). Historia social de las ciencias en América Latina, México, UNAM.

Simonoff, Alejandro (1999), *Apuntes sobre las políticas exteriores argentinas. Los giros copernicanos y sus tendencias profundas* La Plata, IRI, Serie Libros (3).

Sunkel, Oslvaldo (1967), Política nacional de desarrollo y dependencia externa. *Estudios Internacionales*, 1(1), 43-75.

Tomassini, Luciano (1989), *Teoría y práctica de la Política Internacional*. Santiago, Ediciones Universidad Católica de Chile.

Van Klaveren, Alberto (1997), América Latina: hacia un regionalismo abierto. *Estudios Internacionales*, 30, (117), 62-78.

Varsavsky, Oscar (1972), Hacia una política científica nacional. Ediciones Periferia.

Varsavsky, Oscar (2010), Ciencia, política y cientificismo y otros textos. Capital intelectual.

# Actores internacionales en la promoción del desarrollo científico y tecnológico en la Argentina

El rol de los organismos internacionales

por Nerina Sarthou1

Recibido: Marzo de 2017. Aceptado: Julio 2017

#### Resumen

Desde 1950 el escenario de la cooperación internacional fue testigo de un dinamismo excepcional de una diversidad de organizaciones internacionales. La esfera de la ciencia y la tecnología no escapó a este fenómeno a pesar del incipiente interés del área como objeto de políticas públicas para los gobiernos. El artículo se propone explorar la participación de actores internacionales en la promoción del desarrollo científico y tecnológico en Argentina, específicamente, de los organismos intergubernamentales internacionales. En primer lugar, se presentan los enfoques teóricos desarrollados desde la disciplina de las Relaciones Internacionales para el estudio de los organismos internacionales, con el propósito de exponer cómo fueron variando los supuestos y las afirmaciones sobre su espacio dentro de la política mundial desde 1920. En segundo lugar, se lleva a cabo un recorrido por la literatura que ha abordado el impacto del avance de la ciencia y tecnología en las relaciones internacionales con el objeto de revelar qué aspectos han sido destacados y explorados. En tercer lugar, se presentan algunos estudios sobre la influencia de los organismos internacionales en la promoción científica y tecnológica en Argentina para poder identificar conceptos y organismos estudiados y tendencias encontradas. En cuarto lugar, se describe un posible marco analítico para distinguir y examinar el accionar de distintas organizaciones internacionales que intervienen en la promoción del desarrollo científico y tecnológico en Argentina. Por último, se presentan las conclusiones resaltando las dimensiones novedosas propuestas en el artículo para continuar con esta línea de investigación.

Palabras clave: ciencia y tecnología, Relaciones Internacionales, Argentina, cooperación internacional.

<sup>1</sup> Doctora en Ciencia Política por la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM), Magíster en Estudios Latinoamericanos (UNSAM) y Licenciada en Relaciones Internacionales por la Universidad Nacional del Centro de la Provincia Buenos Aires (UNCPBA). Investigadora Asistente del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Docente del Departamento de Relaciones Internacionales de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia Buenos Aires (UNCPBA). Miembro de la Planta Estable del Centro de Estudios Interdisciplinarios en Problemáticas Internacionales y Locales (CEIPIL), Centro Asociado a la CICPBA. nfsarthou@yahoo.com.ar

#### **Abstract**

Since 1950, the scenario of international cooperation has witnessed an exceptional dynamism of a diversity of international organizations. The sphere of science and technology did not escape from this phenomenon despite the incipient interest of the area as an object of public policies for governments. The article aims to explore the participation of international actors in the promotion of scientific and technological development in Argentina, specifically, of international intergovernmental organizations. First, the theoretical approaches developed from the discipline of International Relations for the study of international organization are presented, with the purpose of explaining how the assumptions and assertions about their role within world politics changed since 1920. Secondly, the literature that has addressed the impact of the advance of science and technology in international relations is presented in order to reveal what aspects have been highlighted and explored. Thirdly, some studies on the influence of international organizations in the scientific and technological promotion in Argentina are presented in order to identify concepts, organisms and trends. Fourth, a possible analytical framework is described to distinguish and examine the actions of different international organizations that intervene in the promotion of scientific and technological development in Argentina. Finally, the conclusions are presented highlighting the novel dimensions proposed in the article to continue this line of research.

Keywords: science and technology, International Relations, Argentina, international cooperation.

#### Introducción

Las organizaciones internacionales comenzaron a establecerse desde mediados del siglo XIX, como consecuencia de los nuevos requerimientos que planteó la Revolución Industrial a los Estados europeos. Los tendidos cablegráficos internacionales, los tendidos submarinos y el paso de las ondas radiales cruzaban las fronteras sin ningún tipo de reglamentación y para algunos Estados esto requería ser controlado porque afectaba la soberanía estatal (Figueroa, 2010). Con el propósito de diseñar una cooperación interestatal para dar respuesta a este tipo de problemas comenzaron a crearse las primeras organizaciones internacionales.

Desde finales de la década de 1940, la política mundial fue testigo de un dinamismo excepcional de distintos actores internacionales que impulsaron diversas estrategias de cooperación internacional para promover el desarrollo científico y tecnológico en sus Estados miembros (Weiss, 2015). Por ejemplo, los organismos internacionales (OI) han sido considerados los principales difusores de diversas concepciones sobre ciencia y tecnología en el sistema mundial operacionalizadas a través de instrumentos específicos (Ruivo, 1994, Velho, 2011).

Relaciones Internacionales ha sido la disciplina que mayormente se ha ocupado de su estudio generando una amplitud de lecturas (Figueroa, 2010). No obstante, el accionar de estos organismos en el área científica y tecnológica no ha recibido la

misma atención. En el caso de su influencia en Argentina pueden señalarse algunos aportes (Oteiza, 1992; Bekerman y Algañaraz, 2010; Feld, 2010a, 2010b, 2015; Aguiar, Aristimuño y Magrini, 2015; Aristimuño y Aguiar, 2015) pero en general, los actores internacionales no han tenido un lugar preestablecido en la concepción del funcionamiento del sistema científico y tecnológico argentino.

El artículo se propone explorar la participación de actores internacionales en la promoción del desarrollo científico y tecnológico en Argentina, específicamente, de los organismos intergubernamentales internacionales. En primer lugar, se presentan los enfoques teóricos desarrollados desde la disciplina de las Relaciones Internacionales para el estudio de los OI, con el propósito de exponer cómo fueron variando los supuestos y las afirmaciones sobre su espacio dentro de la política mundial desde 1920. En segundo lugar, se lleva a cabo un recorrido por la literatura que ha abordado el impacto del avance de la ciencia y tecnología en las relaciones internacionales con el objeto de revelar qué aspectos han sido destacados y explorados. En tercer lugar, se presentan algunos estudios sobre la influencia de los OI en la promoción científica y tecnológica en Argentina para poder identificar conceptos analíticos, organismos estudiados y tendencias encontradas. En cuarto lugar, se describe un posible marco analítico para distinguir y examinar el accionar de distintas organizaciones internacionales que intervienen en la promoción del desarrollo científico y tecnológico en Argentina. Por último, se presentan las conclusiones resaltando las dimensiones novedosas propuestas en el artículo para continuar con esta línea de investigación.

## Los organismos internacionales desde la teoría de las Relaciones Internacionales

El estudio de los OI ha sido, y sigue siendo visto, como un subcampo dentro de la disciplina de las Relaciones Internacionales (Rochester, 1986; Kratochwil y Ruggie, 1986; Katzenstein, Keohane y Krasner, 1998). Según Rochester (1986), si bien pueden encontrarse estudios sobre los OI desde el siglo XIV, ésta no se convirtió en un área de investigación identificable y sistemática hasta la creación de la Sociedad de las Naciones en 1919 después de la Primera Guerra Mundial, cuando surgió la disciplina de las Relaciones Internacionales. De hecho -señala este autor- en el período de entreguerras la disciplina fue dominada por el enfoque del fortalecimiento institucional a nivel internacional, hasta el punto de que el estudio de los OI no se veía tanto como un subcampo sino prácticamente como el núcleo de la disciplina.

Con el objeto de introducir los principales enfoques analíticos elaborados desde las Relaciones Internacionales para estudiar los OI, se retoman tres artículos publicados en la prestigiosa revista científica *International Organization*, creada para impulsar este subcampo a fines de la década de 1940.

Por un lado, en el artículo de Rochester (1986) encontramos una periodización que se extiende desde 1920 hasta 1985 en la cual se distingue el lugar que ocupan los OI en el marco de los "debates" identificados por la historiografía de las Relaciones Internacionales. El denominado "primer debate" fue situado en el período de entreguerras y enfrentó al paradigma Idealista contra el paradigma

Realista. No obstante, tal como advierte Salomón (2002), en realidad, casi no hubo intercambio de ideas entre ambos grupos: "no hubo ni "debate" ni prácticamente coexistencia en el tiempo entre "realistas" e "idealistas" (Salomón, 2002: 8). Esta afirmación queda de manifiesto en el texto de Rochester (1986) respecto al estudio de los OI y el "primer debate", primero surge la visión Idealista y luego la visión Realista, pero no existió un debate en sentido de diálogo.

De acuerdo con Rochester (1986) entre 1920 y 1945 los trabajos académicos sobre OI se caracterizaron por consistir en una descripción o relato narrativo referido a la creación de la Sociedad de las Naciones u otras instituciones internacionales, en donde se enumeraba sus características legales y se brindaba una evaluación que permitía identificar posibles mejoras para el fortalecimiento institucional. Debido a su aparente preocupación por las instituciones internacionales "sobre el papel" en lugar de "en la práctica", y por los efectos esperados en vez de reales, quienes se dedicaron al estudio de los OI en este período fueron caracterizados como "idealistas". Con el fin de la Segunda Guerra Mundial, surgió el enfoque "Realista" centrado en la soberanía del Estado, en los elementos del poder nacional, en la estrategia militar, en la diplomacia y en la naturaleza de los intereses nacionales. Si bien los realistas se ocuparon de los OI, se limitaron esencialmente a aquellas instituciones asociadas a la política de "equilibrio" o "concierto de poder.

El segundo debate dominó la disciplina durante la década de 1950 y 1960 y fue una consecuencia de la revolución "behaviourista" en las Ciencias Sociales. La discusión enfrentó a "cientificistas" y "tradicionalistas" y giró alrededor de cuestiones metodológicas. Según, Rochester (1986), la escasa atención relativa prestada a los OI en la literatura académica reflejó el dominio continuo del paradigma Realista en la elaboración de la agenda de investigación tanto para los "cientificistas" como para los "tradicionalistas" en el campo de las Relaciones Internacionales.

El tercer debate tuvo lugar en los años setenta y se lo considera un debate inter-paradigmático entre realistas, globalistas (o trasnacionalitas) y estructuralistas. En particular, se cuestionó la explicación Realista y la centralidad del Estado en ella, incapaz de dar cuenta de los acontecimientos internacionales, en especial dentro del sistema económico internacional. Los principales críticos fueron los enfoques de la Interdependencia Compleja, del Sistema Mundial y de la Dependencia, estos últimos surgidos en el denominado "tercer mundo" (Salomón; 2002).

Rochester (1986) hace hincapié en el Globalismo y señala que éste afectó el estudio de los OI, principalmente, ampliando su definición. Históricamente, el término "organización internacional" se había asociado primordialmente con -en efecto, había sido casi sinónimo de- organización intergubernamental. A pesar de sus desacuerdos, los Idealistas de entreguerra y los realistas de la posguerra compartieron una visión esencialmente centrada en una característica dominante de las relaciones internacionales: el sistema descentralizado de Estados soberanos de base territorial. Ambas escuelas identificaron el mismo problema, aunque llegaron a diferentes soluciones. Las organizaciones internacionales en forma de instituciones intergubernamentales podrían incorporarse con bastante facilidad en el modelo de Westfalia. En contraste, el paradigma Globalista sugirió que las organizaciones no gubernamentales (ONG) podrían ser al menos tan importantes como,

sino más importantes que, las organizaciones intergubernamentales como actores de las organizaciones internacionales en la política mundial. Con esta disminución de los aspectos organizativos de la organización internacional los estudios sobre los OI se distanciaron casi por completo de la tradición jurídico-formal que alguna vez dominó el campo.

Por último, Rochester (1986) menciona el surgimiento de la noción de "régimen internacional" dentro de los estudios de los OI a principios de la década de 1980. Señala que dicha noción significó un caos intelectual porque el término se utilizó para describir procesos muy variados. La discusión académica sobre los regímenes internacionales recién comenzaba cuando Rochester escribía su artículo: las décadas de 1980 y de 1990 presencian un renovado desarrollo de la literatura producto del llamado "diálogo neorrealismo-neoliberalismo" o "cuarto debate" en la teoría de las Relaciones Internacionales, los conceptos de "cooperación", "discordia", "régimen internacional" e "instituciones internacionales" ocuparon la atención de los teóricos de la disciplina (Salomón, 2002).

En segundo trabajo aparecido en *International Organization* en 1986, presenta una revisión de la literatura que identifica cuatro enfoques principales de análisis, más o menos surgidos cronológicamente (Kratochwil y Ruggie, 1986). El primer enfoque que adoptó como objeto de estudio a los OI se denominó "Institucionalismo Formal", surgió a fines de 1940 y buscó responder dos interrogantes: 1) qué hacen los OI y 2) cómo lo hacen. Las respuestas básicas fueron: 1) OI se ocupan del gobierno mundial y 2) de acuerdo a los atributos formales de cada uno de ellos, es decir, de lo que establezcan sus cartas, procedimientos de votación y estructuras de decisión. Debido a que se exploraba el funcionamiento real de las organizaciones, lo que se estudiaba era en qué medida cierta organización internacional había alcanzado los propósitos para los cuales había sido creada.

El segundo enfoque analítico fue llamado "Institucionalismo procedimental" se refirió a los procesos reales de toma de decisiones dentro de los OI. Algunos analistas argumentaron que los arreglos formales y los objetivos habían sido socavados u obstaculizados por consideraciones políticas tales como la rivalidad de la guerra fría o factores institucionales como el veto en el Consejo de Seguridad o el voto en bloque en la Asamblea General de Naciones Unidas. Con el tiempo, esta perspectiva se generalizó para explorar patrones generales de influencia que configuran los resultados de una organización. Las fuentes de influencia que se han investigado incluyen el poder y el prestigio de los Estados individuales, la formación y el funcionamiento de sistemas grupales, las posiciones de liderazgo organizacional y la política burocrática.

En la tercera perspectiva analítica nombrada "Rol Organizacional", la suposición sobre el gobierno mundial como principal misión de los OI fue abandonada. En cambio, el nuevo enfoque se centró en las funciones reales y potenciales de las organizaciones internacionales en un proceso de concepción más general de la economía internacional. El objetivo fue identificar el rol de los OI en la política mundial. Esta perspectiva, a su vez, abarcó visiones distintas. De un lado, se hizo hincapié en las funciones delos OI en la solución de problemas como la paz y la seguridad internacionales, la salvaguardia nuclear, la reestructuración de las

relaciones Norte-Sur en el marco del Nuevo Orden Económico Internacional. De otro lado, se desplazó el enfoque de la solución de los problemas centrales *per se* hacía ciertas consecuencias institucionales a largo plazo producto de la falta de solución de dichos problemas a través de los medios institucionales disponibles. La última visión comenzó con una crítica a las expectativas que habían surgido de la teoría de la integración y se centró en una preocupación más general sobre cómo las organizaciones internacionales "reflejan y en alguna medida magnifican o modifican" las características del sistema internacional. En este sentido, las organizaciones internacionales han sido vistas como posibles distribuidores de legitimidad colectiva, como canales para el establecimiento de la agenda en la política internacional, como foros para la creación de coaliciones transgubernamentales así como instrumentos de política transgubernamental, como medio a través del cual la estructura de dominancia global se ve reforzada o socavada.

La última perspectiva analítica identifica por Kratochwil y Ruggie (1986) es denominada "Regímenes internacionales" porque se centra en dichos fenómenos. La emergencia de esta noción implicó un cambio significativo en la literatura sobre OI al ir más allá del análisis de las organizaciones formales. Si bien el término fue acuñado en los años 1970², fue recién con la publicación de la obra de Stephen Krasner (1982) que el tema adquirió un interés específico. En dicho artículo, Krasner presentó una definición que algunos autores han denominado "canónica" por su amplia aceptación, incluso de los neorealistas.

El tercer trabajo aparece publicado en 1998, cuando International Organization organizó un número conmemorativo del 50º aniversario de la revista dedicándolo a la revisión sobre el estado del arte del subcampo de estudios. De acuerdo a Katzenstein, Keohane y Krasner (1998), el final de la Guerra Fría abrió espacio a las perspectivas culturales y sociológicas, a menudo denominadas como constructivistas, que habían sido descuidadas tanto por realistas como por idealistas. Los constructivistas insisten en la primacía de las estructuras intersubjetivas que dan sentido al mundo material. Estas estructuras tienen diferentes componentes que ayudan a especificar los intereses que motivan la acción: las normas, la identidad, el conocimiento y la cultura (Wendt, 1992). Las normas suelen describir las expectativas colectivas con efectos "regulativos" sobre el comportamiento adecuado de los actores con una identidad dada. En algunas situaciones las normas funcionan como reglas que definen la identidad de los actores; tienen efectos "constitutivos". Por último, la cultura es una etiqueta amplia que denota modelos colectivos de autoridad o identidad, llevados por la costumbre o la ley. La cultura se refiere tanto a los estándares de evaluación (como normas y valores) como a los estándares cognitivos (como reglas y modelos) que definen a los actores sociales que existen en un sistema, cómo operan y cómo se relacionan entre sí.

Respecto al estudio de los OI, el Constructivismo considera que son un tipo específico

<sup>2</sup> Se considera a John Gerard Ruggie como uno de los primeros autores que incorporó y definió el concepto de "régimen internacional" en 1975, en su obra "International Responses to Technology: Concepts and Trends", International Organization, Vol. 29, No. 3, International Responses to Technology. (Summer, 1975), pp. 557-583.

de institución que afecta los procesos de reconfiguración de intereses estatales. Un trabajo pionero fue el de Martha Finnemore sobre el papel de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) (1993). Según esta autora, la UNESCO tuvo el rol de enseñar y difundir ciertas normas y así ayudar a constituir el interés nacional del Estado para que adopte dichas normas. Una década después, Finnemore junto a Barnett (2004) presentaron una obra que adopta como objetivo central explicar por qué los OI hacen lo que hacen. Para entender cómo trabajan los OI postulan como necesario realizar tanto un análisis histórico como un análisis interpretativo. Las demandas de los Estados constituyen sólo uno de los componentes del comportamiento de los OI, es decir, que éstos son actores políticos con derecho propio que cuentan con sus propios recursos para afectar la acción política, alterando y siendo alterados por otros.

Hacia la década de los años 2000, el subcampo de estudios de los OI se vio enriquecido por los aportes desde la Teoría del Principal-Agente. La obra de Hawkins y demás autores (2006) se propone responder dos interrogante desde dicha teoría: 1) ¿por qué los Estados delegan ciertas tareas y responsabilidades a los OI en vez de actuar unilateralmente o cooperar directamente? y 2) ¿cómo controlan los Estados a los OI una vez que les han delegado autoridad? Asimismo, trabajos como el de Volgy y demás autores (2008) y el de Vabulas y Snidal (2013) contribuyen en la operacionalización de nociones teóricas centrales para el estudio empírico de los distintos OI.

### Ciencia, tecnología y relaciones internacionales

Sin lugar a dudas, los impactos del avance científico y tecnológico en los asuntos internacionales, especialmente aquellos más recientes referidos a las tecnologías de la información y la comunicación, son particularmente penetrantes (Weiss, 2005; 2015). Sin embargo, hasta hace muy poco tiempo, la ciencia y la tecnología eran cuestiones poco atractivas para los analistas de las Relaciones Internacionales. Los trabajos que incorporaron su rol para comprender los procesos de la política internacional fueron escasos, y aquellos que lo hicieron, sólo entendieron la ciencia y la tecnología cómo un factor marginal en el análisis (Flink y Schreiterer, 2010). Estos mismos autores, sostienen que quizás se debe a que la ciencia y la tecnología no encajan bien en la teoría de las Relaciones Internacionales, a pesar —o tal vez porque— del hecho de que puede ser abordada tanto por enfoques neorrealistas, como neoliberales institucionalistas o constructivistas.

Asimismo, no sólo en el ámbito de la generación de investigaciones se observa una escasa presencia de la ciencia y la tecnología y de su rol en las relaciones internacionales. En la formación de los analistas de política internacional generalmente no se incorpora esta temática. Weiss (2012; 2015) advierte y estudia esta ausencia llamando la atención respecto de que a pesar de la importancia crítica de la ciencia y la tecnología en los asuntos internacionales, dicha temática recibe una atención insuficiente en los planes de estudio tradicionales de los programas de Relaciones Internacionales.

Puntualmente, Weiss (2005) identificó cuatro ejes centrales en los cuales puede comprenderse el impacto del avance científico y tecnológico sobre las relaciones internacionales. En primer lugar, cambió la arquitectura del sistema internacional: las estructuras, en particular, el patrón de distribución del poder entre Estados y, entre éstos y actores no estatales; los conceptos clave de su organización, especialmente las nociones de seguridad, soberanía, anarquía y poder; y las relaciones entre sus actores al reordenar las jerarquías del poder militar y del poder económico, redefinir las relaciones económicas internacionales, crear o resolver problemas internacionales, dar lugar a nuevos recursos, nuevas coaliciones, nuevas herramientas y espacios para la cooperación y la competencia.

En segundo lugar, transformó los procesos por los cuales opera el sistema internacional: los que llevan a cabo predominantemente los gobiernos -la diplomacia, la guerra, la administración, el diseño de políticas, la gestión de crisis y la recolección de información; aquellos que lleva a cabo el sector privado -comercio, competencia económica, finanzas, comunicaciones- y aquellos más directamente vinculados a la ciencia y la tecnología, la gestión y el financiamiento de la investigación y la innovación. Los avances en las tecnologías de la comunicación e información han aumentado enormemente la velocidad, la escala, la eficiencia y el alcance geográfico de cada uno de estos procesos.

En tercer lugar, transformó lo "sustantivo" de las relaciones internacionales creando nuevos ámbitos temáticos, nuevas restricciones y compromisos en el entorno operacional de la política exterior, nuevas problemáticas en los que los temas nacionales e internacionales se penetran mutuamente (asuntos "intermésticos"), y cambiando el alcance de los diferentes paradigmas de la teoría de las relaciones internacionales. En cuarto lugar, el avance científico y tecnológico modificó la información, la percepción y las ideas sobre las que se basa el sistema internacional: alteró las percepciones, proporcionó nuevas fuentes de información y nuevos conceptos y metáforas para el estudio de las relaciones internacionales.

Más recientemente, Weiss (2015) ha re-examinado los impactos del avance científico y tecnológico en las relaciones internacionales y ha identificado seis patrones de comprensión: 1) la tecnología como un genio que ha escapado de su botella y posee ramificaciones tan rápidas y de tan amplio alcance como para crear un cambio fundamental en el sistema internacional; 2) la ciencia y la tecnología como fuerza que cambia el "juego" en el sistema internacional asignando ventajas y desventajas a diferentes actores del sistema internacional y distorsionando distinciones conceptuales previamente claras en la teoría de las relaciones internacionales; 3) la ciencia y la tecnología como fuente o dimensión clave de las cuestiones, los riesgos y los problemas que debe abordar la comunidad internacional; 4) la tecnología y la ciencia como dimensiones centrales de problemas macro internacionales o como fuentes de comprensión o facilitadores de nuevos fenómenos; 5) la ciencia y la tecnología como instrumento de política exterior o como insumo para la gestión de un régimen o problema internacional y 6), la ciencia y la tecnología como cuestión central de proyectos e instituciones de planificación, diseño, implementación y gestión en las relaciones internacionales y en la diplomacia.

A partir de estos impactos generales que han sido mencionados, han surgidos áreas específicas de investigación. De una parte, la intersección entre política

exterior y política científica ha dado lugar a estudios de caso que arrojan luz sobre diversas aristas. Wagner (2002) realiza un análisis en el que vincula política exterior y política científica ("asociación elusiva") en los Estados Unidos buscando explorar sus motivaciones, estructuras y procesos, en un esfuerzo por demostrar que la ciencia representa una herramienta potencialmente poderosa para mejorar las relaciones internacionales, y aprender a utilizarla puede beneficiar tanto a la ciencia como a las relaciones internacionales.

En este sentido, se han multiplicado los estudios sobre la "diplomacia científica" (*science diplomacy*). De acuerdo a la Royal Society (2010) y a la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia (2009) deben distinguirse tres acepciones: 1) "ciencia en la diplomacia", se refiere al asesoramiento científico que se adquiere para elaborar la política exterior de un gobierno, 2) "diplomacia para la ciencia", se trata de definiciones políticas en torno al impulso de la investigación científica a nivel internacional, y 3) "ciencia para la diplomacia", se refiere al empleo de la cooperación científica para mejorar las relaciones internacionales (AAAS, 2009). Algunos ejemplos de la utilización de esta noción son el trabajo de Flink y Schreiterer (2010) en donde analizan en un estudio comparativo la diplomacia científica de seis países con el objetivo de explicar diferentes estilos y patrones de organización a nivel nacional y, el artículo de Arroz y Mendonça (2016) quienes indagan en la intersección entre los estudios sobre ciencia, tecnología y sociedad (CTS) y Relaciones Internacionales, a partir de la noción de diplomacia científica.

De otra parte, aparecieron abordajes más generales referidos a la política mundial en ciencia y tecnología. Una complicación de dos volúmenes coordinada por Mayer, Carpes y Knoblich (2014) conformada por sus respectivas introducciones y 31 capítulos en total, presenta una variedad de análisis que exploran los diversos impactos del avance científico y tecnológico en las relaciones internacionales. Entre ellos pueden mencionarse el abordaje de temas como: la ciencia y tecnología nuclear, la nanotecnología, la tecnología en petróleo y transporte marítimo, la tecnología telegráfica, la biotecnología. Asimismo, en el volumen II se presentan estudios de caso sobre proyectos o programas de cooperación en ciencia y tecnología llevados adelante por India, Europa como bloque, Austria, China, Argentina, Alemania y Estados Unidos.

Ocupando un lugar relativamente secundario en la literatura que vincula cuestiones científicas y tecnológicas y relaciones internacionales, se encuentran aquellos trabajos académicos que exploran el rol de los OI en el área. Weiss (1985, 2005) analiza la atención que estos temas adquirieron dentro del Banco Mundial entre 1968 y 1983, llegando a la conclusión de que sólo una pequeña parte de las operaciones generales se vincularon a dichas temáticas. Sin embargo, advierte que en conjunto las actividades del Banco en esta esfera fueron de considerable alcance y magnitud, especialmente en comparación con las de otras organizaciones internacionales y organismos de asistencia para el desarrollo, así como con los esfuerzos nacionales de la mayoría de los países en desarrollo en ese momento. Henriques y Larédo (2012), por su parte, exploran los conceptos científicos subyacentes en las recomendaciones de políticas en ciencia, tecnología e innovación de la OCDE, del Banco Mundial y de la UNESCO y discuten hasta qué punto son transferibles a los

países en desarrollo. En este sentido, han sido abordado casos concretos como el del Banco Mundial en África (Obamba, 2013) y el del BID (Banco Interamericano de Desarrollo) en Colombia (Salazar, 2013).

# Algunos estudios sobre los organismos internacionales en la política científica y tecnológica argentina

El caso específico de la influencia de los OI en la definición de la política científica y tecnológica argentina ha ocupado un interés exiguo tanto en la literatura proveniente de la disciplina de las Relaciones Internacionales –una excepción es el trabajo de Tussie (1997) sobre el BID- como desde el campo de estudios sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad.

Desde los estudios de Política Científica y Tecnológica -si bien lejos de la exhaustividad-, más allá de quienes mencionan la influencia de los OI en la región de América Latina (Amadeo, 1978; Sagasti, 1989; Albornoz, 2002) pueden encontrarse trabajos académicos que exploran específicamente su rol dentro de la formulación e implementación de la política pública en Argentina. En primer lugar, vale hacer referencia a la obra de Oteiza (1992) ya que dio el punta pie inicial para incorporar la dimensión internacional a la hora de explorar la política pública en el área. De acuerdo a Oteiza (1992), la creación y la forma de funcionamiento de los organismos públicos de ciencia y tecnología tuvo un origen internacional. Según este autor, cuando en Argentina comienza a crearse un Complejo Científico y Tecnológico, lo que se produjo fue 'una transferencia de modelos organizativos' instaurados en Europa durante la década de 1950. Dicha transferencia fue posible porque los organismos internacionales oficiaron como canales de difusión y promoción de la experiencia europea mediante publicaciones y asesoramientos de sus funcionarios, en particular Oteiza menciona a la Organización para la Cooperación Europea y el Desarrollo económico (OCDE), a la UNESCO y a la Organización de Estados Americanos (OEA).

Profundizando esta línea, surgen los estudios de Adriana Feld. Su obra puede considerarse la de mayor detalle y rigurosidad documentada sobre el rol de los OI, específicamente, de la UNESCO, en materia de política científica y tecnológica en la Argentina hasta 1983. Adoptando un marco analítico construido con el andamiaje de la historia de la ciencia, Feld profundizó el análisis en el caso argentino (2010a, 2010b, 2015).

Al analizar la emergencia, desarrollo y características de la institucionalización de la política en ciencia y tecnología en Argentina, la autora encuentra que existieron dos proyectos en pugna: aquel surgido durante el gobierno de Perón (1946-1955), el cual (al menos desde la retórica) estuvo sustentado en la planificación y la coordinación de la ciencia y la tecnología articulada a un plan integral pero disociada de la comunidad científica; y aquel que se implementa con el gobierno de Frondizi (1958) y se extiende hasta el gobierno de Illia (1963-1966), el cual estuvo marcado por el establecimiento de instrumentos de promoción desarticulados de los planes de desarrollo pero con fuerte participación de la comunidad científica (Feld, 2010b). Los OI creados durante la posguerra cumplieron un rol importante

en la discusión sobre los dos proyectos, en especial, la UNESCO, quien impulsaba medidas para intensificar la "cooperación internacional".

En su reciente libro, Feld (2015) profundiza en el análisis en el rol específico de la UNESCO y encuentra que este OI se convirtió en "aliado" de los científicos de la Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias frente al modelo de ciencia, pero sobre todo, frente a la estrategia del primer gobierno de Perón (1946-1955), el cual buscó encuadrar al campo científico e intelectual dentro su estrategia gubernamental. Esta discordia condujo, por ejemplo, a un intenso debate dentro de la Cámara de Diputados por la aprobación de la Convención de la UNESCO en 1948 y, una vez aprobada, a una relación basada en el contacto entre científicos argentinos y el organismo internacional, antes que en contactos institucionales.

También, Feld (2010a) analiza la etapa del gobierno argentino que se extiende desde 1966 a 1969, explorando la creación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y la Secretaría del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (SECONACyT), a partir de indagar en los factores que intervinieron en la emergencia de dicho modelo organizativo, entre ellos, un nuevo paradigma de política científica que la UNESCO difundió a través de reuniones realizadas en la región.

Por su parte, se ha señalado que el financiamiento internacional ha desempeñado un papel clave en los programas de ciencia, tecnología e innovación en la Argentina reciente (Abeledo, 2000), sobre todo, fue central para no interrumpir los desembolsos en el contexto de la restricción presupuestaria durante la grave crisis económica de 2001-2002. Al respecto, se ha subrayado y estudiado la influencia que han tenido los organismos internacionales de crédito, especialmente el BID. De acuerdo a Aguiar, Aristimuño y Magrini (2015), Argentina es el país que más apoyo ha recibido para el sector, llegando a ser el principal tomador de créditos del BID (tomando como criterio tanto el monto de los créditos como la cantidad de créditos otorgados para ese fin). Como resultado de su análisis, estos autores concluyeron el BID contribuyó a la edificación de una arquitectura institucional más coherente, dividiendo las actividades de diseño de política, de las de promoción y de las de ejecución; a su vez, difundió el paradigma del Sistema Nacional de Innovación como modelo teórico y normativo, influenciando a los expertos en formulación de políticas e instrumentos para el área. Más concretamente, los tres primeros préstamos otorgados (1966, 1979 y 1986) por el BID a la Argentina en temáticas de ciencia y tecnología estuvieron claramente gobernados por un enfoque ofertista, concentrándose en el fortalecimiento de las capacidades científicas del país (infraestructura, formación de recursos). Recién a partir del último préstamo comienza a abrirse el juego a una lógica de fondos concursables para investigación y transferencia de tecnología, y por ende más próxima a las nociones de competitividad y de puja por la demanda aunque aún concentrada principalmente en la generación de ciencia básica.

En un trabajo más reciente, Aristimuño y Aguiar (2015) destacan el rol clave que cumplió el BID en la articulación de "redes de asunto" a escala global. Si bien aclaran que no hay una intencionalidad previa autónoma en la política del BID sobre el sector, su modelo conceptual es el resultado de constantes interacciones entre funcionarios, académicos, expertos y empresarios en el marco de las redes de

trabajo que necesariamente desarrolla el organismo a nivel internacional. Su modelo conceptual es por lo tanto un producto colectivo, el cual se nutre y transforma en el interior de las redes de asunto internacionales que ellos mismos contribuyen a construir. En este sentido, el BID operó como algo más que un financiador de las reformas en el área, y se constituyó en una usina de conocimiento privilegiada.

Entre las obras que exploran el rol de BID, cabe mencionar también el trabajo de Bekerman y Argañaráz (2010) sobre el préstamo que el banco otorgó al CONICET durante los años 1970. Los autores parten de considerar que el BID fue el tercer pilar del sistema interamericano junto con la OEA y la Comisión Económica para América Latina (CEPAL) debido a que estructuraron la política económica de la región, en este marco, también afectaron la política científica y tecnológica argentina. El préstamo al gobierno argentino terminó legitimando y fortaleciendo los marcados rasgos autoritarios y conservadores que caracterizaron la política del gobierno militar para la investigación científica debido a que se empleó para la expansión del Consejo a la par del desmantelamiento de las universidades nacionales en su función docente y de investigación.

Hasta aquí, puede advertirse que los organismos que han acaparado la atención de quienes estudian la política en ciencia y tecnología en Argentina han sido la UNESCO y el BID, ambos fueron actores claves en el proceso de creación de organismos públicos de formulación, coordinación y ejecución. En el caso de la UNESCO se señala el fuerte papel que ocupó en términos de espacio de intercambio, difusión y discusión de ideas, marcos conceptuales, prescripciones metodologías y líneas de indagación desde fines de 1940 hasta fines 1960. En el caso del BID también se destaca dicho papel, pero se adiciona el rol de financiador de las reformas en la estructura institucional más reciente. En cuanto a los marcos analíticos, mientras que en el caso de la UNESCO se realiza un recorrido histórico y se exploran las "culturas" en la política; en el caso del BID se utiliza también la noción de "culturas" pero en el marco de un enfoque desde la política pública, empleando el concepto de "redes de asunto".

Otros trabajos han analizado acciones de cooperación científica y tecnológica argentina de los organismos del complejo científico y tecnológico, tal es el caso de Cipolla (2011), quien describe la experiencia del INTA en Haití, y de Muset, Kern y Suáreaz (2011) quienes refieren al caso del INTI. Desde las Relaciones Internacionales, cabe mencionar los trabajos de Kern (2009) y de Kern y Thomas (2014) sobre la cooperación científica y tecnológica argentina como instrumento de inserción internacional, en particular, la cooperación entre Argentina y Alemania.

## Una introducción al análisis del accionar de los organismos internacionales en la promoción de la ciencia y la tecnología en la Argentina

En este apartado se busca introducir un enfoque analítico utilizado en el análisis de las relaciones internacionales, que permita un primer acercamiento al accionar de los OI en materia de promoción científica y tecnológica en Argentina. El primer lugar, y en base a las perspectivas analíticas mencionadas en el recorrido

bibliográfico, para explicar qué hacen y cómo actúan los OI en cuestiones de ciencia y tecnología se retoma la teoría Constructivista. Dicha teoría, en contraste con los "neorrealistas" y "neoliberales" que parten de supuestos basados en la elección racional y en el interés nacional como explicación de la acción estatal, considera que el interés estatal no está dado ni es algo exógeno a la explicación del comportamiento sino que se "constituye" o "construye" en la interacción con los demás actores en la comunidad internacional (Wendt, 1992). Como se mencionó anteriormente, los constructivistas insisten en la primacía de las estructuras intersubjetivas que dan sentido al mundo material; dichas estructuras tienen diferentes componentes que ayudan a especificar los intereses que motivan la acción: las normas, la identidad, el conocimiento y la cultura.

Adoptar un punto de vista constructivista permite profundizar y diversificar las preguntas de investigación sobre los OI como un actor con autonomía y poder en las relaciones internacionales. Recordemos que para los neorrealistas los OI son sólo extensiones de los Estados más poderosos del sistema y, por lo tanto, no representan realmente la cooperación interestatal (Mearsheimer 1994). En el caso de los neoliberales, si bien la cooperación internacional no sólo es posible, sino también un fenómeno significativo en la política mundial producto de la emergencia de regímenes e instituciones internacionales que proporcionan información y expectativas consistentes sobre el comportamiento de los Estados (Keohane 1988), considera que los OI hacen sólo lo que los Estados le encomiendan. Si bien ambas reformulaciones de los paradigmas realista y liberal de las Relaciones Internacionales buscaron explicar cómo las organizaciones internacionales influyen en la política mundial, ninguno de los dos consideró que los OI son actores políticos con derecho propio que cuentan con sus propios recursos para afectar la acción política (autonomía), alterando y siendo alterados por otros (poder).

En segundo lugar, se incorporan algunos conceptos y articulaciones teóricas elaboradas por Martha Finnemore (1993) y Michael Barnett (1999, 2004). En uno de sus artículos (Finnemore y Barnett, 1999), estos autores desarrollan un enfoque constructivista enraizado en el institucionalismo sociológico para explicar el poder de los OI y su propensión al comportamiento disfuncional e incluso patológico. En otros trabajos estos autores profundizan sus explicaciones e incluso aplican su enfoque al análisis de un OI dedicado a afectar la política global en ciencia y tecnología (Finnemore, 1993). Estos autores parten de considerar que los OI son entes burocráticos que tienen como propósito resolver ciertos problemas mediante la creación y seguimiento de la observancia de normas internacionales (Barnett y Finnemore, 1999).

Como tal poseen, en principio, autoridad racional-legal emanada de su propia creación, pero también poseen autoridad proveniente de otras fuentes que los convierte en entes con autonomía (Barnett y Finnemore, 2004): la "autoridad delegada" hace referencia a que la autoridad de los OI en un ámbito de acción específico deriva de la autoridad conferida por los Estados para el cumplimento de cierto mandato; la "autoridad moral" se refiere a que algunos OI son creados para simbolizar, aplicar y proteger un conjunto de principios y normas internacionales que representan los intereses y valores de la comunidad internacional frente a los intereses

particulares de los Estados; la "autoridad por la *expertise*" de un OI se basa en la experiencia del mismo respecto al tratamiento de cierta cuestión.

Además de considerarlos un actor con autonomía del Estado, el enfoque constructivista considera que los OI poseen poder para afectar la política mundial. Los OI no sólo facilitan la cooperación ayudando a los Estados a superar las fallas de mercado, los dilemas de la acción colectiva y los problemas asociados con la elección social interdependiente, los OI además crean actores, les asignan autoridad y responsabilidades para desarrollar ciertas labores, dándole significado y valor normativo a un conjunto de comportamientos (Barnett y Finnemore, 1999). Incluso cuando carecen de recursos materiales, los OI ejercen poder "construyendo" el mundo social.

En este sentido, Barnett y Finnemore identifican dos tipos de poder en los OI: poder para regular y poder para constituir. Los OI ejercen su poder de regular cuando manipulan mediante incentivos a los actores del sistema internacional para afectar su comportamiento. A veces el personal de un OI puede disponer de recursos materiales para inducir o instar a ciertos actores a cumplir las reglas existentes. Los OI ejercen poder de constitutir el mundo social cuando utilizan su habilidad para crear, definir y mapear la realidad social; constituyen modos, metas y reglas. Los OI pueden realizar estas dos acciones mediante tres mecanismos:

- 1. Clasificación del mundo: un rasgo central de las burocracias es que clasifican y organizan la información y el conocimiento. La habilidad de clasificar objetos, de modificar definiciones e identidades es una de las fuentes de poder más importantes. Los OI también crean la realidad subjetiva y definen cuáles son los problemas que requieren solución. Los esquemas clasificatorios además dan cuenta no sólo de la visión que el OI posee sobre el mundo sino también de cuál es el rol del OI para lograr afectar el comportamiento de otros actores.
- 2. Fijación de significados: debido a que los actores se orientan de acuerdo al significado que le atribuyen a ciertos objetos y objetivos, la capacidad para transformar el significado particular de una situación constituye una fuente importante de poder. Los OI pueden establecer un significado de manera que oriente la acción y establezca límites para el comportamiento aceptable.
- 3. Difusión de normas: una vez que los OI establecen normas y reglas se convierten en difusores de los beneficios que conlleva su adopción, de allí que con frecuencia generen ciertas acciones para la transmisión de normas y modelos de buen comportamiento político. El personal de los OI tienen como principal propósito afectar la acción estatal estableciendo cuales son las mejores prácticas y articulando y transmitiendo las normas que definen un comportamiento estatal aceptable y legítimo.

En tercer lugar, se completa el enfoque de análisis con nociones específicas que permiten el acercamiento empírico a los OI. De este modo, se distinguen distintas variantes de OI (Volgy *et al.*, 2008; Figueroa, 2010; Vabulas y Snidal, 2013). Al respecto, es importante mencionar que hasta aquí, el término OI se utilizó como

sinónimo de organismo internacional intergubernamental (OII) entendido como "una entidad dotada con suficiente estructura organizativa y autonomía para dar lugar a procesos formales, permanentes y multilaterales de toma de decisiones entre Estados, así como con capacidad para ejecutar la voluntad colectiva de sus miembros (Estados)" (Volgy *et al.*, 2008: 851). Por su parte, Vabulas y Snidal (2013) adicionan como características específicas: 1) ser una entidad formal surgida de un tratado internacional, 2) estar compuesta por tres o más Estados miembros y, 3) contar con una secretaría permanente u otra institucionalización importante, como puede ser una sede y/o personal permanente. Asimismo, se incorporan conceptos provenientes de la literatura sobre cooperación científica internacional como el de "redes" científicas intergubernamentales o "programas" intergubernamentales internacionales (Soler, 2015).

En base a la revisión de la literatura y de documentos y sitios web oficiales existen diversos OI dedicados directa o indirectamente a la promoción de la ciencia y la tecnología en Argentina, enmarcados dentro de la cooperación internacional. Desde el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCYT), autoridad máxima de formulación y ejecución de la cooperación científico-tecnológica a través de sus organismos dependientes y demás instituciones especializadas, se afirma en un escueto documento que "Las relaciones internacionales son un instrumento fundamental para fortalecer y complementar las capacidades nacionales científicas y tecnológicas de investigación y desarrollo. En este sentido, el Ministerio en coordinación con la Cancillería Argentina, desarrolla una política exterior en ciencia, tecnología e innovación de acuerdo al interés nacional y con conciencia de los intereses globales predominantes y de la diversidad de actores existentes en el sistema internacional" (MINCYT, s/f).

Más adelante el documento identifica tres ámbitos de cooperación: la cooperación bilateral, la cooperación regional y la cooperación multilateral. La primera modalidad es entendida como "el punto de partida de la inserción argentina en el mundo" y se constituye en central "para generar procesos de cooperación que contribuyan al crecimiento económico y social de los países". La segunda modalidad, se refiere a "la integración regional en materia científico-tecnológica" y "tiene como ámbito principal al MERCOSUR y como horizonte a América Latina". La tercera modalidad, entiende que está orientada a la presencia y participación constante del país en programas y organismos internacionales como la OEA, la UNESCO y el Banco Mundial, el programa Iberoamericano CYTED, la oficina de Enlace con la Unión Europea (UE), ABEST, entre otros.

Dentro del sitio web oficial del MINCYT puede encontrase un listado de los programas y OI que cuentan con participación Argentina. Si bien no es exhaustivo, permite realizar un primer análisis exploratorio de los distintos OI que promueven la cooperación internacional en la materia: ALADI (Asociación Latinoamericana de Integración), CELAC (Centro de Estudios para América Latina y el Caribe), CEPAL (Comisión Económica para América Latina), CYTED (Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo), FOCALAE (Foro de Cooperación América Latina - Asia del Este), IAI (Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global), ICGEB (Centro Internacional de Ingeniería Genética y Biotecnología),

OEA (Organización de los Estados Americanos), OEI (Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura), ONUDI (Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial), RELAB (Red Latinoamericana de Ciencias Biológicas), SEGIB (Secretaría General Iberoamericana), TWAS (Academia de Ciencias para el Mundo en Desarrollo), TWNSO (Third World Network of Scientific Organizations), UNESCO. A este listado, es necesario incorporar actores claves en el país en la promoción del desarrollo de capacidades en ciencia y tecnología: los organismos multilaterales de crédito o también denominados bancos multilaterales de desarrollo. Entre ellos se destacan el Banco Mundial, el BID y el Banco Centroamericano de Integración Económica.

Ahora bien, en base a la literatura existente sobre los OI en Argentina con participación en la esfera de la ciencia y la tecnología, una primera distinción debe realizarse entre los OI cuya misión declarada se refiere específicamente a la promoción de la ciencia y la tecnología y aquellos que incorporan la temática dentro de una misión más amplia. Así por ejemplo, pueden mencionarse la UNESCO y la OEI entre los primeros y la ONUDI y a OEA entre los segundos. Asimismo, puede diferenciarse entre aquellos con alcance mundial –como la UNESCO y el Banco Mundial- y aquellos con alcance regional –como el BID, la OEA y la OEI-. También cabe mencionar una distinción entre aquellos OI conformados con metas globales –UNESCO y Banco Mundial- y aquellos OI cuya meta central es promover la integración regional –ALADI, CEPAL-. Las distinciones mencionadas tendrán efecto en la autonomía y el poder que caracterice a cada OI.

Al retomar la visión constructivista, se parte de considerar a los OI como entes con autonomía (Barnett y Finnemore, 1999). Los OI mencionados en el listado del MINCYT fueron creados por los Estados para contribuir a la resolución de ciertas problemáticas, de allí que cada uno de ellos cuente con "autoridad delegada", es decir, con autoridad para actuar en un ámbito específico porque esa es la razón de su creación (Barnett y Finnemore, 2004). Ahora bien, en la medida en que el propósito del OI sea amplio, vago o conflictivo, este tipo de autonomía disminuirá. Respecto a los OI señalados, puede decirse que aquellos cuya misión se refiere específicamente a la promoción de la ciencia y la tecnología poseen una autonomía delegada mayor para actuar en el sector que aquellos cuya misión se refiere a una temática más amplia, difusa o distinta.

En cuanto a la "autoridad moral" y a la "autoridad por *expertise*" de un OI, se considera que ambas dependen de la misión y del alcance geográfico del OI. La "autoridad moral", es decir, la capacidad de representar, aplicar y proteger un conjunto de principios y normas internacionales frente a los intereses particulares de los Estados será mayor, en la medida en que el OI es de carácter mundial; será menor si el OI posee un mandato regional. Por su parte, la "autoridad por *expertise*", es decir, basada en la experiencia del mismo respecto al tratamiento de cierta cuestión, será mayor si la misión se refiere puntualmente a la promoción de la ciencia y la tecnología. Cuando se está en presencia de un OI cuya misión sea sobre una problemática general o imprecisa, la autoridad del mismo sustentada en la capacidad de enfrentarla descenderá.

Estas cuestiones afectarán el poder de cada OI: a mayor autoridad, mayor autonomía y mayor poder de influir en las políticas de los Estados miembros. Los OI

con mayor autonomía son aquellos cuya misión se encuentra directamente referida a la promoción de la ciencia y la tecnología y su alcance es mundial. Dicho nivel de autoridad afectará su poder de actuación, tanto su poder para regular, como su poder para constituir. Asimismo, dicho poder se traduce en la utilización de los distintos mecanismos identificados: clasificación del mundo, fijación de significados y difusión de normas. Para poder afirmar el modo en que cada OI emplea estos mecanismos se requieren estudios de caso y analisis comparativos que permitan arrojar luz sobre diferencias, similitudes y distorsiones.

Por último, de acuerdo al listado del sitio web del MINCYT, debe advertirse la presencia de variantes de actores internacionales, tales como las redes científicas intergubernamentales internacionales y los programas intergubernamentales internacionales. Estos organismos son propios de la cooperación internacional en ciencia y tecnología, pero no son OI en el sentido definido por la literatura específica al no cumplir con los requisitos mínimos: una entidad formal surgida de un tratado internacional, compuesta por tres o más Estados miembros y, con una secretaría permanente u otra institucionalización importante, como puede ser una sede y/o personal permanente (Volgy et al., 2008). Por ejemplo, el Programa Iberoamericano CYTED, a pesar de ser un acuerdo intergubernamental, nunca fue ratificado por la legislación interna de ningún país (Soler, 2015). Una posible noción para describir a los demás actores internacionales puede ser la de organizaciones internacionales intergubernamentales informales (OIII). Según Vabulas y Snidal, (2013) muchos OI no están sujetos a ningún tratado formal y/o no tienen una secretaría permanente. Ejemplos importantes de OIII incluyen los grupos G (G7, G20, etc.) que constituyen un espacio de importante interacción y de alto nivel entre los Estados. De acuerdo estos autores, un OIII consiste en: una expectativa explícitamente compartida -en lugar de un acuerdo formalizado- sobre un propósito, con Estados "miembros" explícitamente asociados y, que organiza reuniones ordinarias pero sin contar con una secretaría o institucionalidad significativa ya sea sede y/o un personal. Aún así, se requiere profundizar el análisis para generar conceptos analíticos pertinentes para examinar los organismos de la cooperación científica y tecnológica internacional.

#### **Comentarios finales**

Este artículo se propuso explorar la participación de actores internacionales en la política científica y tecnológica en Argentina, específicamente, de los organismos intergubernamentales internacionales, más conocidos -directamente- como OI. La tarea resultó doblemente ardua. Por un lado, debido al reducido espacio que ocuparon los OI y las cuestiones referidas a la ciencia y la tecnología como objetos de estudio dentro de la disciplina de las Relaciones Internacionales. Por el otro, porque dicha cuestión se trasladó a la literatura sobre Argentina, complejizando la búsqueda y la lectura en español. Aun así, se logró construir una línea argumentativa que permitiera alcanzar el propósito de la investigación.

En primer lugar, la revisión de la bibliografía sobre el estudio de los OI desde la disciplina de las Relaciones Internacionales mostró que en el marco de los "debates" identificados por la historiografía, el peso de los OI dentro de la política mundial fue un tema que enfrentó a "idealistas" y "realistas", razón por la cual cada paradigma elaboró una interpretación propia al respecto, así como también lo hicieron sus versiones "neo". Puntualmente, fue el cuarto debate el que afectó más profundamente el estudio de los OI porque los académicos colocaron en el centro de la discusión los conceptos de "cooperación", "discordia", "régimen internacional" e "instituciones internacionales". Respecto a las preguntas de investigación, los distintos enfoques al interior de los paradigmas más amplios, partieron de dos interrogantes centrales: qué hacen los OI y cómo lo hacen. Durante el transcurso de las décadas, dichas preguntas fueron respondidas desde distintos puntos de partida a la vez que acontecimientos claves alteraron las características del sistema internacional, reforzando algunas afirmaciones y debilitando otras. Las últimas dos décadas han sido testigos de un avance del paradigma Constructivista, por un lado, y del empleo de la Teoría del Principal Agente, por el otro.

En segundo lugar, se hizo mención a aquellos trabajos que señalan de qué modo el avance científico y tecnológico ha afectado las relaciones internacionales y en consecuencia, cuáles líneas de investigación se han profundizado. En particular, se destacan dos de ellas: la intersección entre política exterior y política científica, y la referida a la política mundial en ciencia y tecnología.

En tercer lugar, se retomaron un conjunto de trabajos de académicos argentinos que exploraron específicamente el rol de ciertos OI en la política científica y tecnológica del país. Se pudo ver que la UNESCO y el BID acapararon toda la atención, el primero tuvo un rol destacado desde fines de 1940 hasta fines de 1960 cuando se crearon los primeros organismos públicos en el área, mientras que el segundo tuvo una destacada presencia durante los años 1990 cuando se produjo una importante reestructuración institucional. A partir de nociones analíticas de la historia de la ciencia y de la política pública, los trabajos describieron de qué modo actuaron los mismos en la formulación e implementación de la política.

En cuarto y último lugar, se buscó presentar un marco de análisis conformado por nociones provenientes del constructivismo. Adoptando como punto de partida el supuesto de que los OI poseen autonomía y poder para afectar los procesos de la política mundial, se reflexionó sobre los OI listados en el sitio web oficial del MINCYT, ente rector de la política de cooperación internacional en ciencia y tecnología. Allí se encontraron diversos tipos de OI con mandatos, alcance geográfico y composición diversa. Lo que pudo advertirse es que para una aplicación más rigurosa del marco de análisis es ineludible el estudio de un OI concreto y, para lograr un nivel de análisis adecuado, es necesaria la realización de estudios comparativos.

Al finalizar este artículo, se considera que la contribución más importante deviene del avance en la recopilación, examen y articulación de la literatura específica sobre el estudio de los OI desde las Relaciones Internacionales y desde los Estudios de Política Científica, tanto a nivel internacional como en el caso argentino. A pesar de la existencia de esta literatura, se profundiza con poco detalle sobre cómo o a través de qué modalidades operan e intervienen los OI en el desarrollo de capacidades de ciencia y tecnología en el país y sobre cuál es la participación del Estado o de dependencias públicas en los espacios de coordinación para el diseño

y la implementación de las recomendaciones de política. En base a ello, se espera que este artículo contribuya a la profundización del estudio de los OI, buscando que se superen los estudios descriptivos y se construyan explicaciones sobre las implicaciones de la intervención de los distintos organismos internacionales en el país, en el área de la ciencia y la tecnología.

## Referencias bibliográficas

Abeledo, Carlos (2000), Análisis del financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo para ciencia y tecnología. *Taller de Innovación Tecnológica para el Desarrollo Económico de la Región*, 56-68.

Aguiar, Diego, Aristimuño, Fernando y Magrini, Nicolás (2015), El rol del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) en la re-configuración de las instituciones y políticas de fomento a la ciencia, la tecnología y la innovación de la Argentina (1993-1999), *Revista CTS*, nº 29, vol. 10, 11-40.

American Association for the Advancement of Science (2009), *Science and diplomacy: A conceptual framework*. Disponible en: http://diplomacy.aaas.org/files/scidip\_framework\_aaas\_2009.pdf

Aristimuño, Fernando y Aguiar, Diego (2015), Construcción de las políticas de ciencia y tecnología en la argentina (1989-1999). Un análisis de la concepción de las políticas estatales. *Redes*, 21(40), 41-80.

Arroz, Sonia y Mendonça, Sandro (2016), Diplomacia de ciência: razões, justificações e abordagens na intersecção da investigação e internacionalização. *Parc. Estrat.* Vol. 21, Nº 42, 117-136.

Barnett, Michael y Finnemore, Martha (1999), The politics, power, and pathologies of international organizations. *International organization*, 53(04), 699-732.

Barnett, Michael y Finnemore, Martha (2004), *Rules for the world: International organizations in global politics*. Cornell University Press.

Bekerman, Fabiana y Algañaraz, Victor (2010), El préstamo BID-CONICET: Un caso de dependencia financiera en la política científica de la dictadura militar argentina (1976-1983). *Ponencia presentada en el II Workshop sobre Dependencia Académica, Mendoza* (Vol. 3).

Cipolla, Ana (2011), Cooperación FO-AR-INTA: más de 16 años de historia compartida, *Revista Española de Desarrollo y Cooperación* 27. Madrid: Instituto Universitario Complutense de Madrid, 43-50.

Feld, Adriana (2010a), Planificar, gestionar, investigar. Debates y conflictos en la creación del CONACYT y la SECONACYT (1966-1969). *Eä Journal*, 2(2).

Feld, Adriana (2010b), El Consejo Nacional de Investigaciones: Estado y comunidad científica en la institucionalización de la política de CyT argentina (1943-1966). Conocer para transformar". Producción sobre Ciencia Tecnología e Innovación en Iberoamérica, 131-152.

Feld, Adriana (2015). *Ciencia y política (s) en la Argentina, 1943-1983.* Bernal: Universidad Nacional de Quilmes.

Figueroa Pla, Uldaricio (2010), *Organismos Internacionales*. Tomo I: Teorías y Sistemas Universales. Ril Editores: Santiago de Chile, Chile.

Finnemore, Martha (1993), International organizations as teachers of norms: the United Nations Educational, Scientific, and Cutural Organization and science policy. *International Organization*, 47(04), 565-597.

SABER Y TIEMPO 1(2) ISSN 2451-7658

Flink, Tim y Schreiterer, Ulrich (2010), Science diplomacy at the intersection of S&T policies and foreign affairs: toward a typology of national approaches. *Science and Public Policy*, 37(9), 665-677.

Hawkins, Darren, Lake David, Nielson Daniel y Tierney Michael (Eds.) (2006), *Delegation and agency in international organizations*. Cambridge University Press.

Henriques, Louisa y Larédo, Phillippe (2013), Policy-making in science policy: The 'OECD model' unveiled. *Research Policy*, 42(3), 801-816.

Katzenstein, Peter, Keohane, Robert, & Krasner, Sthepen (1998), International organization and the study of world politics. *International organization*, 645-685.

Keohane, Robert (1988), Después de la hegemonía. Buenos Aires: Grupo Editor Latinoamericano.

Kern, Alejandra (2009), Intereses, identidades, discursos e interacciones en la cooperación internacional en ciencia y tecnología. Observaciones de un estudio de caso entre Argentina y Alemania en el campo de las Tecnologías Informáticas. *Miríada* N° 2.

Kern, Alejandra y Thomas, Hernán (2014), The Socio-Technical Construction of Technology in German-Argentine ICT Cooperation. En *The Global Politics of Science and Technology*-Vol. 2, 101-116. Springer Berlin Heidelberg.

Kratochwil, Friedrich y Ruggie, John Gerard (1986), International Organization: A State of the Art on an Art of the State. *International organization*, 40(04), 753-775.

Mayer, Maximilian, Carpes, Mariana y Knoblich, Ruth (2014), *The Global Politics of Science and Technology*, Vol. 1 y Vol. 2. Alemania: Springer Berlin Heidelberg.

Mearsheimer, John (1994), The false promise of international institutions. *International security*, 19(3), 5-49.

Muset, Graciela, Kern, Alejandra y SUÁREZ, Eugenia. (2011), Construyendo nuevas visiones sobre transferencia de tecnología y Cooperación Sur-Sur. La experiencia del INTI. *Revista Española de Desarrollo y Cooperación* 27. Madrid: Instituto Universitario Complutense de Madrid, 51-62.

Obamba, Milton (2013), Uncommon knowledge: World bank policy and the unmaking of the knowledge economy in Africa. *Higher Education Policy*, 26(1), 83-108.

Oteiza, Enrique (Dir.), 1992. La política de investigación científica y tecnológica argentina - historia y perspectivas. Buenos Aires: Centro Editor de América Latina.

Rochester, Martin (1986), The rise and fall of international organization as a field of study. *International Organization*, 40(04), 777-813.

Royal Society (2009), New Frontiers in science diplomacy, London: Techset Composition Limited.

Ruivo, Beatriz (1994), "Phases" or "paradigms" of science policy?. *Science and Public Policy*, Vol. 21, N° 3: 157-163.

Salazar, Mónica (Ed.) (2013), *Colciencias cuarenta años: entre la legitimidad, la normatividad y la práctica.* Bogotá: Observatorio de Ciencia y Tecnología (OCYT).

Salomón González, Mónica (2002),. La teoría de las relaciones internacionales en los albores del siglo XXI: diálogo, disidencia, aproximaciones. *Revista CIDOB d'afers internacionals*, 7-52.

Soler, Gual Marga (2015), El Papel de las Redes Científicas Intergubernamentales en las Relaciones Regionales y la Integración de América Latina. *Science and Diplomacy*. Disponible en: http://www.sciencediplomacy.org/article/2015/el-papel-de-las-redes-cientificas-intergubernamentales-en-las-relaciones-regionales-y

Stephen, Krasner Daniel (1982), **Structural Causes and Regime Consequences: Regimes as Intervening Variables** International Organization, Vol. 36, No. 2, International Regimes, 185-205.

SABER Y TIEMPO 1(2) ISSN 2451-7658

Tussie, Diana (1997), El BID, el Banco Mundial y la sociedad civil: nuevas formas de financiamiento internacional. Buenos Aires: FLACSO.

Vabulas, Felicity y Snidal, Duncan (2013), Organization without delegation: Informal intergovernmental organizations (IIGOs) and the spectrum of intergovernmental arrangements. *The Review of International Organizations*, 8(2), 193-220.

Velho, Lea (2011), Conceitos de Ciência e a Política Científica, Tecnológica e de Inovação. *Sociologias*, Porto Alegre, ano 13, no 26, jan./abr.: 128-153.

Volgy, Thomas, (2008), Identifying formal intergovernmental organizations. *Journal of Peace Research*, 45(6), 837-850.

Weiss, Charles (1985), The World Bank's support for science and technology. Science, 227(4684), 261-265.

Weiss, Charles (2005), Science, technology and international relations. *Technology in Society*, 27(3), 295-313.

Weiss, Charles (2006), Science and technology at the World Bank, 1968–83. *History and technology*, 22(1), 81-104.

Weiss, Charles. (2012), On the teaching of science, technology and international affairs. Minerva, 50(1), 127-137.

Weiss, Charles (2015), How do science and technology affect international affairs? *Minerva*, Vol. 53, 411-30.

Wendt, Alexander (1992), Anarchy is what states make of it: the social construction of power politics. *International organization*, 46(02), 391-425.

# Potencialidades de la agenda de cooperación sur-sur en tecnología espacial

Entre las proyecciones y las posibilidades para la Argentina (2003-2015)

por Vera, M. Nevia<sup>1</sup> y Guglielminotti, Cristian<sup>2</sup> **Recibido: Marzo de 2017. Aceptado: Julio 2017** 

#### Resumen

Hasta el año 2015, la ciencia y la tecnología argentinas fueron potenciadas en un contexto de revitalización económica general y uno de los ámbitos más beneficiados en ese marco fue la espacial; Argentina se ha convertido actualmente en un líder regional, lo cual le permite posicionarse en un rol protagónico en la agenda de cooperación espacial del hemisferio sur. El artículo se propone dar cuenta de la expansión del sector y realizar una prospección sobre los potenciales relacionamientos en materia espacial con países pertenecientes al "sur", tratando de responder a las preguntas sobre si es posible llevar una cooperación sur - sur exitosa, y de la que pueda sacar provecho el área.

Palabras clave: cooperación, ciencia y tecnología, espacial, Argentina.

Potentialities in the south – south cooperation agenda in space technology: between Argentina's projections and possibilities (2003-2015)

Up until 2015, the science and technology agenda in Argentina was empowered in a context of general economic revitalization and one of the most benefited areas in that framework was the space sector; Argentina is actually a regional leader, which allows it to position itself in a central role in the space cooperation agenda for the south hemisphere. This article proposes a brief summary about the expansion of the sector and a prospection on the potential relations en the space sector with countries belonging to the South, trying to answer the question about the possibilities of carrying on a successful south – south cooperation agenda.

Key words: cooperation, science and technology, space, Argentina.

<sup>1</sup> **M. Nevia Vera** (UNICEN - CONICET): Licenciada en Relaciones Internacionales (UNCPBA); Maestranda en Ciencias Sociales, mención Economía Política de las Relaciones Internacionales (UNCPBA); Doctoranda en Ciencia Política (UNSAM). Becaria CONICET. Integrante del Centro de Estudios Interdisciplinarios en Problemáticas Internacionales y Locales (CEIPIL) de la Facultad de Ciencias Humanas, UNCPBA. Mail: nevia\_vera@yahoo.com.ar

<sup>2</sup> **Cristian Guglielminotti**: Licenciado en Relaciones Internacionales (UNCPBA); Magíster en Gestión Política de la Ciencia y la Tecnología (UBA). Auxiliar de investigación del Centro de Estudios Interdisciplinarios en Problemáticas Internacionales y Locales (CEIPIL) de la Facultad de Ciencias Humanas, UNCPBA. Mail: cristianguglielminotti@hotmail.com

#### Introducción

El presente artículo tiene por objetivo analizar las potencialidades en cooperación del sistema espacial argentino con sus pares pertenecientes al mundo en desarrollo en un esquema de cooperación sur-sur (CSS). Para ello, está dividido en las siguientes secciones: en primer lugar, un breve recorrido por la historia de la CSS, y la cooperación en ciencia y tecnología, teniendo en cuenta por qué es importante para una industria como la espacial explotar tales políticas; en segundo lugar, un resumen de la historia espacial del país que ayude a entender los logros alcanzados, los cuales pueden ser explotados a través de los relacionamientos exteriores correctos. Finalmente, y a modo de conclusión, se procederá a realizar un análisis prospectivo en cuanto a las posibilidades de expansión del sector en la región.

## Cooperación internacional, política exterior y ciencia y tecnología

En el presente, la cooperación internacional forma parte de la agenda cotidiana de política exterior: en un mundo globalizado e interconectado como el actual, es casi imposible no intercambiar asistencia en distintos ámbitos con el resto de los Estados del sistema. Dentro de la cooperación o asistencia internacional,³ se advierten tres tipos de flujos principales: norte-norte, norte-sur, y sur-sur. Los dos primeros inauguraron el nacimiento de la cooperación internacional en la segunda posguerra, en el momento en que Estados Unidos debía asegurarse la reconstrucción de las bases del capitalismo europeo (Hirst, 2009), originando simultáneamente una diferenciación entre el norte, compuesto por los países capitalistas occidentales industrializados, y el sur,⁴ término que surgió en la década de los cincuenta para diferenciar a aquellos de los países cuyas economías eran primarias, proveedoras de materias primas para las industrias y que en muchos casos eran aun dependientes de las metrópolis.

Este grupo de países tendía a identificarse con la búsqueda del desarrollo económico y social, tratando de superar las asimetrías con aquellos del norte, a través de

<sup>3</sup> Desde los sesenta las relaciones internacionales se han abocado a analizar el tema de la cooperación internacional desde las distintas perspectivas teóricas. Para el realismo, la motivación principal del compromiso con la cooperación en general es el interés político de quien da la ayuda, en la forma de varios tipos de asistencia como la humanitaria, militar, desarrollo económico, prestigio, sobornos, y de subsistencia. Los institucionalistas por su parte alegan que la cooperación aparece como una "respuesta a la necesidad de coordinación de políticas creada por la interdependencia, que, a la vez, es producto de la discordancia. Como la armonía no es posible y existen reales o potenciales fuentes de conflicto, los estados deciden cooperar y hacer "ajustes mutuos" para satisfacer demandas de otros" (Malacalza 2016a: 48). Por su parte los constructivistas argumentan que la cooperación responde al altruismo y a la solidaridad con el resto de los Estados del sistema internacional. Sin embargo, uno de los motivos cruciales suele ser el ejercicio de influencia o la obtención de prestigio internacional.

<sup>4</sup> Si bien bajo la catalogación de "sur" tendió a agruparse a países que compartían el hecho de haber sufrido el colonialismo y haber entrado a la vida independiente de forma tardía, en comparación con los países "desarrollados", la realidad es que "ellos no constituyen un grupo homogéneo, en función de sus particulares realidades: poseen diferencias socio-económicas, político-culturales entre sus contextos locales y regionales" (Lechini, 2012: 15).

una nueva modalidad de relacionamiento: la CSS: "Se confiaba que la cooperación entre aquellos que sufrían las mismas situaciones de dependencia posibilitaría reforzar su capacidad de negociación con el Norte" (Lechini, 2012: 16).

Los intentos de cooperación se fueron agotando de forma paulatina con el correr de las décadas, y la implementación del neoliberalismo fue un factor por demás debilitante para las políticas multilaterales del sur. Sin embargo en los noventa emergió el concepto de "Sur Global" en referencia a los vínculos entre los países pertenecientes al sur, pero esta vez ya no llevados a cabo solo por los Estados, sino involucrando una amplia gama de actores tanto estatales como no estatales. En los años comprendidos en el artículo hubo una especie de revitalización de la cooperación entre países del sur, a través de distintas agencias y actores, renovando el interés de los Estados por restablecer los vínculos que parecieron diluirse en medio del neoliberalismo de los noventa.

En general, quienes llevan a cabo la CSS, son los países en desarrollo<sup>5</sup>, o países intermedios<sup>6</sup>. Para ellos, ésta emerge como una acción de política exterior que permite emular a los países avanzados, y ejercer influencia en la agenda internacional a través del poder blando o intangible (ideas, comunicación, cultura), y así poder proyectar la imagen de un país en el exterior (Malacalza 2016a: 50).

Puesto que el vínculo entre la ciencia y la tecnología (CyT) con el desarrollo de los países, así como la relación entre política exterior y CyT en el siglo XXI, son innegables debido a que los avances en CyT generan importantes brechas entre el desarrollo de los países, una de las herramientas principales para tratar de reducir las diferencias entre los Estados ha sido, entre otras, la cooperación internacional.

La cooperación en CyT se constituye como una sub-área dentro de la cooperación internacional, que ha comenzado a tomar una mayor preeminencia en las agendas de los gobiernos por varias razones, como la trasnacionalidad de muchos problemas que necesitan de las comunidades científicas y técnicas para ser resueltos, como los temas del cambio climático, la energía, salud, pobreza (Wagner, 2002), y porque este tipo de cooperación permite a las comunidades científicas intercambiar información y conocimiento, actualizar sus habilidades y abordajes, adquirir nuevas perspectivas, reducir costos y enriquecerse con el intercambio mutuo.

Además, los Estados también tienen interés en que sus agendas externas se especialicen con los aportes de los científicos, y en que sus agendas científicas se internacionalicen, puesto que ello permite alcanzar objetivos políticos relacionados a la defensa nacional, desplegar misiones públicas específicas y promover el conocimiento, lo cual muchas veces está intrínsecamente ligado a una lógica de desarrollo, o adquirir prestigio a través de premios, y competencia en el mercado gracias a las innovaciones que genera (Wagner, 2002; Malacalza, 2016b).

<sup>5</sup> la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), define a la CSS "en sentido amplio como el intercambio de colaboraciones en el ámbito técnico, político y económico entre países en desarrollo" (CEPAL, 2010: 5).

<sup>6</sup> Malacalza define a los países intermedios como "aquellos países que, no siendo decisivos en la configuración sistémica como las 'grandes potencias', de una manera u otra intentan salir de la insignificancia" (Malacalza, 2016a: 47).

Como resultado de lo anterior, es inevitable localizar la cooperación internacional en CyT en una sub-área específica, resultado de la intersección de dos áreas mayores como son la política exterior (y las subsiguientes políticas de cooperación de cada Estado) y la política de CyT (en este caso, como sujeto de las tendencias de internacionalización).

Además de lo anterior, la vinculación entre política externa y CyT se hace más fuerte si se tiene en cuenta que hay algunas tecnologías como la tecnología espacial o la nuclear, que son consideradas como desarrollos capaces de ser desviados hacia fines bélicos (tecnologías duales). De allí que los Estados y sus políticas en el sistema internacional deban abocarse, siempre que esté en su interés, a dar garantías de los usos pacíficos de la tecnología dual que desarrollen.

La situación se torna más dificultosa cuando los interesados en desarrollar este tipo de tecnología suelen ser Estados intermedios, como Argentina, cuyas ambiciones y derecho a contar con tecnología propia para permitir la mejora de las condiciones de vida de sus habitantes (a través de la manufactura de bienes con alto valor agregado que crea un círculo virtuoso de desarrollo de industrias y empresas que requieren mano de obra altamente calificada, mayor educación, mejores salarios, mayor capacidad de consumo, etc.), entran en tensión con las restricciones del sistema internacional en la forma de regímenes de no proliferación de armamento. Por ello, es necesario que aquellos países que quieran desarrollar tecnología (como ha sido el caso argentino en el periodo en estudio) den garantía de los fines pacíficos de sus objetivos a través de la adhesión a las reglas internacionales dictadas por las instituciones intergubernamentales, para lo cual las instituciones domésticas deben estar en sintonía con los regímenes internacionales (Blinder, 2015), en torno a cuya aceptación gira la voluntad de cooperación en el área, por parte de países más desarrollados.

En este marco, la CSS se vislumbra como una opción de política exterior para aquellos países como la Argentina, no sólo para ejercer influencia sino también para ocupar lugares de peso en nichos no tradicionales, como puede ser a través de la cooperación en CyT en el sector espacial; si bien no ha sido objeto de políticas de cooperación sistemáticas con países similares, el tema es abordado superficialmente en el Plan espacial 2004-2015 y se avanza hacia compromisos mayores con Brasil.

Hasta el año 2015 Argentina apostó fuertemente a desplegar la asistencia en el marco de los escenarios latinoamericanos, sobre todo en organizaciones como la Comunidad de Estados Latinoamericanos y Caribeños (CELAC), la Unión de Naciones Suramericanas (UNASUR) y el Mercado Común del Sur (MERCOSUR), con una idea de generar vinculaciones solidarias basadas en una identidad ideológica y política con la mayoría de sus integrantes, al tiempo que haciendo gran uso de su capacidad técnica y científica para reforzar tales lazos, bajo los principios de equidad, ayuda mutua y respeto a la soberanía (Milesi, 2015).

Así, no sería alejado pensar en los países de la región como eventuales destinatarios de la cooperación en CyT en materia espacial, pero para explorar tales potencialidades es necesario hacer un breve recorrido por la historia del desarrollo espacial argentino y comprender en qué etapa de formación de agenda de cooperación se encuentra posicionado el sector.

#### Historia espacial argentina

Argentina cuenta con una importante tradición en el desarrollo de actividades, investigaciones y tecnologías en el ámbito espacial. Bajo la presidencia de Juan D. Perón comenzaron los experimentos con motores cohetes, a partir de especialistas europeos que llegaron al país luego de la Segunda Guerra Mundial, y continuaron incluso una vez derrocado su gobierno. No obstante, las actividades espaciales tomaron un claro impulso a partir de la conformación de la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales (CNIE), dependiente de la Fuerza Aérea Argentina (FAA), en enero de 1960. La primera autoridad de la institución fue Teófilo Tabanera, reconocido por sus actividades desde mediados de los cuarenta<sup>7</sup>.

A lo largo de un poco más de tres décadas la CNIE llevó adelante diversos experimentos atmosféricos, astronómicos, biológicos y fotográficos, trabajando en conjunto con entidades nacionales y extranjeras –principalmente con Estados Unidos, Francia, Alemania y, en menor medida, con Brasil-, lo que le permitió posicionarse como una de las instituciones espaciales más importantes de América Latina. Para las iniciativas se utilizaron diferentes plataformas espaciales<sup>8</sup> desde varias bases de lanzamiento<sup>9</sup> en la región y la Antártida.

Entre ellos destacan la "Operación Matienzo" y la participación que la CNIE llevó adelante en el marco del Programa *Experimental Inter-American Meteorological Network* (EXAMETNET), en colaboración con Estados Unidos, Francia y Brasil<sup>11</sup>. Una vez finalizado el programa, tuvo su continuidad mediante otro acuerdo con la *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) de Estados Unidos, desde el CELPA de Mar Chiquita y la base Marambio, hasta principios de los años ochenta (Freeman, 2001). Por otra parte, entre los años 1967 y 1969 se efectuaron importantes experimentos biológicos, que consistieron en dos lanzamientos de cohetes con un ratón a bordo como tripulación y de otro con un mono.

A partir de 1969 comenzó el Operativo Galaxia, investigación de la anomalía magnética del Atlántico Sur con la utilización de globos atmosféricos de gran tamaño, teniendo con Brasil varios lanzamientos conjuntos entre los años 1979 y 1977 (De León, 2008). Asimismo, mediante un acuerdo entre la CNIE y el Instituto Max Plank, firmado en 1972, se llevó adelante la Experiencia Germano-Argentina

<sup>7</sup> En 1945 fue reconocido como miembro de la Sociedad Británica Interplanetaria y de la Sociedad Americana de Cohetes, siendo el creador de la Asociación Argentina Interplanetaria, que posteriormente se denominó Asociación Argentina de Ciencias del Espacio (Manfredi, 2005).

<sup>8</sup> Para las plataformas desarrolladas nacionalmente, se contó con las asistencias del Instituto de Investigación Aeronáutica y Espacial (IIAE), que funcionó como tal hasta el año 1993.

<sup>9</sup> Los puntos de lanzamiento fueron: Mar Chiquita, Paraná, Mendoza y Chaco en territorio continental argentino; las bases Matienzo y Marambio en el sector antártico y Punta Lobos en Perú.

<sup>10</sup> Ésta estuvo constituida por el lanzamiento en simultáneo de cohetes y balones estratosféricos para la medición de la radiación cósmica desde dos puntos: el Centro de Experimentación y Lanzamiento de Proyectiles Autopropulsados (CELPA) de Chamical, en la provincia de La Rioja, y la base Matienzo en la Antártida, a casi 4000 km. de distancia (Sánchez Peña, 1999).

<sup>11</sup> Tuvo por objetivo la medición de la alta atmósfera en el hemisferio sur para contrastar diferencias con el hemisferio norte

con Nubes Ionizadas (EGANI), que posteriormente se denominó Experiencia Argentina con Nubes Ionizadas (EANI), con cohetes de fabricación nacional y cargas útiles suministradas por la institución alemana (Manfredi, 2005).

Con la irrupción de la última dictadura militar, se produjo la modificación de algunas áreas del complejo espacial argentino, en donde las experiencias científicas atmosféricas con cohetes fueron cediendo lugar rápidamente (a comienzos de los ochenta se realizó la última experiencia del siglo con un cohete nacional Tauro<sup>12</sup>), a favor de desarrollos en cohetería y misilísticos de carácter dual (Hurtado, 2010; Blinder, 2015). Estos nuevas líneas tecnológicas tuvieron impulso con el incremento de recursos que efectuó el gobierno militar de facto para el sector aeroespacial (Alinovi, 2011).

De esta manera, se produjeron los cohetes y misiles de las clases Alacrán y Cóndor, en las instalaciones de Falda del Carmen, en la provincia de Córdoba, entre los cuales estuvo el conocido Cóndor II (Vera et al. 2015). Este misil de alcance intermedio, comenzó a desarrollarse secretamente en 1982, luego de la derrota en la Guerra de Malvinas (Colonna, 2005; Alinovi, 2011). Otros países participaron en el proyecto misilístico, ya sea aportando financiamiento, como lo hizo Irak a través de Egipto, o tecnología, en el caso de Alemania (Alinovi, 2011; Harding, 2013; Blinder, 2015).

Cuando se hizo de conocimiento público el proyecto despertó prejuicios internacionales, en especial de Reino Unido y Estados Unidos, puesto que inicialmente se sospechó que tenía capacidad para transportar una carga nuclear a una distancia de 1200 km, e incluso se temió su eventual exportación a países de Medio Oriente (Colonna, 2005).

Sin embargo, el retorno de la democracia al país en 1983 no significó la cancelación del programa, a pesar de las presiones internacionales, ya que el presidente Raúl R. Alfonsín lo ratificó e incluso estableció la posibilidad de exportación por medio de una empresa que se constituyó en 1987 para tal objetivo: Integradora Aeroespacial Sociedad Anónima (INTESA), que funcionó algunos años (Versino y Russo: 2010).

Por otra parte, el sistema satelital argentino fue tomando forma gradualmente desde la década de los sesenta con la construcción de infraestructura y la capacitación de recursos humanos; sin embargo, la etapa que preveía la construcción del primer satélite científico argentino para la segunda mitad de los años '80 (Sánchez Peña, 1982), resultó fatalmente afectada por la crisis económica de la denominada "década perdida"<sup>13</sup>. Si bien el Sistema Satelital Doméstico no se concretó en su totalidad, permitió que la Argentina gestionara puntos en la órbita geoestacionaria ante la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) (De León, 2008).

<sup>12</sup> Recién varias décadas después se produjo un nuevo lanzamiento, mediante la "Experiencia Centenario" en diciembre de 2013, en el marco del centenario de la aviación militar argentina.

<sup>13</sup> De todas formas, se inauguraron varias estaciones terrenas: la primera en Balcarce en 1969 y otras dos a inicios de los '80: en la localidad de San Miguel, en la provincia de Buenos Aires, y en la base Marambio, entre las que se realizó la primera comunicación satelital entre el continente y la Antártida en 1981.

En 1989 Carlos S. Menem accedió a la Presidencia de la Nación, impulsando cambios económicos y políticos amplios que abarcaron también al complejo espacial argentino, lo que generó pérdidas de capacidades que habían tardado años en materializarse. El menemismo llevó adelante un conjunto de reformas estructurales al amparo del "Consenso de Washington"<sup>14</sup>, que provocaron la reconversión del sector productivo (lo que se tradujo en un dramático proceso de desindustrialización) y la flexibilización y desregulación laboral que produjeron el aumento del desempleo, la pobreza y la exclusión social.

En estos años, en materia de CyT, se estableció un "laissez faire tecnológico" (Chudnovsky y López, 1996) que provocó un escenario fuertemente regresivo, con ciertos matices, para el sistema científico y tecnológico nacional (Oteiza, 1996). La fuerte dependencia del financiamiento externo, de la mano de un nuevo enfoque de política exterior argentina, llamado "realismo periférico", 15 condujo a un alineamiento total en cuestiones consideradas como "sensibles" para las potencias, en especial para Estados Unidos. De esta forma, la Argentina firmó el Régimen de Control de Tecnología de Misiles (RCTM) en 1993 y desmanteló el programa Cóndor II. 16 A cambio, la NASA brindó cooperación para la realización de las primeras misiones satelitales científicas nacionales (Corigliano, 2003).

El gobierno abandonó entonces el programa misilístico dual, que tenía como uno de sus objetivos centrales alcanzar el acceso al espacio para la colocación de satélites. A diferencia de lo que afirmara Harding (2013) sobre la utilización del acervo de conocimientos adquiridos en el desarrollo del proyecto, y más allá de los beneficios puntuales para las primeras misiones satelitales científicas, tal política significó un claro retroceso para el complejo espacial, perdiéndose así muchos años de desarrollo.

Pero los cambios no terminaron con el programa Cóndor II, ya que la decisión fue tomada junto a una reestructuración general del sector, que significó la desaparición de la CNIE y la transferencia del área espacial desde la órbita de la FAA hacia el Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto de la Nación Argentina.<sup>17</sup> En su reemplazo se conformó la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), en el año 1991, como institución de carácter civil en la que Argentina se reservó el derecho al desarrollo científico y tecnológico

<sup>14</sup> La agenda del Consenso de Washington abarcó las siguientes reformas en materia de política económica: disciplina fiscal, reordenamiento de las prioridades del gasto público, reforma fiscal, liberalización financiera, tipo de cambio competitivo, liberalización del comercio, liberalización de la inversión extranjera directa, privatizaciones, desregulación y derechos de propiedad.

<sup>15</sup> Creado por politólogo e intelectual argentino Carlos Escudé. La teoría sostenía que en el contexto de crisis económica que estaba sumergido el país, era necesario modificar la vocación autonomista de la política exterior, ya que se la identificó como una de las razones claves del progresivo declive de la proyección de la Argentina en el concierto internacional y como perjudicial para el bienestar de los ciudadanos.

<sup>16</sup> Los misiles, componentes sensibles y parte del equipamiento del complejo de Falda del Carmen fueron enviados a España.

<sup>17</sup> La CONAE pasó al ámbito posteriormente, en el año 2012, a depender del Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios.

espacial con fines pacíficos (Decreto Nacional N° 995, 1991). Hasta el año 2000 fueron lanzadas los primeros tres Satélites de Aplicaciones Científicas (SAC): el SAC-B en 1996, el SAC-A en 1998 y el SAC-C en 2000. Asimismo, se constituyó en 1997 el Centro Espacial de Falda del Carmen, denominado Teófilo Tabanera, en honor a la primera autoridad de la desaparecida CNIE.

Otro de los cambios estructurales del área espacial sucedió en 1992, cuando se creó la empresa, previa licitación estatal, de telecomunicaciones NAHUELSAT Sociedad Anónima, conformada por capitales privados. En 1997 puso en órbita un satélite geoestacionario, denominado NAHUEL 1-A, construido en el extranjero, que ocupó durante varios años una de las posiciones orbitales asignadas al país.

El modelo neoliberal terminó desencadenando una profunda crisis económica, social y política en 2001. En ese contexto, se produjeron reconfiguraciones en diferentes áreas, proceso que se llamó "pos-neoliberalismo". Entre los años 2002 y 2011 la economía argentina experimentó un acelerado crecimiento económico, lo que traccionó positivamente sobre el mercado interno, el empleo y las exportaciones. El nuevo escenario, bajo los gobiernos de Néstor C. Kirchner y Cristina E. Fernández de Kirchner (2003-2015), se dio en medio del resurgimiento del rol de la ciencia, la tecnología y la innovación como parte de la agenda de políticas públicas.

La política de CyT estuvo orientada a reconstruir las capacidades del sector, en especial de los sectores estratégicos, otorgando al Estado un rol preponderante como articulador del Sistema Nacional de Innovación, por medio de diferentes medidas¹8, entre las que destacó la creación del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCyT), en diciembre de 2007, siendo la primera vez que las actividades científicas y tecnológicas alcanzaron rango ministerial en el país, al menos desde el Ministerio de Asuntos Técnicos, que se constituyó en 1949, y que duró algunos años sin tener gran gravitación.

El área espacial bajo el kirchnerismo fue una prioridad, ya que se continuó con las misiones científicas de la CONAE, mediante la puesta en órbita del SAC-D en 2011; pero además se tomó la decisión formar parte del *Group on Earth Observations* (GEO) y surgieron otros proyectos ambiciosos que marcaron una expansión clara del entramado, como: el desarrollo de la familia de Satélites Argentinos de Observación con Microondas (SAOCOM); la construcción inicial de tres satélites geoestacionarios de telecomunicaciones, <sup>19</sup> colocando en órbita dos de ellos, el ARSAT-1 en octubre de 2014 y el ARSAT-2 en septiembre de 2015; y el resurgimiento de un programa que permita finalmente el anhelado acceso al espacio, pero en esta oportunidad exclusivamente de uso civil y cumpliendo con las condiciones RCTM.

En este proceso virtuoso de crecimiento, se fueron incorporando y conformando otras dependencias y empresas del Estado. De esta manera, se sumaron

<sup>18</sup> Otras medidas son: la conformación de **instrumentos de promoción y financiamiento de la innovación, como el Fondo Fiduciario de Promoción de la Industria del Software (FONSOFT) y el Fondo Argentino Sectorial (FONARSEC); la repatriación y formación de recursos humanos, como el programa Red de Argentinos Investigadores y Científicos en el Exterior (RAÍCES), entre otros.** 

<sup>19</sup> Para ocupar las posiciones orbitales 81° y 72° longitud oeste, que se corría riesgo de perder si no se ocupaban.

el Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios (MinPlan), la Empresa Argentina de Soluciones Satelitales (AR-SAT) Sociedad Anónima<sup>20</sup> y el Centro de Ensayos de Alta Tecnología Sociedad Anónima (CEATSA)<sup>21</sup> –inaugurado en 2010, para no llevar al extranjero los satélites en las etapa final de pruebas–. Paralelamente, se han ido incorporando un número creciente de instituciones públicas, entre las que destacan la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), universidades nacionales, e instituciones privadas del sector científico, tecnológico y productivo nacional.

A escala internacional, la CONAE ha cooperado en los años posneoliberales, como desde su creación, con varias agencias para poder impulsar sus proyectos, al igual que su predecesora la CNIE, pero con la diferencia que las asociaciones han estado abocadas especialmente a misiones satelitales. Se concretaron acuerdos con diversos países, en especial con Estados Unidos, Italia, Francia, Brasil y Canadá. Además, desde finales de la década pasada se han estrechado lazos con otras dos instituciones extranjeras, en materia de observación del espacio profundo y control de misiones más allá del espacio terrestre, con la inauguración en 2012, de una antena de la Agencia Espacial Europea (ESA), en Malargüe, provincia de Mendoza, y la construcción de otra equivalente de la Agencia *China Satelite Launch and Tracking Control General* (CLTC), en la provincia de Neuquén, que próximamente iniciará actividades.

La CONAE ha tenido entre sus objetivos prioritarios el desarrollo de sistemas satelitales destinados a operaciones científicas, dedicados inicialmente a la observación, el relevamiento de recursos naturales o estudios ambientales con aplicaciones socioeconómicas; pero también tal desarrollo ha sido concebido como un proceso gradual de generación de capacidades, que posibiliten la construcción de satélites de mejores características que permitan la expansión del sector y la transferencia de servicios y tecnologías a la sociedad (Tabla 1).<sup>22</sup>

<sup>20</sup> creada en 2006 a partir de NAHUELSAT, que se estatizó en 2004 debido a irregularidades, promoviendo la construcción en el país, y posterior gestión, de los satélites ARSAT, entre otras funciones.

<sup>21</sup> El CEATSA es el resultado de un acuerdo entre AR–SAT e INVAP, producto directo del desarrollo de los satélites geoestacionarios de telecomunicaciones.

<sup>22</sup> La CONAE define las misiones satelitales de acuerdo al instrumento nacional más importante con el que se equipan. Hasta el momento se identifican dos clases de satélites que se han lanzado al espacio o que se encuentran en construcción: los SAC, equipados con instrumentos ópticos, y los SAOCOM, centrados en equipamiento de microondas. Asimismo, se prevé, a medida que se desarrollen las tecnologías necesarias de arquitectura segmentada y acceso al espacio, la puesta en órbita de una tercera serie, que estará constituida por Satélites de Alta Revisita (SARE), que poseerán instrumentos ópticos y de microondas.

Satélite	Entidad Nacional patrocinante	Año de lanza- mien- to	Clase	Peso de lanzamiento	Agencias o empresas extranjeras
SAC-A	CONAE	1998	Científico	68 kg.	NASA, ASI (1) e INPE (2)
SAC-B	CONAE	1996	Científico	191 kg.	NASA
SAC-C	CONAE	2000	Científico	485 kg.	NASA, ASI, DSRI (3), CNES (4), AEB (5) e INPE
SAC-D	CONAE	2011	Científico	1.350 kg.	NASA, ASI, CNES, INPE y CSA (6)
ARSAT-1	AR-SAT	2014	Telecomunicaciones	2.973 kg.	Thales Alenia Space, Astrium y Arianespace
ARSAT-2	AR-SAT	2015	Telecomunicaciones	2.975 kg.	Thales Alenia Space, Astrium y Arianespace

Tabla 1. Misiones satelitales nacionales que ya han sido lanzadas.

- (1) Agenzia Spaziale Italiana.
- (2) Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.
- (3) Danish Space Research Institute.
- (4) Centre National d'Études Spatiales.
- (5) Agência Espacial Brasileira.
- (6) Canadian Space Agency.

Como se puede observar, hubo más de 10 años entre los lanzamientos del SAC-C y el SAC-D, mientras que los tres primeros de la serie se efectuaron con una separación de dos años. Este fenómeno se encuentra directamente vinculado al incremento de la complejidad de las misiones, asociada al tamaño de los satélites, como se aprecia en la diferencia notoria del peso entre el SAC-D y el resto de la serie SAC. Un proceso incremental de inversiones y formación de recursos humanos fue necesario para misiones de mayores dimensiones, teniendo presente que el peso de lanzamiento de los ARSAT superó al del SAC-A cuarenta y cuatro veces. Los satélites geoestacionarios en particular se consideran misiones de gran complejidad, por lo que actuaron como fuertes dinamizadores del sector espacial argentino, por la distancia de las órbitas que ocupan con respecto a la tierra, sus dimensiones y peso, la precisión en el mantenimiento de las posiciones orbitales y el período de tiempo de funcionamiento. Ante tales desafíos, se decidió por tecnologías comprobadas (ARSAT, 2014), suministradas por empresas europeas de reconocida trayectoria, aumentando gradualmente la participación de componentes nacionales, como en el caso del ARSAT-3, que se acordó un joint venture con la firma Astrium para un

sistema de propulsión híbrido que liberará espacio para una mayor carga útil (Arias, 2014).<sup>23</sup>

La continuidad de la serie SAC está garantizada por el SAC-E, o Satélite Argentino-Brasileño para Información del Mar (SABIA-Mar) 1, que tendrá un compañero que será construido en Brasil, el SABIA-Mar 2. El programa representa un gran avance en la cooperación entre los dos países latinoamericanos, en el marco del Acuerdo de Integración y Coordinación Bilateral Argentina-Brasil (CONAE, 2016). Los SABIA-Mar tendrán como aplicación principal la observación y el estudio del mar y costas. Adicionalmente, para la Argentina será la primera constelación de satélites desarrollada principalmente en el marco de la CSS, mientras que Brasil posee una rica historia con China.

Por otra parte, paralelamente a este proceso expansivo de inversión, infraestructura y recursos humanos, se fueron incorporando nuevos proyectos en el ámbito de la CONAE. Entre ellos destacan la serie SAOCOM, el programa SARE y plan de acceso al espacio.

La decisión de construir satélites de microondas surgió a partir del acuerdo celebrado entre la ASI y la CONAE, en 2005, para la conformación del Sistema Ítalo-Argentino de Satélites para la Gestión de Emergencias (SIASGE), contando con varias agencias e instituciones asociadas, como se aprecia en la tabla N°2. La totalidad de la familia SAOCOM proyectada por la CONAE abarcará cuatro unidades, separadas en dos series: la primera de dos satélites que se denominan SAOCOM-1A y 1B (en construcción en INVAP) y la segunda que comprenderá los SAOCOM-2A y 2B (dispondrán de mejoras tecnológicas). Los sistemas de microondas (radar) tienen la ventaja que la observación no varía por la luz solar ni se ve afectada ante la presencia de nubes (INVAP, 2016).

Los satélites de la familia SARE representan un proyecto ambicioso de la CONAE, ya que funcionarán en grupos o constelaciones y cumplirán sus objetivos por medio de sus altas revisitas, obteniendo información actualizada para eventos cambiantes en cortos períodos de tiempo, como en los casos de inundaciones e incendios.

Los SARE se construirán bajo el concepto de Arquitectura Satelital Segmentada, que se sustenta en la idea de que varios satélites pequeños desempeñen las funciones de un solo satélite de mayores dimensiones. De esta manera, se buscará eliminar los riesgos que implica el lanzamiento de un satélite monolítico, al tiempo que se reducirá la vulnerabilidad sobre los inconvenientes que se puedan presentarse en órbita (Alinovi, 2011). Se contempla conformar la primera constelación con cargas útiles ópticas y una segunda con microondas (CONAE, 2016).

Asimismo, con el lanzamiento de pequeños satélites se obtendrá un tiempo de respuesta sensiblemente mayor, teniendo en cuenta que el diseño, construcción y puesta en órbita de un satélite de mayores dimensiones lleva años. En pocos meses

<sup>23</sup> Lamentablemente, la gestión de Mauricio Macri, que inició un programa económico de claro corte neoliberal, suspendió la construcción del satélite en los primeros meses de 2016, lo que marcó un incontrastable cambio de prioridades hacia el sector, teniendo en cuenta el impacto en la curva de aprendizaje programada a la vez que puso un manto de dudas sobre el resto de los programas espaciales.

se podrá agregar un nuevo SARE a una constelación, satisfaciendo nuevas necesidades y extendiendo la vida útil del conjunto. De llegar a materializarse estas plataformas satelitales, se expandirá la capacidad de cooperación, pensando incluso en constelaciones conformadas por SARE con equipamiento de distintas agencias regionales, de acuerdo a sus respectivas necesidades (Tabla 2).

Satélite	Entidad Nacional patrocinante	Año esti- mado de lanzamiento	Clase	Peso esti- mado de lanzamiento	Agencias o empresas extranjeras
SAOCOM-1A	CONAE	A partir de 2017	Científico	3 toneladas aprox.	ASI, CSA, AEB, INPE, CSL (1), POLIMI (2) y OEA (3)
SAOCOM-1B	CONAE	A partir de 2017	Científico	3 toneladas aprox.	ASI, CSA, AEB, INPE, CSL, POLIMI y OEA
ARSAT-3	AR-SAT	2019. Suspendido temporalmen- te en 2016	Telecomuni- caciones	3 toneladas aprox.	Thales Alenia Space, Astrium y Arianespace
SAC-E/ SABIA MAR	CONAE	2020	Científico	680 kg. aprox.	AEB e INPE
SARE	CONAE	2020/2021	Científico	250 kg. En constelación de cuatro	Sin informa- ción dado el grado de avance.

Tabla 2. Misiones originalmente contempladas para los próximos cinco años de acuerdo con las planificaciones de la CONAE y AR-SAT.

- (1) Centre Spatial de Liège, Bélgica.
- (2) Universidad pública italiana Politecnico di Milano.
- (3) Organización de Estados Americanos, teniendo al Banco Interamericano de Desarrollo (BID) como una fuente parcial de financiamiento (De Dicco, 2008b).

No obstante, el programa SARE estará totalmente vinculado al éxito de otro proyecto resurgido bajo el kirchnerismo: el acceso al espacio. Concebido como otro objetivo del Plan Nacional Espacial, bajo el proyecto Inyector Satelital para Cargas Útiles Livianas (ISCUL), se busca desarrollar una lanzadera nacional capaz de colocar satélites de 250 kg en órbitas polares de 600 km. de altura (CONAE, 2008a), dada la disposición geográfica del país (AR-SAT, 2014). Desde el año 2007 se vienen realizando lanzamientos para generar y comprobar diferentes tecnologías que integrarán el Tronador II, e incluso se han ensayado componentes en el lanzamiento de un cohete sonda brasileño (CONAE, 2008a).

El vector (Tronador II), otorgará una mayor autonomía en un ámbito clave y sensible dentro de la tecnología espacial (cerrando el ciclo tecnológico de diseño, construcción, prueba y lanzamiento) y permitirá entrar a la Argentina en el reducido

grupo de países<sup>24</sup> proveedores de servicios de lanzamiento (De Dicco, 2008a). Se espera adicionalmente que tenga un costo menor que la contratación de un servicio de lanzamiento en el extranjero (Varotto, 2010).

A diferencia del Cóndor II, el programa responde totalmente a las exigencias del RCTM. La CONAE busca así eliminar las desconfianzas que surgieron en torno a aquél (realizado en secreto, con fines duales y en base a combustible sólido), notificando tempranamente el desarrollo a la comunidad internacional, buscando exclusivamente fines civiles y utilizando combustible líquido. Son varias las instituciones que participan en el Tronador II: universidades nacionales, el CONICET, la CNEA, el CITEDEF, la empresa Vehículo Espacial de Nueva Generación (VENG) Sociedad Anónima<sup>25</sup> y firmas de base tecnológica, mientras que la FAA ocupa un lugar marginal, persiguiendo una mayor legitimidad internacional.

Los objetivos que los últimos tres gobiernos se han propuesto para el sector espacial se encuentran en el plan de la CONAE 2004-2015. En su sección sobre cooperación internacional describe el tipo de asistencia que el área lleva a cabo, denominándola como "cooperación internacional asociativa", a través de Convenios Inter Gobiernos y por medio de la participación, a través de la CONAE, en iniciativas internacionales de programas de integración y coordinación relacionadas con la aplicación de la CyT espaciales.

La CONAE debe encargarse de incrementar la cooperación con aquellos países con las que ya está cooperando (Alemania, Argelia, Bélgica, Brasil, Canadá, Chile, China, Colombia, Dinamarca, Ecuador, España, EEUU, Francia, Italia, India, Reino Unido, Sudáfrica y Ucrania), de los cuales casi la mitad son pertenecientes al sur, y de ellos cuatro pertenecientes al subcontinente latinoamericano; aumentar la cooperación con otros países, específicamente Australia, países del sudeste asiático y de la región latinoamericana del Foro para la Cooperación América Latina - Asia del Este (FOCALAE).

Por otra parte, enumera las misiones en las que se propone participar como parte de equipos internacionales: GEO, *Committe on Earth Observations Satellites* (CEOS), Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con fines Pacíficos (COPUOS), entre otros proyectos.

También propone la creación de la entidad espacial regional, cuyo objetivo explícito es el de promover la cooperación en investigación y tecnología espacial, con sus respectivas aplicaciones con los Estados de la región, para lo cual se espera elaborar políticas espaciales consensuadas, implementar programas y actividades conjuntas en el sector, coordinar programas espaciales nacionales y regionales hacia objetivos comunes.

Sin embargo, como afirma de la Vega (2016), a pesar de la presencia de un discurso favorable a la integración latinoamericana y a la cooperación "ampliada", la verdadera articulación y coordinación está lejos de realizarse en la región, y el sector espacial no es ajeno a esta realidad. A pesar de lo anterior, la posibilidad de cooperar con el resto de los países latinoamericanos existe, y en el caso espacial, se

<sup>24</sup> Los países que tienen actualmente capacidad de lanzar un satélite al espacio son: Rusia, Ucrania, Estados Unidos, Francia, Japón, China, Reino Unido, India, Israel e Irán.

<sup>25</sup> Constituida en 1998, con capitales públicos y privados, se encuentra bajo el control de la CONAE.

observan varias experiencias y proyectos conjuntos con Brasil.

## Reflexiones finales: las posibilidades de inserción del sector espacial en esquemas de cooperación sur-sur

Los primeros satélites de América Latina fueron construidos en estados desarrollados y pertenecieron a Brasil y México, destinados a las telecomunicaciones, coincidiendo en 1985 en su posicionamiento orbital: el Brasilsat A1 en febrero y el Morelos I en junio. Ambos países sumaron en rápidamente nuevos satélites en sus respectivas series: el Brasilsat A2, en 1986, y el Morelos II, en noviembre de 1985.

En la década siguiente algunos gobiernos de la región comenzaron el diseño y construcción de pequeños satélites, para comprobar componentes y sistemas o con objetivos científicos y académicos. Si bien tanto México como Brasil fueron los países que siguieron lanzando en órbita los satélites mayores, el primero con los geoestacionarios Solidaridad I en 1993 y II en 1994, y el segundo con el CBERS-1 en 1999 (De la Vega, 2016), la Argentina se sumó al grupo, a través de la empresa NAHUELSAT, con el geoestacionario NAHUEL 1-A en 1997 (Vera, et. Al, 2015). En los tres casos, los satélites fueron construidos en su totalidad en el extranjero: Estados Unidos, China y Europa respectivamente.

A partir del nuevo siglo, coincidentemente con la llegada de gobiernos progresistas en varios países la región, se incrementó el interés de los gobiernos por poseer plataformas satelitales de mayor complejidad, pero se tomaron trayectorias disímiles. Desde el año 2000 se sumaron treinta y cinco satélites de más de 100 kg. (De la Vega, 2016), pero sólo dos países participaron en el proceso de desarrollo e integración en sus respectivos territorios, Brasil y Argentina. Sin embargo, el único país que desarrolló e integró todos sus satélites lanzados en el siglo XXI, fue Argentina.

Teniendo en cuenta lo precedente, queda claro que existen notorias diferencias entre los programas y proyectos que los países de la región contemplan implementar en el futuro cercano. En este sentido, se pueden observar diferentes estrategias, que van desde un casi nulo desarrollo endógeno (más allá de la prestación de servicios u obtención de información), a una búsqueda de amplias capacidades para comenzar a ofrecer servicios y productos en el ámbito internacional (De la Vega, 2016). En primera instancia, existen tres grupos: países como Colombia, que no consideran la posesión de un satélite en el corto plazo; otro que se caracteriza por incorporar satélites e infraestructura, pero dependiendo fuertemente del extranjero, como Venezuela, Chile y Bolivia; y finalmente, países que apuestan a la generación incremental de capacidades para poder detentar una mayor autonomía, como son los casos de Argentina y Brasil.

Más allá de esta diferenciación, todos los países latinoamericanos que han decidido incursionar en el sector espacial, lo han hecho a partir de una fuerte dependencia de tecnología y servicios de las potencias espaciales y con débil o nula vinculación con otro similar latinoamericano. Esto halla su razonable explicación en dos cuestiones: el atraso tecnológico de la región y el tiempo de apropiación del *know-how* en los países que han perseguido programas más ambiciosos. En este contexto debe entenderse la importancia de la constelación SABIA-Mar, ya que

marcará un hito histórico para América Latina, a la vez que significará un elevado grado de cooperación entre los dos países que poseen las mayores capacidades e historial en colaboración.

Por otra parte, desde el 2014 ha tomado impulso la idea de una Agencia Espacial Latinoamericana, en línea con los objetivos perseguidos por la CONAE, destacados en el Plan 2004-2015. Esta propuesta posee como correlato el avance en el sector que se ha evidenciado en muchos países y la comprensión de que mediante una institución latinoamericana se crearía una sinergia mayor de los diferentes programas espaciales, generando incluso especializaciones sectoriales, necesarias muchas veces para ganar competitividad internacional. Asimismo, no resulta casual que la propuesta haya surgido en el marco de los avances del programa espacial argentino, a partir de un seminario organizado en INVAP, ya que la empresa estatal representa la punta de lanza de un complejo tecnológico que no posee otro país latinoamericano y que permitió posicionar al país como líder regional, aunque no tenga aún competitividad internacional en el ámbito satelital. Apuntando a lograr esto último, se sancionó la Ley de Desarrollo de la Industria Satelital, en 2015, que prevé la construcción y desarrollo de nuevos satélites, aunque la suspensión del ARSAT-3 por el macrismo pone en duda su cumplimiento.

Como se ha visto, en la trayectoria del sector espacial prima la cooperación con países del norte, sobre todo con la NASA, beneficio que Argentina recibió, en materia satelital, al adaptar sus instituciones y sus marcos legales a lo dictado por el sistema internacional en materia de no proliferación y de restricción de fabricación y comercialización de tecnologías duales (pero con el enorme costo de ceder sus avances en el acceso al espacio, que hasta hoy no posee un nuevo lanzador). Sin embargo, es posible que haya llegado el momento de que el sector considere expandirse hacia el resto de la región, para llegar a otros mercados, posible y preferentemente en una eventual alianza con países con desarrollos similares, como Brasil, un socio menor pero histórico y con vinculaciones crecientes.

La Argentina ha alcanzado un desarrollo de su complejo espacial en el que es posible pasar de una etapa de cooperación catalogada casi exclusivamente como norte-sur, a otra en donde la CSS comience a ganar mayores espacios. La creación de una Agencia Espacial Latinoamericana sería redituable para todos los Estados intervinientes, ya que podría brindar el marco necesario para que Argentina y Brasil puedan lograr la competitividad necesaria, traccionando paralelamente sobre los demás países por medio de encadenamientos virtuosos redundantes en beneficios para todos los involucrados.

### Referencias bibliográficas

ALINOVI, M. (2011). El sueño del lanzador propio. En diario Página/12. Edición de 12 de marzo de 2011. Formato digital. Disponible en: . Acceso noviembre de 2016.

Arias, Daniel (2014), Los Satélites ARSAT 1, 2 y 3 y la firma que crece detrás. Revista U 238, Año 3, N° 13, Septiembre-Octubre 2014, pp. 26-32.

AR-SAT (2014), El Sector Espacial Argentino: Instituciones referentes, proveedores y desafíos. 1a ed. Benavidez. Empresa AR-SAT, ISBN 978-987-45569-0-5.

Blinder, Daniel (2009), El control de tecnologías duales como poder político-militar: el caso "espacial" argentino. En: Revista Question. Primavera, Nº24, Universidad Nacional de la Plata.

Blinder, Daniel (2011), Tecnología misilística y sus usos duales: aproximaciones políticas entre la ciencia y las relaciones internacionales en el caso del V2 alemán y el Cóndor II argentino. En: Revista CTS, N° 18, vol. 6. Buenos Aires, pp. 9-33.

Blinder, Daniel (2015), Argentina Space: ready for launch. En Revista Space and Strategy. Vol. 8.  $N^{\circ}$  1. Primavera 2015. Eisenhower Center for Space and Defense Studies. Estados Unidos. Pp. 34 – 46.

CEPAL (2010). La cooperación internacional en el nuevo contexto mundial. Reflexiones desde América Latina y el Caribe. CEPAL. Brasilia. Brasil.

Colonna, Luciano (2005), Un planteo que reactiva la polémica del cóndor II. Edición del 23 de mayo de 2005. Formato digital. Disponible en:

Corigliano, Francisco (2003), La dimensión bilateral de las relaciones entre Argentina y Estados Unidos durante la década de 1990: El ingreso al paradigma de 'Relaciones especiales'. Historia general de las relaciones exteriores de la República Argentina. Disponible en: http://www.argentina-rree.com/15/15-006.htm. Acceso noviembre de 2016.

Chudnovsky, Daniel y López, Andres (1996), Política tecnológica en la Argentina: ¿hay algo más que laissez faire? *Revista Redes*, vol. 3, N° 6, 33-75. Universidad Nacional de Quilmes, Argentina.

De Dicco, Ricardo (2008a), Acceso al Espacio. En: Centro Latinoamericano de Investigaciones Científicas y Técnicas (CLICET). Agosto, pp. 1-11.

De Dicco, Ricardo (2008b), Revisión de Diseño Preliminar del satélite SAOCOM de la CONAE. Centro Latinoamericano de Investigaciones Científicas y Técnicas (CLICET). Agosto, pp. 1-7.

De Dicco, Ricardo (2009), ARSAT-1. En: Centro Latinoamericano de Investigaciones Científicas y Técnicas (CLICET). Marzo, pp. 1-4.

De Dicco, Ricardo y Bernal, Federico (2011), Exitoso Lanzamiento de la Misión SAC-D/Aquarius. En: Centro Latinoamericano de Investigaciones Científicas y Técnicas (CLICET). Junio, pp. 1-35.

De La Vega, Carlos. (2016), Las órbitas dispersas de América latina. Revista Agencia TSS. 28 de julio de 2016. Disponible: http://www.unsam.edu.ar/tss/las-orbitas-dispersas-de-america-latina/. Acceso octubre de 2016.

De León, Ponce. (2008). Historia de la Actividad Espacial en la Argentina. Tomo 1, Volumen 1, Estados Unidos.

Freeman, Marsha (2001), ¡Iberoamérica a la conquista en el espacio! *Ciencia y Cultura, Instituto* Schiller, Washington, pp. 12-39.

Harding, Robert (2013), Space policy in developing countries. The search for security and development on the final frontier. Routledge. Nueva York. Estados Unidos. ISBN: 978-0-203-10644-0.

Hirst, Mónica (2009). Documentos de trabajo sobre cooperación sur – sur. Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto. Buenos Aires. Argentina.

Hurtado, Diego (2007), El otro libro de la naturaleza (o cómo parir un centauro). En: *Revista Redes*, Vol. 13. Número 26. Diciembre de 2007. Buenos Aires, pp. 75-84.

Hurtado, Diego (2010), Organización de las Instituciones Científicas en Argentina (1933-1996). Una Visión Panorámica. En: Russante, José y López Pumarega, María Isabel (Eds.): *Cuadernos ICES* 3. CNEA. Buenos Aires, 7-83.

Lechini, Gladys (2012), Reflexiones en torno a la cooperación sur-sur. En Morasso Carla y Doval

SABER Y TIEMPO 1(2) ISSN 2451-7658

Gisela (comp), *Argentina y Brasil. Proyecciones internacionales, cooperación sur-sur e integración.* Universidad Nacional de Rosario. Santa Fe. Argentina, pp. 14 – 24.

Malacalza, Bernabé (2016a), Triangulación y selectividad. ¿Por qué los países intermedios hacen cooperación sur-sur? Un estudio exploratorio desde el caso latinoamericano en Haití. Revista Cojuntura Internacional. v. 13, n. 1, p. 46 - 57, 1° sem. 2016. Belo Horizonte.

Malacalza, Bernabé (2016b), International co-operation in science and technology: concepts, politics, and dynamics in the case of Argentine-Brazilian nuclear co-operation. Contexto internacional. Vol. 38(2). Mayo/Agosto de 2016. Pp. 663 – 684.

Manfredi, Alberto (2005), Argentina y la Conquista del Espacio. Disponible en: http://www.reconquistaydefensa.org.ar/historia/ espacio/conquista.htm

Milesi, Cecilia (2015), Cooperación sur – sur: el caso de Argentina. Alianza de OSC para la eficacia del desarrollo de América latina y el Caribe. Disponible en http://ceciliamilesi.com/global/wp-content/uploads/2015/03/CSS-Argentina-Milesi.pdf

Oteiza, Enrique (1996), Dimensiones Políticas de la Política Científica y Tecnológica. En: Albornoz, Mario; Kreimer Pablo y Glavich Ernesto (Eds.), Ciencia y Sociedad en América Latina. Buenos Aires. Universidad Nacional de Quilmes, pp. 75-86.

Sánchez Peña, Miguel (1982), Hacia un satélite argentino. En: Revista Nacional Aeronáutica Espacial, Nº 425, Año XLII, Enero-Febrero 1982, pp. 24-31.

Sánchez Peña, Miguel (1999). Experiencias Espaciales Argentinas en la Antártida. Disponible en: http://www.marambio.ag/expespant.htm. Acceso: octubre de 2016

Varotto, Conrado. (2010), En la vanguardia de la innovación. Artículo del Diario La Nación, edición del 15 de agosto de 2010. Versión online. Disponible en: http://www.lanacion.com.ar/1294853-en-la-vanguardia-de-la-innovación

Versino, Mariana y Russo, Cintia (2010), Estado, tecnología y territorio: El desarrollo de bienes complejos en países periféricos. En: Revista de Estudios Regionales y Mercado de Trabajo, N°6, pp. 283-302.

Vera, Nevia et al. (2015), La participación de Argentina en el campo espacial: panorama histórico y actual. En Revista Ciencia, docencia y tecnología. Vol. 26. N° 51. Noviembre de 2015. Universidad Nacional de Entre Ríos. ISSN: 1851-1716. Pp: 326-349.

Wagner, Caroline (2002), The elusive partnership: science and foreing policy. Science and public policy. Vol. 29, n° 6, Diciembre 2002. Pp. 409–417. Beech Tree Publishing. Inglaterra.

#### Documentos consultados

COMISIÓN NACIONAL DE COMUNICACIONES (2009). Empresa Argentina de Soluciones Satelitales Sociedad Anónima AR-SAT. Información Técnica, Servicios Espaciales. Disponible en: http://www.cnc.gov.ar/infotecnica/serviciosesp/arsat.asp

CONAE (2008). Finalizó con éxito la revisión del SAC-D/Aquarius, el nuevo satélite argentino que desarrolla la CONAE con la NASA como principal agencia espacial asociad. Información de Prensa, CONAE, 28 de Julio.

CONAE (2010). Plan Espacial Nacional Argentina en el Espacio. 2004 – 2015. Actualización 2010-2015.

CONAE (2012). Política Presupuestaria de la Entidad: Entidad 106. COMISIÓN NACIONAL DE ACTIVIDADES ESPACIALES. Ministerio de Economía y Finanzas Públicas de la Nación. Disponible en: http://www.mecon.gov.ar/onp/html/presutexto/ley2012/jurent/pdf/D12E106.pdf

CONAE (2013). Política Presupuestaria de la Entidad: Entidad 106. COMISIÓN NACIONAL DE

SABER Y TIEMPO 1(2) ISSN 2451-7658

ACTIVIDADES ESPACIALES. Ministerio de Economía y Finanzas de la Nación. Disponible en: http://www.mecon.gov.ar/onp/html/presutexto/proy2013/jurent/pdf/P13E106.pdf

Decreto Nacional N° 995/1991. Se crea la Comisión Nacional de Actividades Espaciales. Funciones. Disponible en: http://www.infoleg.gov.ar/infoleg Internet/anexos/5000-9999/6295/norma.htm

#### Páginas institucionales consultadas (2016)

Página oficial de la empresa ARSAT: http://www.arsat.com.ar/web/

Página oficial de la empresa CEATSA: http://www.ceatsa.com.ar/

Página oficial de la CONAE: http://www.conae.gov.ar/index.php/espanol/

Página oficial de la empresa INVAP: http://www.invap.com.ar/es/

## ¿Es necesaria la guerra para el crecimiento económico?

por Vernon W. Ruttan<sup>1</sup>

#### Introducción

En un libro publicado en 2001, *Technology, Growth and Development: An Induced Innovation Perspective*, discutí varios ejemplos, pero no presté particular atención al papel de la investigación, el desarrollo y la adquisición en el ámbito militar y de la defensa, como una fuente de desarrollo de la tecnología comercial. Una generalización principal de aquel trabajo fue que el gobierno había jugado un papel importante en el desarrollo de casi todas las tecnologías de utilidad general en las que Estados Unidos era internacionalmente competitivo.

La preparación para varias charlas posteriores a la publicación del libro me llevó a reexaminar lo que había escrito. Se hizo evidente para mí que la defensa y las instituciones ligadas a ella habían jugado un papel predominante en el desarrollo de muchas de las tecnologías de utilidad general que había discutido. El papel de la investigación, el desarrollo y la adquisición en el ámbito militar y de la defensa estaba ahí, a plena luz. ¡Pero yo no era capaz de reconocerlo o no quería hacerlo!

Con considerable reticencia, decidí emprender la preparación del libro que discuto en este artículo, *Is War Necessary for Economic Growth? Military Procurement and Technology Development*. En este artículo recurro también a material de mi libro anterior, *Technology, Growth and Development*: An Induced Innovation *Perspective*.

Un objetivo principal de este artículo consiste en demostrar que la investigación, el desarrollo y la adquisición en el ámbito militar y de la defensa han sido grandes fuentes del desarrollo tecnológico en un amplio espectro de industrias, que representan una parte importante de la producción industrial de Estados Unidos.

Sostengo que, si faltara la contribución proveniente de la investigación, el desarrollo y la adquisición en el ámbito militar y de la defensa, el panorama tecnológico de los Estados Unidos y del mundo sería enormemente diferente. También sostengo que, al mirar hacia el futuro, la contribución a la producción industrial de Estados Unidos hecha por la investigación, el desarrollo y la adquisición de tecnología en el ámbito militar y de la defensa, será menor de lo que fue en la segunda mitad del siglo pasado.

Una consecuencia es que en el futuro el índice de crecimiento de productividad y ganancia en la economía de Estados Unidos será más lento que durante las primeras dos décadas posteriores a la Primera Guerra Mundial o durante la burbuja

<sup>1</sup> University of Minnesota. UNIVERSITY OF MINNESOTA. CLEMONS LECTURE, SAINT JOHNS UNIVERSITY, COLLEGEVILLE, MINNESOTA. OCTOBER 9, 2006. Traducido por UNSAM EDITA.

de la tecnología de la información que comenzó a principios de la década de los noventa.

En la primera sección de este artículo repaso en primer lugar el papel de la investigación, el desarrollo y la adquisición en el ámbito militar y de la defensa como fuentes del desarrollo de la tecnología comercial, mediante el análisis de una serie de tecnologías de utilidad general. En secciones posteriores, trato de las implicancias que tiene mi análisis de las distintas tecnologías de utilidad general a nivel de política industrial.

Vale la pena recordar, antes de tratar la historia más reciente, que el conocimiento adquirido a partir de la fabricación de armas jugó un papel importante en la revolución industrial. James Watt, para taladrar los condensadores de sus máquinas de vapor, recurrió a John Wilkinson, un perforador de cañones que había inventado la única máquina en toda Inglaterra que podía perforar un bloque de hierro fundido con precisión. En Estados Unidos, el llamado sistema americano de manufacturación surgió del sistema de fabricación de pistolas del arsenal de New England. En 1774, el presidente George Washington, molesto por el accionar incorrecto y la corrupción en el sistema de contratos para la adquisición de armas, propuso una ley, aprobada por el Congreso, para crear cuatro fábricas públicas de armas para manufacturar y proveer de armas al ejército de Estados Unidos. La Springfield Armory se convirtió en una fuente importante de máquinas para trabajar la madera y el metal. Las armas con partes intercambiables se desarrollaron por primera vez en la Harpers Ferry Armory.

## Seis tecnologías de utilidad general

Las tecnologías de utilidad general discutidas en esta sección —pertenecientes a las industrias de la aviación, la energía nuclear, la computación, los semiconductores, Internet, y la comunicación espacial y la observación de la Tierra— han tenido un impacto generalizado en el desarrollo de productos y el crecimiento de la productividad en un amplio espectro de industrias de Estados Unidos. La investigación, el desarrollo y la adquisición en el ámbito militar y de la defensa han jugado un papel importante en el avance tecnológico de estas distintas industrias. Cada una de ellas implicó cambios radicales o revolucionarios—antes que cambios de volumen— en la tecnología. No trato, ni en mi libro, ni en este artículo, el amplio número de efectos derivados secundarios que surgen de la investigación, el desarrollo y la adquisición en el ámbito militar y de la defensa. Un ejemplo clásico es el microondas, un sub-producto de la investigación y el desarrollo involucrado en la invención del radar.

#### La industria de la aviación

Las fuerzas armadas de Estados Unidos han estado íntimamente involucradas en el desarrollo de la aviación desde que el Army Signal Corps compró su primer avión a los hermanos Wright, en 1907. La adquisición de aviones militares y el apoyo a la investigación y el desarrollo aeronáutico han sido los dos instrumentos principales utilizados para sostener el desarrollo de la industria de la aviación.

La industria de la aviación es única entre las industrias manufactureras, puesto que se estableció una organización de investigación gubernamental con el fin de apoyar la investigación sobre el desarrollo tecnológico para esta industria. Para mediados de la década de 1920, la investigación llevada a cabo o apoyada por el National Committee on Aeronautics (NACA) empezaba a tener un gran impacto en el diseño y el desempeño de los aviones. La mayoría de los avances que se obtuvieron a partir de la investigación y el desarrollo del NACA tenían un "uso doble"—aplicables tanto a la aviación militar como a la comercial. Todos los aviones de Estados Unidos y todos los motores de aviones que fueron utilizados en la Segunda Guerra Mundial habían sido sometidos a pruebas y mejorados por ingenieros del NACA. Estos avances habían sido alcanzados a un costo notablemente bajo. El lanzamiento del Sputnik en 1957 por parte de la Unión Soviética desencadenó una serie de eventos que llevaron a que el NACA fuera absorbido por una agencia nueva, la National Aeronautics and Space Administration (NASA).

La relación entre las adquisiciones militares y el desarrollo de la tecnología comercial se ve ilustrada con particular fuerza por el desarrollo del Boeing 707 y el 747. Los ingenieros de Boeing empezaron a considerar la posibilidad de desarrollar un avión jet comercial a comienzo de la década de los cuarenta. Se consideraba dudoso que las ventas iniciales pudieran justificar los gastos que implicaba este desarrollo. El problema de financiar los costos de desarrollo para lo que sería el Boeing 707 fueron resueltos cuando Boeing obtuvo un contrato con la Fuerza Aérea para construir un avión cisterna militar, diseñado para reabastecer de combustible al bombardero B-52 durante el vuelo.

El desarrollo del Boeing 747 siguió pautas algo diferentes. En 1965, Boeing perdió un concurso de la Fuerza Aérea para diseñar un voluminoso transporte militar, a manos de Lockheed. Basándose en el diseño que sus ingenieros habían desarrollado para este transporte militar, Boeing pasó a diseñar lo que sería el Boeing 747, un jet comercial de fuselaje ancho. Para comienzos de la década de los setenta, el Boeing 747 era reconocido como el avión que había establecido el estándar que definía la madurez tecnológica en la industria moderna del transporte comercial aéreo.

## Energía nuclear

El desarrollo inicial de la energía eléctrica tuvo lugar enteramente dentro del sector privado. Un interés primordial del equipo de investigación establecido por Thomas Edison en Menlo Park en 1876 era el desarrollo de un sistema para la generación y distribución de la energía eléctrica. A lo largo del medio siglo siguiente, la industria de la energía eléctrica se convirtió en la fuente primordial del crecimiento de la economía de Estados Unidos. Esta industria hizo posible la construcción de sistemas eléctricos para hogares, fábricas y granjas.

### Átomos para la guerra

La demostración de la factibilidad de la fisión nuclear controlada, llevada a cabo por un equipo dirigido por el joven físico italiano, Enrico Fermi, en los laboratorios del University of Chicago Stagg Field en octubre de 1942, preparó el terreno para que las instituciones relacionadas con las fuerzas armadas y la defensa de Estados Unidos desempeñaran un papel activo en el desarrollo de tecnologías para la industria energética. Desde sus comienzos, resulta imposible pensar el desarrollo de la industria energética nuclear, si se la desvincula de la aplicación militar de la energía nuclear.

La demostración de Fermi de la posibilidad de la fisión nuclear controlada tuvo un antecedente crucial en 1938, cuando dos químicos alemanes, Otto Hahn y Fritz Strassmann, del Kaiser Wilhelm Institut de Berlin, descubrieron que podían dividir átomos mediante el bombardeo de sus núcleos con neutrones. De inmediato, se reconoció en la comunidad de la física, tanto en Europa como en Estados Unidos, que, si se podía controlar y dirigir la energía liberada al dividir un átomo de uranio, podría ser posible construir un arma nuclear que fuera más poderosa que cualquier otra disponible al momento.

Las implicancias del descubrimiento de Hahn y Strassmann fueron puestas a disposición del presidente Roosevelt. Después de una demora considerable, la responsabilidad por la producción de una bomba atómica fue asignada al Ejército, el cual a su vez la reasignó al Cuerpo de Ingenieros. En junio de 1942, el Cuerpo formó el Manhattan District, bajo la dirección del coronel Leslie Groves, para supervisar y construir una bomba atómica. El diseño y la producción de la bomba implicaron el establecimiento de un sistema de laboratorios y la construcción de tres ciudades completamente nuevas en Oak Ridge, Tennessee, Hanford, Washington, y Los Alamos, New Mexico.

### Átomos para la paz

En 1946, la dirección encargada del desarrollo, la promoción y la regulación de la tecnología nuclear, tanto con fines militares como civiles, fue transferida a una Comisión de Energía Atómica recientemente creada. El discurso del presidente Eisenhower frente a las Naciones Unidas en diciembre de 1953, "Átomos para la paz", comprometió a Estados Unidos a jugar un papel mucho más activo en el desarrollo de la energía nuclear comercial.

En diciembre de 1954, la Comisión de Energía Atómica, bajo considerable presión por parte del Congreso y la industria energética, anunció un Programa para la creación de un reactor de energía nuclear. Al tiempo que se anunciaba ese proyecto, la Comisión de Energía Atómica ya había tomado la decisión de cooperar con Duquesne Power and Light, para construir un reactor de agua presurizada en Shippingport, Pennsylvania. Esa decisión fue consecuencia directa de la tomada por la Marina en 1950 de desarrollar un reactor nuclear de agua ligera para impulsar su primer submarino nuclear.

En 1962, operaban siete plantas prototipo de energía nuclear comercial, las cuales utilizaban diferentes tecnologías para el enfriamiento y para sus moderadores. Para mediados de la década de los sesenta, sin embargo, la experimentación sobre reactores de energía nuclear había terminado. El reactor de agua presurizada de Westinghouse y el reactor de agua hirviendo de la General Electric se convirtieron

en los estándares de la industria. No había en ninguna parte empresas de servicios eléctricos profundamente involucradas en la investigación nuclear. ¡Daban por hecho que un reactor nuclear era solo otra forma de hervir agua!

Para mediados de la década de los setenta, la industria energética United Nuclear parecía destinada a una rápida expansión. Se esperaba que la crisis en el suministro de petróleo, que había comenzado a principios de la década, incrementaría la demanda de energía nuclear. Que, hacia fines de la década, una combinación de preocupaciones por la seguridad, la salud y el medio ambiente detuviera la expansión de la capacidad de la energía nuclear resultó un hecho completamente inesperado. Los reactores de agua ligera de la década de los sesenta ya no eran comercialmente viables en Estados Unidos, debido en gran parte a consideraciones de ingeniería y costos.

## La industria de la computación

La primera computadora electrónica digital multipropósito fue construida por John W. Machly y J. Prosper Eckert en la University of Pennsylvania's Moore School of Electrical Engineering en 1946. El desarrollo de la máquina, la Electric Numerical Integrator and Calculator (ENIAC) fue financiado por el Army's Aberdeen Ballistics Missile Laboratory. El primer programa que se ejecutó en la ENIAC fue una simulación del encendido de la bomba de hidrógeno. Una segunda computadora desarrollada por el grupo de la Moore School, la Electronic Discreet Variable Computer (EDVAC), incorporó un programa almacenado y procesamiento secuencial. En lo que se conocería como la arquitectura de von Neumann, la unidad de procesamiento de la computadora recoge instrucciones de una memoria central, que almacena tanto datos como programas, opera sobre los datos y devuelve los resultados a la memoria central.

En junio de 1946, Eckert y Mauchly formaron la Electronic Control Company. Una segunda compañía pionera, Engineering Research Associates (ERA), también fue fundada en 1946 por miembros del personal de la Naval Communications Supplemental Activity, situada en St. Paul, los cuales habían estado involucrados en el desarrollo de computadoras en apoyo de las tareas de criptografía de la Marina. Ambas firmas fueron absorbidas por Remington Rand. Ambas se vieron decepcionadas por la falta de entusiasmo de Remington por el desarrollo de la computación a nivel comercial.

La guerra de Corea llevó a IBM a tomar la decisión de entrar en el mercado de las computadoras comerciales. La IBM Defense Calculator, rebautizada como la 701, fue oficialmente presentada en abril de 1953. La intensificación de la Guerra Fría a comienzos de la década de los cincuenta jugó un papel crucial en la decisión de IBM de manufacturar una computadora comercial completamente transistorizada. El ímpetu provino de una decisión de IBM de cooperar con el MIT Lincoln Laboratory en el desarrollo del Semi-Automatic Ground Environment (SAGE), financiado por la Fuerza Aérea de Estados Unidos. El objetivo del proyecto SAGE era detectar aviones extranjeros, seleccionar el avión interceptor apropiado y determinar trayectorias de defensa antiaérea.

Mientras se completaba el proyecto SAGE, IBM estaba produciendo seis líneas diferentes de computadoras, las cuales tenían sistemas operativos incompatibles.

En 1965, IBM presentó la primera de las computadoras de la familia del 360, diseñada para aplicación tanto militar como comercial. Las computadoras de la familia del 360 usaban circuitos integrados en lugar de transistores. Sin importar el tamaño, todas contenían los mismos circuitos de estado sólido y respondían a las mismas instrucciones. La plataforma 360 pasó a ser el estándar de la industria por el resto de las décadas de los sesenta y los setenta.

La alternativa al camino seguido por IBM era diseñar computadoras específicamente para aplicaciones relacionadas con la defensa, que serían más rápidas que cualquier computadora de IBM en aritmética en coma flotante. La Control Data 6000 de 1964, diseñada por Seymore Cray, fue la primera máquina que correctamente podría llamarse una supercomputadora. En 1972, Cray y otros colegas dejaron Control Data para formar una nueva compañía, Cray Research, que producía las computadoras más rápidas del mundo. Las computadoras diseñadas por Cray dominaron el mercado de la computación de alta gama utilizada por las agencias e industrias relacionadas con el ámbito militar y de la defensa, hasta después del fin de la Guerra Fría, cuando Cray no pudo encontrar un mercado para su computadora más nueva.

#### La industria de los semiconductores

La invención del transistor y del microprocesador fueron los dos principales inventos que facilitaron el surgimiento de la computadora como una tecnología de utilidad general. Ya en la década de los cuarenta se comprendió que la velocidad, la confiabilidad, el tamaño físico y las propiedades de generación de calor de los tubos de vacío utilizados en dispositivos de conmutación telefónica, impondrían una importante restricción técnica sobre la conmutación eléctrica. Estas mismas limitaciones fueron también reconocidas como grandes restricciones en el desarrollo de computadoras más rápidas y más pequeñas.

Después de la Segunda Guerra Mundial, los Bell Laboratories crearon un programa de investigación sobre el estado sólido, dirigido por William Shockley, para promover conocimientos que podrían ser usados en el desarrollo de componentes y aparatos completamente nuevos y mejorados para sistemas de comunicación. El 15 de diciembre de 1947, cuando intentaban entender por qué había fallado un prototipo de amplificador de semiconductor desarrollado por Shockley, dos colegas, John Bardeen y Walter Brattain, produjeron el primer transistor en funcionamiento (el transistor de punto de contacto). Su trabajo hizo que Shockley se esforzara por desarrollar el transistor de unión bipolar. Antes de que la producción del transistor de unión fuera factible, se requirió de ciertos avances en ingeniería, particularmente el desarrollo de técnicas para producir germanio y cristales de silicio.

Hasta fines de la década de los cincuenta, los transistores fueron dispositivos discretos —cada transistor debía ser conectado a mano a otro transistor en una placa de circuito. A mediados de la década de los cincuenta, Texas Instruments, por entonces líder en la producción de transistores de silicio, dio comienzo a un programa de investigación bajo la dirección de Jack Kilby, para redisponer los componentes de los semiconductores con el fin de reducir las interconexiones de los circuitos.

En 1958 estos esfuerzos dieron como resultado un circuito integrado primitivo. Sin embargo, el costo de ensamblar los componentes sueltos del dispositivo de Kilby a mano era muy alto para la explotación comercial. Aproximadamente al mismo tiempo, Robert Noyce y Gordon Moore, de Fairchild Semiconductor, inventaron independientemente el *proceso planar*, el cual implicaba incorporar transistores y capacitadores muy pequeños en una pequeña tajada de silicio, y añadir cables microscópicos para interconectar componentes contiguos.

Hubo dos tipos de circuitos integrados que fueron cruciales para hacer progresar la tecnología de la computación. Uno es un chip de memoria, que permite a la computadora recordar temporariamente programas y otra información. El otro es el microprocesador, que procesa información. El primer microprocesador fue desarrollado en Intel a fines de la década de los sesenta. El progreso técnico en la era de los circuitos integrados se ha movido en una trayectoria orientada hacia el aumento de la densidad de elementos del circuito por chip. En 1965, Gordon Moore, el cofundador de Intel, predijo que el número de transistores por circuito integrado se duplicaría cada dieciocho meses. Esto se conoce como la Ley de Moore.

Inmediatamente, se hicieron evidentes las potenciales aplicaciones militares de los transistores y los semiconductores. La transición entre el invento inicial del transistor y el desarrollo de aplicaciones militares y comerciales de semiconductores y circuitos integrados fue sustancialmente financiada por el Army Signal Corps. Para 1953, el Army Signal Corps financiaba aproximadamente el cincuenta por ciento del desarrollo del transistor en los Bell Laboratories. El propio laboratorio de ingeniería del Signal Corps desarrolló la tecnología para reemplazar la soldadura manual de los componentes. En 1953, el Signal Corps respaldó la construcción de una gran planta de transistores de Western Electric en Lauderdale, Pennsylvania. Para mediados de la década de los cincuenta, también subsidiaba la construcción de instalaciones de General Electric, Ratheon, RCA y Sylvania.

Para 1960, las adquisiciones de la defensa o relacionadas con ella daban cuenta de casi el ochenta por ciento de la venta de semiconductores. La demanda relacionada con el ámbito militar y de la defensa empujó, en el caso de la tecnología del semiconductor, rápidamente hacia abajo la curva de aprendizaje del diseño y la producción. La difusión del conocimiento y el ingreso de firmas nuevas fueron alentados no solo mediante subsidios directos sino también mediante la política de adquisición militar de "segundas fuentes de abastecimiento". La demanda de semiconductores siguió estando dominada por aplicaciones relacionadas con el ámbito militar y de la defensa, y la necesidad de computadoras cada vez más potentes continuó creciendo hasta bien entrada la década de los setenta.

#### **Internet**

El desarrollo de Internet supuso la transformación de una red de computación, establecida inicialmente a fines de la década de los sesenta, por la Advanced Research Projects Agency (ARPA) del Departamento de Defensa. Joseph Lickleider, director de la Information Processing Techniques Office (IPO) de ARPA, concibió en primer término un sistema de "tiempo compartido", en el cual un número de

usuarios accedería a una sola computadora central desde terminales individuales, las cuales estarían conectadas a la computadora central mediante líneas telefónicas de larga distancia. Los mensajes serían descompuestos en pequeños "paquetes de datos" y enviados por el sistema de un modo automático, en lugar de manual.

A comienzos de 1971, ARPA firmó un contrato con Bolt, Bernek y Newman, una pequeña empresa de alta tecnología situada en el área de Cambridge, Massachusetts, con el fin de desarrollar un procesador de mensajes de interfaz (IPM), que sería capaz de enviar paquetes por rutas alternativas. En un tiempo notablemente corto, solo nueve meses después de que se firmara el contrato, el diseño del sistema estaba listo. Con el fin de animar a los diferentes contratistas de sistemas universitarios y de defensa a cumplir con el esfuerzo suplementario de poner en línea el sistema, el director del proyecto ARPA, Lawrence Roberts, se comprometió a hacer una demostración del sistema, entonces llamado ARPANET, en el First International Conference on Computer Communication, que se llevaría a cabo en octubre de 1972, en Washington, D.C. La espectacularmente exitosa demostración convenció a los escépticos de las industrias de la computación y la telefonía de que la conmutación de paquetes podía llegar a ser una tecnología comercial viable.

A pesar de que la capacidad de ARPANET como una herramienta de comunicación era evidente, al menos para aquellos que habían participado en su desarrollo, ni los sponsors de la investigación del Departamento de Defensa ni los miembros del equipo de diseño previeron que tomaría un cuarto de siglo resolver los problemas técnicos e institucionales necesarios para liberar el potencial de ARPANET, o que su uso primordial sería el del e-mail personal y comercial, en lugar de la transmisión de datos y la colaboración en la investigación.

Una cuestión institucional importante consistía en cómo separar las aplicaciones relacionadas con la defensa de las comerciales. En 1982, se tomó la decisión de dividir ARPANET en una red orientada a la investigación, que se seguiría llamando ARPANET, y una red militar operativa, MILNET, que estaría equipada con encriptamiento. Una segunda cuestión institucional ideológicamente significativa era cómo transferir lo que sería luego INTERNET de la operación pública a la privada. El proceso de privatización estaba casi completo para mediados de la década de los noventa, abriendo así el camino para la terminación de la "red de redes" global —la World Wide Web—.

Desde que fue transferida al control civil, los usuarios generalmente han perdido de vista la contribución de la adquisición militar para el desarrollo de INTERNET. Desde la perspectiva del usuario individual o comercial, la fecha crucial que marcó la explosión de INTERNET en la escena cultural y de los negocios es 1994, el año en que fue lanzado un navegador de INTERNET de fácil uso, con transacción segura, llamado Netscape, el cual estaba basado en una investigación llevada a cabo en la University of Illinois. Retrospectivamente, sin embargo, es claro que ninguna otra organización pública o privada más que ARPA estaba dispuesta a proveer recursos científicos, técnicos y financieros para dar apoyo a lo que sería INTERNET.

## Las industrias espaciales

El lanzamiento del Sputnik, el primer satélite de observación de la Tierra, el 4 de octubre de 1957, y de un segundo satélite en mayo de 1958 por parte de la Unión Soviética, desafiaron el supuesto liderazgo científico y tecnológico de Estados Unidos. Sin embargo, el presidente Eisenhower y sus asesores militares y científicos inmediatos no parecieron alarmarse mucho por el liderazgo soviético. Estados Unidos había estado sobrevolando la Unión Soviética con aviones espías (el U-2) por más de un año y había iniciado previamente un programa para desarrollar la comunicación satelital y la capacidad de observación. Eisenhower vio en el Sputnik un precedente útil para una política de "libertad internacional del espacio".

La capacidad de Estados Unidos en ciencia y tecnología de misiles y satélites en el período que siguió al fin de la Segunda Guerra Mundial se basó casi por completo en la obtención de los recursos científicos y tecnológicos del equipo alemán aplicado bajo Hitler al desarrollo de cohetes y liderado por Werner Von Braun. El Ejército de Estados Unidos fue capaz de hacerse de la mayoría del personal y documentos técnicos alemanes importantes y casi todos los cohetes V-2 que quedaban. Luego de un breve interrogatorio en Wright Field, el equipo fue transferido a Fort Bliss (Texas) y luego, en 1940, al Redstone Arsenal en Huntsville, Alabama.

En abril de 1958, el presidente Eisenhower aprobó planes para lanzar un satélite, como parte de la contribución de Estados Unidos a las actividades científicas del Año Geofísico Internacional (AGI). El programa del satélite del AGI, Projecto Vanguard, fue asignado al Naval Research Laboratory. Bajo presiones de la Casa Blanca, se tomó la decisión de asignar al cohete nuevo y sin probar del Proyecto Vanguard (Test Vehicle 3) poner en órbita un satélite, en Cabo Cañaveral, a principios de diciembre. "Finalmente", escribe Paul Dickson, exactamente a las 11:14:55 del viernes 6 de diciembre de 1957, bajo la mirada de todo el mundo, el delgado vehículo se elevó unos pies de la plataforma de lanzamiento, se sacudió un poco, cedió a su propio peso, estalló en llamas y colapsó. Su diminuta carga de 3.2 libras, expulsada a salvo del fuego, rodó entre los arbustos y comenzó a pitar." Después del fracaso del Vanguard, se permitió a la Ballistics Missile Agency del Ejército emplear su Jupiter 3 ICBM para lanzar el Explorer 1, el primer satélite exitoso de Estados Unidos, el 31 de enero de 1958. Luego de una serie de fracasos, el satélite Vanguard I fue lanzado exitosamente el 17 de febrero de 1959.

Para la época de la crisis del Sputnik, la Agencia de Inteligencia General, la Fuerza Aérea y diversos contratistas de la defensa, ya estaban trabajando en un programa satelital de vigilancia llamado Corona. Corona era tan secreto que, por varios meses desde su comienzo, el jefe de la CIA, Allen Dulles, ordenó que todos los detalles debían ser transmitidos verbalmente. El primer satélite completamente exitoso de CORONA, lanzado el 18 de agosto de 1960, produjo la cobertura fotográfica de un área mayor que el total producido por todas las misiones de los U-2 en la Unión Soviética. Hacia 1999, Cloud y Clarke sostuvieron que el impacto del programa CORONA era tan duradero que resultaba difícil identificar cualquier tecnología, aplicación o conjunto de datos de sistemas de información geográfica, que

no tuviera un origen primario o secundario a partir de la colaboración obtenida de los recursos secretos de las instituciones militares y de inteligencia.

Para comienzos de la década de los sesenta, las potenciales contribuciones estratégicas y económicas de los distintos programas espaciales comenzaban a ser evidentes. El programa de la Army Ballistic Missile Agency, motivado por el enérgico espíritu empresarial burocrático de Von Braun, había puesto en movimiento la tecnología que llevó al programa de vuelos espaciales tripulados de la NASA. El Proyecto Vanguard había sentado las bases para las iniciativas de la NASA en tecnología de ciencia espacial y de comunicación espacial. Los proyectos de vigilancia de la Fuerza Aérea habían conducido a avances en los sistemas de pronóstico del tiempo y observación de la Tierra. Trato con mayor detalle la historia de estos desarrollos, incluyendo el papel de las instituciones relacionadas con las fuerzas armadas y la defensa, y la dificultosa historia de los esfuerzos de privatización, en *Is War Necessary for Economic Growth?* 

### Madurez tecnológica

Después de experimentar un desarrollo rápido, o incluso explosivo, las tecnologías de utilidad general a menudo tienen un período de madurez o estancamiento. Un indicador de la madurez tecnológica es el incremento en el esfuerzo científico y tecnológico requerido para lograr mayores avances en un indicador de desempeño. En algunos casos, el desarrollo renovado ocurre por la adopción de una nueva trayectoria tecnológica.

El impacto apreciable que una nueva tecnología de utilidad general tiene sobre la productividad industrial o sectorial a menudo no se produce hasta que una tecnología ya establecida se acerca a la madurez. Hace apenas una década, Robert Solow hizo el célebre comentario de que veía computadoras por todas partes excepto en las estadísticas de productividad.

La industria de la electricidad representa un ejemplo clásico. A pesar de que el primer sistema comercialmente exitoso para la generación y distribución de electricidad fue presentado por Thomas A. Edison en 1878, no fue sino hasta bien entrado el siglo XX que la electrificación de la fuerza motriz de las fábricas comenzó a tener un impacto apreciable en el crecimiento de la productividad. Entre los inicios de la década de los veinte y fines de la de los cincuenta, la industria de las empresas eléctricas fue la fuente de casi la mitad del crecimiento de la productividad de Estados Unidos.

La generación de energía eléctrica a partir de plantas de carbón alcanzó la madurez tecnológica entre fines de la década de los cincuenta y comienzos de la siguiente, con unidades de turbina de vapor en el rango de los mil megavatios. La frontera del diseño técnico estaba delimitada por la capacidad de las calderas de soportar temperaturas y presión altas. Es posible que la explotación de recursos energéticos renovables o el desarrollo de otras tecnologías energéticas alternativas (posiblemente, el hidrógeno) podrían, en las décadas futuras, emerger como una nueva tecnología de utilidad general posible. Sin embargo, ninguna de las tecnologías alternativas, incluyendo la energía nuclear, parece hasta el momento

prometer suficiente reducción de costo como para permitir que la industria de la energía eléctrica se convierta nuevamente, en la economía de Estados Unidos, en una fuente líder de crecimiento económico, en lugar de una fuente de sustento del mismo.

La industria de la aviación es un ejemplo de una industria en la cual a una trayectoria tecnológica madura siguió rápidamente una transición hacia una nueva trayectoria tecnológica. La propulsión de aviones mediante hélice (el motor de pistón) alcanzó la madurez tecnológica a fines de la década de 1930. Las bases científicas y técnicas para una transición hacia una trayectoria de propulsión a chorro (el motor de reacción) ya estaban bien encaminadas hacia fines de la década de los treinta. De no haber existido el apoyo militar para la investigación y el desarrollo durante la Segunda Guerra Mundial y la adquisición militar durante la guerra de Corea, la transición a los aviones jet comerciales hubiera sido mucho más lenta. El Boeing 747, presentado en 1969, fue el epítome del avión a chorro para transporte comercial maduro.

Para fines de la década de los sesenta hubo indicios de que el desarrollo de la computadora central se estaba aproximando a la madurez tecnológica. Sin embargo, se abrieron nuevas trayectorias mediante el desarrollo del microprocesador. La minicomputadora reemplazó al ordenador central como el segmento de crecimiento más ligero de la industria de la computación, y como una fuente importante de crecimiento del rendimiento y la productividad de la economía de Estados Unidos. El apoyo de agencias de defensa y espaciales contribuyó al progreso en la velocidad y el poder de la supercomputadora a comienzos de la década de los noventa. Para fines de esa década, se manifestaba una preocupación sustancial acerca de las fuentes de futuros avances en el rendimiento de las computadoras.

Una preocupación constante en el ámbito de la computación, y en general de la tecnología de la información, es cuánto durará la ley de Moore, la cual se ha interpretado como una ley que predice como esperable que el número de componentes por cada chip de silicio en un microprocesador se duplique cada dieciocho meses. Puede ser prematuro hacer una caracterización de las industrias de la computación y la tecnología de la información según la cual estas están aproximándose a la madurez. Pero el colapso de la burbuja de la industria de la comunicación que comenzó a fines de la década de los noventa y la continua consolidación de la industria sugieren cierta prudencia sobre las expectativas más extravagantes de crecimiento logístico.

Para finalizar esta sección, permítaseme decir nuevamente por qué he prestado tanta atención a la cuestión de la madurez tecnológica. Históricamente, las nuevas tecnologías de utilidad general han sido los impulsores del crecimiento de la productividad en amplios sectores de la economía de Estados Unidos. No se puede enfatizar demasiado que si requisitos científicos y técnicos, o requisitos culturales e institucionales, demoraran el surgimiento de nuevas tecnologías de utilidad general en las próximas décadas, esto generaría un freno en el ritmo de crecimiento de la productividad en la economía de Estados Unidos. ¡Las novedades continuas en la elaboración técnica de tecnologías de utilidad general ya existentes difícilmente puedan ser suficiente para sostener un alto índice de crecimiento económico! En el

caso de las tecnologías de utilidad general que surgieron como fuentes importantes de crecimiento en Estados Unidos durante la segunda mitad del siglo XX, fue ante todo la demanda de las fuerzas armadas y la defensa lo que en primer término condujo, en el caso de estas tecnologías emergentes, velozmente hacia abajo sus curvas de aprendizaje.

## ¿Es necesaria la guerra?

Puesto que las tecnologías de utilidad general que fueron inducidas por la investigación, el desarrollo y la adquisición en el ámbito militar y de la defensa a lo largo del último medio siglo han madurado, es necesario preguntar si la investigación, el desarrollo y la adquisición en el ámbito militar y de la defensa seguirán siendo una fuente importante para el desarrollo de la tecnología comercial.

#### Cambios en la doctrina militar

Durante las dos primeras décadas que siguieron a la Segunda Guerra Mundial, se consideraba en general evidente por sí mismo que podía esperarse un producto derivado sustancial de tecnología comercial a partir de la adquisición de las fuerzas armadas y de la investigación y el desarrollo relacionado con la defensa. El paradigma del producto derivado había surgido en una era en la que Estados Unidos dominaba la tecnología mundial y la defensa nacional dominaba el desarrollo de la tecnología en Estados Unidos. La caída del crecimiento en la economía de Estados Unidos que comenzó a principios de la década de los setenta llevó a un cuestionamiento de la continuidad de la relevancia del paradigma del producto derivado.

Desde mediados de la década de los ochenta y hasta mediados de la década de los noventa, la tecnología "de uso doble" militar-comercial, se convirtió en la sabiduría convencional sobre cómo resolver el problema del aumento de costos y la baja de calidad en la adquisición militar post Guerra Fría. El gobierno de Clinton adoptó inicialmente, al menos a nivel retórico, el concepto de uso-doble.

En retrospectiva, parece claro que el uso doble y otros esfuerzos relacionados no tenían respaldo suficiente. Encontraron considerable resistencia por parte tanto del Departamento de Defensa como de los grandes contratistas de la defensa. El Congreso Republicano de 1994, como parte de un ataque general a los programas federales de desarrollo de la tecnología, redujo severamente el presupuesto del National Bureau of Standards and Technology's Advanced Technology Program y eliminó el presupuesto del Technology Reinvestment Program.

El cese del uso doble como una iniciativa principal del Departamento de Defensa fue confirmado en 1993, cuando el subsecretario de Defensa anunció el fin de medio siglo de esfuerzos por parte del Departamento de Defensa por mantener la rivalidad entre contratistas de la defensa que producían productos comparables (tanques, aviones, submarinos y otros). El cambio de política del Pentágono disparó un frenesí de fusiones y adquisiciones que redujeron las filas de los contratistas más importantes, aquellos con ventas de más de mil millones de dólares, de quince en 1993 a cuatro en 1996 (Figura 1).

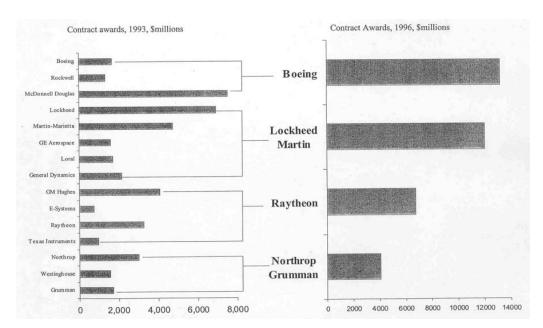


Figura 1. Fusiones en la Defensa de Estados Unidos en la década de los noventa (FIGURA)

Fuente: Ann Markuson, 1998, "The Post-Cold War Persistance of Defense Spending," en *The Defense Industry in the Post-Cold War Era: Corporate Strategies and Public Policy Perspectives*, ed G. I. Susman and S. O'Keefe (Amsterdam). Reimpreso con autorización de Elsevier.

Para comienzos de la década de los noventa se hacía claro que los cambios en la estructura de la economía de Estados Unidos, de las industrias de la defensa y de la base industrial de la defensa habían generado un escepticismo importante sobre la capacidad de la investigación, el desarrollo y la adquisición en el ámbito militar y de la defensa para seguir jugando un papel importante en la generación de nuevas tecnologías comerciales de utilidad general. Para el cambio de siglo, la parte de producción de la economía de Estados Unidos que resultaba del sector industrial había caído por debajo del quince por ciento. Las adquisiciones relacionadas con las fuerzas armadas y la defensa pasaron a ser una parte pequeña de un sector económico que a su vez representaba una parte pequeña de la actividad económica nacional. El tamaño total de la adquisición del ámbito de la defensa había caído a menos de la mitad del pico producido en 1985 durante la Guerra Fría.

Desde el fin de la Guerra Fría, los objetivos de las agencias de defensa viraron a aumentar su capacidad de responder a misiones tácticas de plazo más corto. Esta tendencia se reforzó por el consenso emergente de que la amenaza de una guerra a nivel de sistemas había terminado con la Guerra Fría. Muchos intelectuales de la defensa llegaron a creer que las grandes guerras interestatales entre las grandes potencias virtualmente habían desaparecido. El efecto ha sido la reducción de incentivos para realizar inversiones a largo plazo en defensa y en la "gran ciencia" y la "gran tecnología" relacionadas con la defensa.

¿Se requiere de una gran guerra, o de la amenaza de guerra, para inducir al gobierno de Estados Unidos a movilizar los recursos científicos, técnicos y financieros necesarios para desarrollar nuevas tecnologías de utilidad general? Si Estados

Unidos intentara movilizar los recursos necesarios, ¿serían las industrias de la defensa, y la base industrial más amplia de la defensa capaces de responder? El acceso a recursos amplios y flexibles fue lo que permitió a empresarios burocráticos poderosos, como Leslie Groves, Hyman Rickover, Joseph Lickleider y Del Webb, movilizar los recursos científicos y técnicos necesarios para llevar nuevas tecnologías de utilidad general de la innovación inicial a la viabilidad militar y comercial. Estas prosperaron en un ambiente político y administrativo más abierto, el cual ya no existe para las agencias y firmas relacionadas con las fuerzas armadas y la defensa.

## Emprendimientos del sector privado

¿Se puede confiar en los emprendimientos del sector privado como una fuente de nuevas grandes tecnologías de utilidad general? ¡La respuesta inmediata es que no! Cuando las tecnologías nuevas son radicalmente diferentes de las ya existentes y los beneficios a partir de los avances en la tecnología son tan difusos que es difícil para la firma que lleva a cabo la investigación plasmarlos, las firmas privadas del desarrollo de tecnología en etapa temprana solo tienen incentivos débiles para invertir en investigación científica o desarrollo tecnológico. La mayoría de las grandes tecnologías de utilidad general han necesitado apoyo público o privado por varias décadas para poder alcanzar el límite de la viabilidad comercial.

Los que toman decisiones en el sector privado raramente tienen acceso al capital paciente que implica un horizonte de tiempo de veinte años o incluso de diez. Lewis Branscomb y sus colegas de la John F. Kennedy School of Public Affairs de Harvard han notado que muchas de las firmas más antiguas de investigación intensiva se han casi retirado de la conducción de investigación básica y solo están haciendo inversiones limitadas en el desarrollo de tecnología de etapa temprana (Branscomb y Auerswald, 2002).

Las firmas empresariales han sido a menudo muy innovadoras cuando han tenido la oportunidad de captar la renta económica posibilitada por la inversión pública complementaria en la investigación y el desarrollo de tecnología. Incluso las firmas más innovadoras tienen a menudo grandes dificultades para desarrollar más que una pequeña parte de las oportunidades técnicas abiertas por sus propias investigaciones. Es difícil anticipar que el sector privado, sin apoyo público sustancial para la investigación y el desarrollo, vaya a convertirse en una fuente importante de nuevas tecnologías de utilidad general en las próximas décadas.

### Desarrollo público de la tecnología comercial

Las conclusiones de las dos últimas secciones —que no se puede contar con la defensa y la investigación y el desarrollo relacionados con la defensa, ni con el emprendimiento del sector privado como fuentes importantes de nuevas tecnologías de utilidad general— nos obligan a incorporar una tercera pregunta en la agenda. ¿Podría una política más agresiva de apoyo a la investigación y el desarrollo, dirigidos al desarrollo de la tecnología comercial, llegar a ser una fuente importante de nuevas tecnologías de utilidad general?

Desde mediados de la década de los sesenta, el gobierno federal ha hecho una serie de esfuerzos para iniciar nuevos programas que apoyan el desarrollo y la difusión de la tecnología comercial. A excepción de los ámbitos de la agricultura y la salud, estos esfuerzos han tenido grandes dificultades para alcanzar la viabilidad económica y política. La financiación de los programas que fueron autorizados en 1965 por el State Technical Services Act, que daba apoyo a universidades para que brindaran asistencia técnica a pequeñas y medianas empresas, fue una baja de la Guerra de Vietnam. La muy exitosa cooperativa de carácter federal-privado Advanced Technology Program de la National Bureau of Standards and Technology a duras penas sobrevivió a los ataques del Congreso hacia los programas federales de tecnología que tuvieron lugar luego de las elecciones de 1994. La sociedad de investigación y desarrollo de semiconductores SEMATECH representa otro modelo de cooperación público-privada exitosa en el desarrollo de tecnología. Pero ese modelo no se repitió en otras industrias. Estados Unidos aún no ha diseñado un conjunto coherente de ordenamientos institucionales para dar apoyo público al desarrollo de la tecnología comercial. Es más, incluso los programas exitosos a los que hemos hecho alusión han sido diseñados para alcanzar ganancias incrementales a corto plazo, antes que para el desarrollo de nuevas tecnologías de utilidad general.

La investigación y el desarrollo en genética molecular y biotecnología representan una excepción mayor. En *Technology, Growth and Development*, sostuve que la bilogía molecular y la biotecnología representarán la fuente de las nuevas tecnologías de utilidad general más importantes de las primeras décadas del siglo XXI. Por más de tres décadas, comenzando a fines de la década de 1930, la investigación en genética molecular y biotecnología, que llevó al desarrollo de productos comerciales de la biotecnología en las industrias farmacéutica y agrícola, fue financiada casi completamente por fundaciones privadas, la National Science Foundation, los National Institutes for Health y los National Energy Laboratories. Esta investigación fue en gran medida llevada a cabo en laboratorios del gobierno y de universidades.

Cuando las firmas de las industrias farmacéuticas y agrícolas decidieron ingresar al ruedo en la década de los setenta, encontraron que debían acordar subvenciones y contratos muy sustanciales con los laboratorios universitarios para obtener un acceso a los avances en las ciencias biológicas y las técnicas de la biotecnología que ya estaban en marcha en los laboratorios universitarios. Cuando las agencias de defensa de Estados Unidos y la Unión Soviética comenzaron a explorar el desarrollo de las armas biológicas y sus antídotos, también vieron que era necesario acceder a las competencias de la biología molecular que estaban disponibles solo en laboratorios de universidades y de agencias de salud.

### Anticipando futuros tecnológicos

Un problema principal a la hora de evaluar futuros tecnológicos es ser capaz de conocer y anticipar las consecuencias de lo que está ocurriendo ahora. Parece bastante evidente, por ejemplo, que si hubiera estado escribiendo este artículo (o mi libro reciente) a mediados de la década de los setenta, no habría notado o le habría

dado poca importancia al potencial comercial de la investigación sobre inteligencia artificial que había sido apoyada por la DARPA Information Processing Office desde comienzos de la década de los sesenta. Seguramente no habría anticipado el desarrollo o el surgimiento de Internet y sus profundos impactos comerciales y culturales. Hoy, encuentro igualmente difícil separar una evaluación científica y técnica sólida, de la euforia creada en torno a la promesa de las nanotecnologías.

Es posible, sin embargo, identificar dos desafíos científicos y técnicos de los que puede esperarse que induzcan exigencias muy sustanciales, de modo que la inversión de sectores públicos y privados haga avanzar el conocimiento científico y el desarrollo de la tecnología en el próximo medio siglo.

### Pestes, agentes patógenos y enfermedades

Uno de esos desafíos es la necesidad de desarrollar el conocimiento y la tecnología para enfrentar la co-evolución de pestes, agentes patógenos y enfermedades con agentes de control. Cada vez estamos más sensibilizados por los efectos de esta co-evolución debido al resurgimiento de la tuberculosis y la malaria, el surgimiento de nuevas enfermedades, como el Ébola y el sida, y la amenaza de una nueva epidemia global de influenza. La co-evolución de pestes, agentes patógenos y enfermedades de humanos, animales no humanos y plantas de cultivo con las tecnologías de control, significa que las tecnologías de control químico y biológico a menudo se vuelven ineficaces pasados unos años o décadas. Esto significa, a su vez, que la investigación de mantenimiento —la investigación necesaria para mantener los niveles actuales de salud o protección— debe crecer continuamente como una parte de un presupuesto de investigación constante.

En el presente, la investigación y el desarrollo en el ámbito de la salud tienden a ser altamente específicos sobre pestes y agentes patógenos. No es claro que en este momento se estén llevando a cabo investigaciones que vayan a generar tecnologías amplias, radicales, de utilidad general, relacionadas con el ámbito médico y de la salud, capaz de hacerse cargo de la demanda de una protección sostenible a largo plazo contra la co-evolución de pestes, patógeno y enfermedades con tecnologías de control.

### Cambio climático

Mediciones tomadas a fines de la década de los cincuenta indicaron que el dióxido de carbono (CO2) estaba aumentando en la atmósfera. Desde fines de la década de los sesenta, modelos de simulaciones por computadora indicaron posibles cambios en la temperatura y las precipitaciones que podrían tener lugar a causa de emisiones en la atmósfera de CO2, óxidos nitrosos (N2O) y otros gases de efecto invernadero provocadas por los humanos.

Para comienzos de la década de los ochenta, había surgido un acuerdo bastante amplio en la comunidad que investigaba el cambio climático acerca de que las emisiones de gas de efecto invernadero podrían, para el 2050, tener como resultado un elevamiento de la temperatura promedio global de 1,5 a 4,5 grados centígrados, y

un patrón complejo de cambios climáticos a escala mundial. Para comienzos de la década del 2000 era claro, gracias a pruebas de modelos climáticos cada vez más sofisticados, y al monitoreo científico minucioso de cambios en las superficies de la Tierra, tales como el derretimiento en verano de la capa de hielo del Polo Norte, que lo que Roger Ravelle había caracterizado como un "vasto experimento global" ya estaba sin duda en camino. También era evidente que había que encontrar una alternativa a los combustibles fósiles a base de carbón.

Desde mediados de la década de los setenta, se han hecho esfuerzos modestos por explorar tecnologías de energías renovables. Ha habido un progreso considerable que impulsa hacia abajo las curvas de aprendizaje para los sistemas fotovoltaico y de turbinas eólicas. El gobierno de Bush ha puesto gran énfasis en el potencial que tiene la tecnología del hidrógeno para ofrecer un sustituto libre de polución a los combustibles a base de carbono en la segunda mitad del siglo XXI. Las amenazas ambientales y los costos económicos de la dependencia de tecnologías de combustibles fósiles son lo suficientemente apremiantes como para justificar un apoyo público sustancialmente más amplio, en la forma tanto de incentivos a la investigación y al desarrollo del sector privado, como de un redireccionamiento del esfuerzo por parte de los laboratorios nacionales de la energía hacia el desarrollo y la difusión de tecnologías de energía alternativa.

Me gustaría volver a poner énfasis sobre dos puntos. El primero es que, aunque sea inmensamente importante, la búsqueda exitosa de tecnologías de la salud y la energía que se ha discutido aquí no resolverá el problema de lograr un crecimiento rápido en la economía de Estados Unidos. Ambas son tecnologías de mantenimiento. Son necesarias para prevenir el deterioro de la salud y el medio ambiente.

El segundo punto es que la preeminencia en la investigación científica solo está débilmente vinculada con la preeminencia en el desarrollo tecnológico. En varias industrias de alta tecnología de Estados Unidos ha sido la adquisición militar lo que ha permitido a las firmas mover rápidamente hacia abajo las curvas de aprendizaje de sus tecnologías. El desarrollo de nuevas tecnologías de utilidad general requerirá de un apoyo público mucho más decidido al desarrollo de la tecnología comercial, ya que se hace cada vez menos posible depender de las adquisiciones relacionadas con la defensa.

### **Perspectivas**

En este artículo, y en mi libro, he analizado el papel que ha jugado la investigación, el desarrollo y la adquisición militar en el desarrollo de las industrias de la aviación, la energía nuclear, la computación, los semiconductores, Internet y la comunicación espacial y la observación de la Tierra. Según demuestro en *Is War Necessary for Economic Growth?*, en cada uno de esos casos el desarrollo de la tecnología comercial se habría visto sustancialmente demorado si no hubiera estado presente la investigación, el desarrollo y la adquisición relacionados con el ámbito militar y de la defensa. He prestado particular atención a las adquisiciones, dado que son estas las que han impulsado hacia abajo rápidamente las curvas de aprendizaje de las nuevas tecnologías en las etapas tempranas de desarrollo.

No he sostenido que estas tecnologías relacionadas con la defensa puedan ser evaluadas de modo correcto principalmente en términos de su impacto sobre el desarrollo de la tecnología comercial. Deben ser evaluadas principalmente en términos de su relación costo-rendimiento en la consecución de los objetivos de misiones militares. Han sido desmesuradamente costosas. Y en la mayoría de los casos no se han hecho los cálculos de costo-rendimiento. Insisto, sin embargo, en que el panorama tecnológico de Estados Unidos, así como el global, serían muy diferentes sin la presencia de las contribuciones militares y de la defensa al desarrollo de la tecnología comercial.

Una respuesta a la pregunta planteada en el título de este artículo requiere una respuesta a dos preguntas adicionales. Una es si la investigación, el desarrollo y la adquisición relacionados con el ámbito militar y de la defensa seguirá siendo una fuente importante de desarrollo de la tecnología comercial. Durante las dos primeras décadas de posguerra, generalmente se consideraba evidente por sí mismo que podían esperarse efectos derivados en el desarrollo de la tecnología comercial a partir de la investigación y el desarrollo relacionados con el ámbito militar y de la defensa. La desaceleración del crecimiento de la producción en Estados Unidos que comenzó a principios de la década de los setenta generó interrogaciones sustanciales acerca de esta suposición.

En 1993, el subsecretario de Defensa anunció el fin de la política de doble fuente que había ayudado a mantener la apariencia de una estructura de complementariedad en las industrias de la defensa. Para fines de la década de los noventa, se hacía claro que los cambios en la estructura de la economía de Estados Unidos y de la base industrial de la defensa, especialmente la consolidación en las industrias de la defensa, habían generado un escepticismo importante sobre la capacidad de la investigación, el desarrollo y la adquisición relacionados con el ámbito militar y de la defensa de seguir jugando un papel importante en la generación de nuevas tecnologías de utilidad general. He sostenido que es poco probable que la investigación, el desarrollo y la adquisición relacionados con el ámbito militar y de la defensa representen una fuente importante de nuevas tecnologías de utilidad general en las próximas décadas.

Una segunda pregunta es si se puede confiar en el sector privado como fuente de grandes desarrollos de nuevas tecnologías de utilidad general. ¡La respuesta inmediata es que no se puede! Cada una de las tecnologías de utilidad general que he analizado ha necesitado al menos varias décadas de apoyo público para alcanzar la meta de la viabilidad militar y comercial. Aquellos que toman decisiones en el sector privado rara vez tienen acceso al capital paciente que implica un horizonte de tiempo medido en décadas antes que en años. Muchas de las firmas privadas de investigación intensiva más antiguas, tales como Bell Telephone Laboratories y RCA, se han casi retirado por completo de la conducción de investigaciones básicas e incluso del desarrollo de tecnologías en sus etapas tempranas.

A medida que cada tecnología de utilidad general alcanza la madurez, el crecimiento económico productivo dependerá del surgimiento de nuevas tecnologías de utilidad general, capaces de generar dividendos por crecimiento en la forma de crecimiento de productividad. Estudios llevados a cabo por Robert Gordon y otros

han demostrado que, en el medio siglo entre 1910 y 1960, el crecimiento de productividad generado por la luz eléctrica y las industrias energéticas ha sido responsable de aproximadamente la mitad del crecimiento productivo de Estados Unidos. Estudios llevados a cabo por Dale Jorgenson y sus colegas indican que las computadoras, los semiconductores y la tecnología de la información relacionada han representado, desde comienzos de la década de los noventa, aproximadamente la mitad del crecimiento productivo de Estados Unidos. A medida que esta tecnología madura, el crecimiento económico sostenido dependerá del surgimiento de nuevas y revolucionarias tecnologías de utilidad general que eleven el crecimiento productivo.

Cuando la historia del desarrollo tecnológico de Estados Unidos de los próximos cincuenta años haya sido finalmente escrita, tengo la impresión de que estará caracterizada por la novedad sin fin —por cambios incrementales antes que revolucionarios, tanto en la tecnología militar como comercial—. También será escrita en el contexto de un crecimiento productivo más lento que aquel que marcan los índices que prevalecieron en Estados Unidos en las primeras décadas posteriores a la Segunda Guerra Mundial, y que han prevalecido desde el comienzo de la burbuja de la tecnología de la información que empezó a principios de la década de los noventa.

### Referencias bibliográficas

Alic, John A., Lewis M. Branscomb, Harvey Brooks, A. B. Carter y G. I. Carter. 1992. *Beyond Spinoff: Military and Commercial Technologies in a Changing World.* Boston: Harvard Business School Press.

Alic, John A., David C. Mowery, y E. S. Rubin. 2003. *Technology and Innovation Policy: Lessons for Climate Change*. Arlington, VA: Pew Center for Global Climate Change.

Aserwald, P. E., Lewis M. Branscomb, N. Demos y B. K. Min. 2003. *Understanding Private Sector Decision Making for Early Stage Technology Development*. Washington, DC: National Institute of Standards and Technology, Advanced Technology Program. Mimeograph.

Flamm, Kenneth. 1988. Creating the Computer. Washington, DC: Brookings Institution Press.

Flamm, Kenneth. 2004. "Moore's Law and the Economics of Semiconductor Price Trends." En *Productivity and Cyclicality in Semiconductors: Trends, Implications and Questions*, ed. D. Jorgenson y C. W. Essner, 152-170. Washington, DC: National Academies Press.

Gordon, Robert J. 2004. *Productivity Growth, Inflation and Unemployment: The Collected Essays by Robert J. Gordon.* Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Jorgenson, Dale W. 2001. "Information Technology and the U.S. Economy." *American Economic Review* 91: 1-32.

Mokyer, Joel. 1990. *The Lever of Riches: Creativity and Economic Progress*. New York: Oxford University Press.

National Research Council. 2003. *The Future of Supercomputing: An Interim Report*. Washington, DC: National Academies Press.

Rosenberg, Nathan. 1972. *Technology and American Economic Growth.* New York: Harper and Rowe.

SABER Y TIEMPO 1(2) ISSN 2451-7658

Ruttan, Vernon W. 2001. *Technology, Growth and Development: An Induced Innovation Perspective*. New York: Oxford University Press.

Ruttan, Vernon W. 2006. *Is War Necessary For Economic Growth? Military Procurement and Technology Development*. New York: Oxford University Press.

Smith, Merrit Roe, ed. 1985. Military Enterprise and Technological Change: Perspectives on the American Experience. Cambridge, MA: MIT Press.

## ARTÍCULOS

### Las mujeres en la Historia de la Ciencia y su ingreso en el aula de Matemática

Presentación de un ejemplo con enfoque CTS

por Victoria Guerci1

Recibido: marzo de 2016. Aceptado: Marzo 2017

#### Resumen

Este artículo presenta una Secuencia Didáctica de Matemática con enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) destinada a estudiantes del último año de la Educación Secundaria. Concebida teniendo en cuenta que, para que la integración de las perspectivas CTS en las clases de matemática sea posible, es necesario elaborar materiales que se adecuen a las ideas y procedimientos básicos de la ciencia y que propongan actividades centradas en el planteamiento de problemas y en su resolución mediante procedimientos de indagación por parte de los estudiantes. Se propone utilizar la Historia de la Matemática como instrumento didáctico, de modo que esta permita comprender y enriquecer los saberes. Paralelamente, se desea mostrar cómo puede realizarse una enseñanza de la matemática más acorde con las nuevas propuestas didácticas reivindicando desde la propia Historia de la Ciencia el rol de la mujer en la Historia de la Matemática.

Palabras clave: Historia de las Ciencias, Historia de la Matemática, CTS.

### **Abstract**

This article presents a Didactic Sequence of Mathematics with approach Science, Technology and Society (STS) destined for students of last year of the Secondary Education. Bearing in mind that in order that the integration of the perspectives STS in the classes of mathematics be possible, is necessary develop the appropriate materials to the ideas and basic procedures of the science and that propose activities be centered on the exposition of problems and his resolution by means of procedures of investigation on the part of the students. It proposes to use the History of the Mathematics as didactic instrument, considering that this one allows to understand and to enrich the wisdoms. Parallel, one wants to show how there can be realized an education of the mathematics most according to the new offers.

Keywords: History of Science, History of Mathematics, STS.

<sup>1</sup> Doctoranda en Educación (UNTREF - UNSAM - UNLA). Especialista en Educación y TIC (INFD). Especialista en Enseñanza de las Ciencias Experimentales y Matemática (UNSAM). Licenciada en Enseñanza de las Ciencias con orientación en Didáctica de la Matemática (UNSAM). Profesora en Disciplinas Industriales, especialidad: Matemática y Matemática Aplicada (INSPT - UTN). Docente de nivel secundario, superior no universitario y universitario. Integrante del Centro en Didácticas Específicas Grupo Matemática (CEDE UNSAM). Profesional especialista de Matemática de la Dirección Nacional de Coordinación Pedagógica (Ministerio de Educación y Deportes de la Nación).

### Introducción

La ciencia y la tecnología atraviesan, en nuestra sociedad, todos los aspectos: desde los hábitos cotidianos de los ciudadanos, relacionados con cuestiones como la salud, las comunicaciones, la alimentación y la educación; hasta los desarrollos científicos y tecnológicos más sofisticados, relegados en manos de expertos. A partir de las primeras décadas del siglo XX la ciencia intentó desmarcarse de toda influencia subjetiva, delimitando para ello un contexto de justificación, fenómeno que se dio con mayor ahínco en las ciencias duras (Kreimer, 2009), donde la legitimación de la verdad estaba contenida en un ámbito jerarquizado y estrictamente normado, lo que se entiende por ciencia positivista/empirista. En contraposición, hacia fines de ese siglo y principios del XXI, autores como Latour (1992, 2007), Latour y Woolgar (1995), Restivo (1994) y Bloor (2003) coincidieron en afirmar que los actores que producen conocimiento, y los lugares dónde esto ocurre, forman parte de un denso entramado de relaciones sociales, tanto intra como extracientíficas, que los atraviesan. Esta sociología del conocimiento propuso repensar las ciencias llamadas "duras", corriéndolas del lugar de indiscutibles y acabadas en el que los ubicó la cultura de los últimos cuatro siglos, hacia una visión que entiende que la ciencia, y por tanto, también la Matemática, es una construcción social. Es decir que, el conocimiento matemático encuentra en su esencia factores históricos.

En la década del 70 los efectos del desarrollo científico y tecnológico de la época dieron inicio a una conciencia crítica con respecto a las interrelaciones entre la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (CTS)². En ese contexto y junto a la creciente idea de la ciencia y la tecnología como construcción social y cultural surgió, en el marco del campo académico, el movimiento CTS. Entre sus propuestas, la corriente CTS plantea una renovación educativa, que incluya una revisión de los contenidos curriculares y de las metodologías y técnicas didácticas (Solomon, 1999). Martín Gordillo (2003) resume en pocas palabras los propósitos del campo CTS en el ámbito educativo: poner de manifiesto que la ciencia y la tecnología son accesibles e importantes para todos los ciudadanos, y posibilitar la participación pública en las decisiones tecnocientíficas mediante el aprendizaje social. Por lo tanto, son necesarias la educación para la participación en ciencia y tecnología, y la alfabetización tecnocientífica.

El campo CTS, promovido por académicos estadounidenses y europeos, presenta en América Latina un desarrollo incipiente, ante esto es deseable no extrapolar propuestas *norteurocéntricas* hacia Latinoamérica, sino que a partir de las aproximaciones críticas vigentes comencemos a revisar e indagar sobre las concepciones acerca de la Ciencia, la Tecnología y su enseñanza en el contexto específico de nuestra región (Massarini y Schneck, 2015). Para ello resulta interesante comenzar a plantearnos algunos de los siguientes interrogantes.

<sup>2</sup> Problemas como el deterioro del medio ambiente, la carrera armamentística, el progreso de la energía y de las armas nucleares, la guerra de Vietnam que conllevó a la guerra química, son algunos de los hechos más sobresalientes en los que se circunscribe la corriente CTS.

### Las mujeres en la Historia de la Ciencia

En primer lugar, vale la pena establecer con claridad ¿Qué es la Ciencia? Diversos investigadores, científicos, filósofos, sociólogos, e historiadores del siglo XX y XXI han intentado dar respuesta a esta pregunta, pudiendo clasificarlas en dos grupos: una ciencia hecha por y para científicos absolutamente independiente del contexto social, que puede tomar características positivistas, empiristas y cientificistas; y en contraposición, una ciencia determinada por la sociedad en la que se practica. Es interesante destacar la idea de que lo que hoy conocemos como ciencia es el producto de la historia anterior, de la historia de la humanidad durante miles de años (Duran, 1982). Esa cosa llamada ciencia (sic, Chalmers, 2013) es una actividad específica, con particularidades y reglas propias, en el que se relacionan componentes: teorías, metodologías, creencias, instituciones y relaciones de poder. Desde el campo CTS, la ciencia y sus resultados son un producto social, por lo que resulta evidente que no es la ciencia una verdad excluyente y definitiva, no es la única posible, ni es neutral. Las teorías y modelos científicos están estrechamente vinculados a su construcción histórica, por lo que adquieren el carácter de constructos provisionales sujetos a acuerdos de consenso (Kuhn, 1992).

En este punto, y posicionados desde la enseñanza, la profesionalización de la práctica docente y la cultura tecnocientífica para todos los ciudadanos, es interesante detenernos a pensar: ¿Para qué enseñamos Ciencias? La finalidad de la enseñanza de las ciencias ha ido variando a lo largo de las últimas décadas, diversos autores (Martín Díaz, 2002; Massarini y Schneck, 2015; Sábato y Botana, 1994) señalan que, en este momento, la importancia de la formación científica de las sociedades latinoamericanas radica en conseguir una alfabetización científica y tecnológica para todos los ciudadanos.

Cabe destacar que, en los últimos 60 años, el concepto y la práctica alfabetizadora en el mundo se han ido ampliando y complejizando en consonancia con las transformaciones contemporáneas, de modo que el término *alfabetización* renueva su alcance y sentido haciendo necesario explicitar qué se entiende por él. La *alfabetización* comprendida en forma *integral* es el continuum de habilidades y herramientas que, en el contexto contemporáneo, permiten asumir la palabra, expresar y comunicar con distintos lenguajes, escribir, y desarrollar la capacidad interpretativa para leer el mundo en su complejidad, y actuar críticamente en él (Muiños de Britos, Güerci, Provenzano, 2017). De modo que, la alfabetización tiene, además de un fin formador, una misión de inclusión: a través de ella, las personas construyen con otros, espacios de participación, por lo que desarrollan pertenencia social y autoestima personal. Logrando individuos más críticos, más responsables y más comprometidos con el mundo y sus problemas, sosteniendo un accionar consciente del devenir de las generaciones presentes y futuras.

Dentro del proceso de alfabetización integral encontramos múltiples alfabetizaciones en juego: lógico matemático, informacional, artística, científica y tecnológica, etc. La *alfabetización científica y tecnológica* es además promovida y favorecida para todos los habitantes por el campo CTS (García de Ricart, 1995). Fundada en un pensamiento de base constructivista, considerado dentro del campo de la

didáctica específica, tiene como fin la democratización de la ciencia y que, para ello, se plantea:

- La preparación de los estudiantes para el empleo de la ciencia y la tecnología en el mejoramiento de su vida diaria.
- La aplicación del conocimiento científico en la vida cotidiana, y comprensión de las implicaciones socioambientales del desarrollo científico y tecnológico.
- El énfasis de la relevancia social de la investigación científica en todos los niveles de enseñanza.
- La ampliación del conjunto de habitantes que se benefician directamente con el avance de la investigación científica y tecnológica.
- El control social de la ciencia y la tecnología a partir de opciones morales y políticas colectivas.

Si deseamos desarrollar una ciencia y tecnología propias, vinculadas a los problemas productivos y sociales de la región en la construcción de sociedades más igualitarias, con autonomía de los países centrales tanto a nivel metodológico como en la definición de las temáticas de agenda (Kreimer, 2006), su inclusión en la educación obligatoria es un componente clave para la transformación de una sociedad consumidora de ciencia y tecnología a una sociedad que ejerza participación ciudadana con cultura científica (López Cerezo, 2005).

Cabe destacar que, para que esto sea posible, se requiere la voluntad social, política y cultural de las naciones latinoamericanas de mejorar su infraestructura científica y tecnológica. Estructura conformada, según Sábato y Botana (1994), por: el sistema educativo en su totalidad, los espacios en dónde se hace investigación, el sistema institucional de investigación, los mecanismos jurídicos y administrativos, y los recursos económicos y financieros.

Para analizar críticamente el sistema educativo, componente interior de la infraestructura científica y tecnológica, es preciso continuar el entramado de interrogantes planteando como cuestión si ¿es posible lograr individuos alfabetizados en forma integral cuando la Ciencia enseñada se basa en modelos de conocimiento androcéntricos donde el conocimiento llamado femenino ha sido normalmente deslegitimado, las científicas invisibilizadas y en general, la producción de las investigadoras mirada con reservas? Claramente diré: ¡No!, eso no es posible. El fracaso de la enseñanza habitual de las ciencias y la tecnología se debe a "(...) que suele presentarse de forma cerrada, desactualizada y escasamente contextualizada (...)"

<sup>3</sup> La imagen estereotipada de hombres y mujeres en la historia de la ciencia a la que se hace referencia es un hecho que puede verse, por ejemplo, en los libros de texto escolares, donde se nota: menor presencia o ausencia de mujeres en relación a los hombres; modelos pasivos y privados para los personajes femeninos y por el contrario, modelos activos y públicos en los personajes masculinos; los papeles tradicionales son atribuidos principalmente a mujeres; en relación al ejercicio profesional aparecen diferenciadas: cuando mujeres y varones realizan una misma profesión, los varones desempeñan las tareas más mecanizadas o tecnificadas y las mujeres más rudimentarias; y ausencia de actividades de relación (Rodríguez Martínez, 1998:39).

(OEI, 2001, p. 122), por lo que es imperante una mejora en las propuestas y en las prácticas de enseñanza.

Lograr una alfabetización científica requiere que tanto las mujeres como su rol en la historia de la ciencia sean pensadas socialmente. Esto implica ser pensadas en la formación obligatoria, en las escuelas, lugares que, por su tradición, no les han dado el espacio para ser conocidas y reconocidas como realidades existentes (Schiebinger, 2004). En el caso de la matemática, *todas* las personas que han transitado la escolarización han oído nombrar al Teorema de Pitágoras, la Geometría Euclidiana, el Teorema de Gauss, o el de Ruffini, aportes matemáticos atribuidos a destacados pensadores hombres, pero *pocos* han escuchado hablar en la escuela sobre los números primos de Germain y su aporte a la teoría de números, no es casual de Germain haya sido mujer.

La Historia de la Ciencia no puede quedar fuera de nuestras clases, principalmente porque para comprender la inclusión de tal o cual teoría en nuestro currículum, se hace preciso el conocimiento de las principales fases que atravesó la ciencia en su construcción. Además, conocer la historia de la ciencia tiene un potencial creador: a partir de ella se pueden generar problemas y discusiones que, en clases, resultan necesarios a la hora de abordar conceptos unificadores. En este sentido, el enfoque histórico para la incorporación de tópicos curriculares, metodologías y estrategias CTS, explica que en los procesos de enseñanza y de aprendizaje no se trata sólo de situar a los saberes espacial e históricamente, sino de facilitar la reflexión sobre el recorrido, desarrollo e interconexiones que construyen la identidad como memoria colectiva (Ziman, 1985; Santos, 2003).4 La propuesta es sumarle a este enfoque la legitimación del rol de las científicas. De este modo la memoria social recupera la historia científica de hombres y mujeres, constituyéndose en un referente fundamental para la cultura contemporánea. Le aporta a la ciencia la dimensión humana que muchas veces se mantiene oculta bajo la apariencia de un saber abstracto que se visualiza como desvinculado de la realidad social.

En relación con la Matemática, diversos autores (González Urbaneja, 1992; Fernández, 2001; Montesinos Sirera, 2000) señalan que deben desarrollarse secuencias didácticas con una metodología de la enseñanza mediante la Historia de la Matemática, esto es utilizar la historia específica de la disciplina como instrumento didáctico y no como un fin en sí misma, de modo que permita comprender y enriquecer los saberes generando nuevos materiales que ayudarán a nuestros estudiantes en la construcción de una mirada crítica de la ciencia. Poder pensar a la matemática como objeto de la cultura que fue evolucionando a lo largo de la historia permite a los estudiantes comprender en profundidad los ejes de esta disciplina y explicar, a partir de ellos, muchos de los fenómenos que ocurren a su alrededor. Problematizar la Historia de la Matemática en el aula supera su exposición teórica, exigiendo una investigación acerca de los acontecimientos que rodearon un

<sup>4</sup> En relación a las propuestas de enseñanza, el enfoque CTS propone diversos ejes de contextualización de contenidos: tecnológico, ambiental, de relevancia de contenidos, histórico, etc. En este trabajo ha prevalecido la elección del enfoque histórico dado que permite un tratamiento de la ciencia en sentido amplio, que ha sido poco desarrollado.

descubrimiento, explicitando intencionalmente a las personalidades o personajes que intervinieron en los mismos, entendiendo por "explicitar intencionalmente" no una clase magistral, sino el concebirlo de forma planificada, con contenidos que se desarrollan en secuencias de actividades variadas y con una evaluación tanto de los procesos como de los resultados obtenidos.

Finalmente, cabe interrogarnos: ¿de qué forma podemos desarrollar prácticas de enseñanza tendientes a una alfabetización integral que revalorice el rol de la mujer en la ciencia? Así como no existe un único modo de hacer ciencia, ni modelos acabados que aseguren el éxito científico y tecnológico, no hay una guía práctica de pasos didácticos para la enseñanza y el aprendizaje exitosos. Sin embargo, las orientaciones CTS brindan un marco teórico posible para el desarrollo de prácticas de enseñanza motivadoras en contextos de alfabetización integral. Este texto es una invitación a volver (o iniciar) la lectura de los lineamientos CTS para, a partir de los propios procesos de práctica docente, diferentes en cada una de las personas que ejercen la labor de enseñar, resignificarlos en pos de una mejora de la enseñanza de las ciencias. Asumir la provisionalidad de los conocimientos y retornar a observar y analizar la construcción y evolución de la enseñanza de las ciencias, puede ser el primer paso para desnaturalizar las prácticas docentes y desterrar concepciones acabadas producto de un proceso de darwinismo curricular en ciencia y tecnología. Entendiendo con esta analogía al modo en que la ciencia positivista/empirista evolucionó, prevaleciendo, hasta la actualidad, en las prácticas de enseñanza:

- 1. El transformismo de los contenidos seleccionados para formar parte de la ciencia a enseñar, que de forma gradual fueron modificando sus características, llegando a valer una visión cerrada y reducida de la ciencia con prevalencia de ciertas figuras, en su mayoría masculinas, como las propietarias de teorías y metodologías.
- 2. La *ramificación* de la ciencia en campos específicos: física, química, geología matemática, etc., aunque todas con un *antepasado* común: un único método de investigación empirista para *hacer* ciencia: "El método científico".
- 3. Una *selección natural curricular* que determinó el predominio de concepciones de una ciencia jerarquizada y estrictamente normada por sobre una ciencia determinada por el contexto histórico y cultural.

La escuela no puede naturalizar el *darwinismo curricular* esperando decir la verdad como una construcción única e inamovible, por el contrario, lo que debe ofrecer a sus estudiantes es algo parecido a lo que Virgina Woolf (1929) planteaba para su auditorio: "la oportunidad de sacar sus propias conclusiones observando las limitaciones, los prejuicios, las idiosincrasias del conferenciante". En ocasiones, los docentes que están de acuerdo con estos planteamientos no encuentran herramientas y/o textos en los cuales los contenidos se planteen abiertos o que desenmascaren postulados sacralizados en la cultura escolar. Es fundamental en esos casos dar rienda suelta a la creatividad y producir secuencias de enseñanza en las que la historia de la ciencia entre al aula, especialmente al aula de matemática que tradicionalmente ha olvidado su devenir histórico.

### Secuencias de Enseñanza: ingreso al aula de Matemática

La Ingeniería Didáctica (Artigue, 1995; Artigue, 2004) es un modelo investigativo ligado a la Teoría de Situaciones Didácticas (Brousseau, 2007; Brousseau, 1986) que invita a analizar los procesos de elaboración de conocimientos en clase en el marco de las situaciones propuestas para tratar de comprender y explicar los fenómenos que se producen en el aula. Para ello toma a la actividad matemática como base del estudio de las relaciones entre la enseñanza y el aprendizaje a la vez que introduce en la relación docente, alumno/a y saber al aula como centro de realización de la actividad de enseñar y aprender matemática. De este modo los resultados producidos son herramientas para entender y mejorar las prácticas de enseñanza.

La Ingeniería Didáctica se caracteriza por ser un esquema experimental basado en la concepción, realización, observación y análisis de secuencias de enseñanza. Para la elaboración de secuencias los docentes revisan, seleccionan, adaptan y reorganizan varios *recursos* materiales y no materiales (Lupinacci, 2017). Dentro del conjunto de los recursos docentes, comprendidos según Rabardel (1995) como artefactos producidos por la acción humana para formar parte de una actividad preestablecida, se encuentra la propia Historia de la Matemática. Se brinda a continuación un ejemplo de cómo pueden diseñarse secuencias didácticas con un enfoque CTS que manifiesten la presencia de las mujeres en la construcción del conocimiento matemático.

Desde esta metodología, para comenzar el diseño de una secuencia de enseñanza es necesario realizar un análisis a priori, que contemple las características del grupo de estudiantes al que se va a proponer el recorrido didáctico y las especificidades propias de lo matemático y de lo didáctico del contenido, lo que permitirá delinear una estrategia para la concepción de las actividades. Como resultado de los análisis presentados en el apartado anterior, y la toma en consideración de la construcción histórica del concepto, los estudios en el campo de la psicología, la visión de los didactas referentes en el eje y los lineamientos de los documentos curriculares, se diseñó la secuencia didáctica que se presenta en el siguiente apartado.

### Presentación de un ejemplo con enfoque CTS

- Título de la Secuencia Didáctica: Matemática, brujas y rayos x
- Destinatarios: estudiantes de 6° año de la Educación Secundaria de la República Argentina.

Leé con atención y luego resolvé:

De Bosses, un viajero francés, describió una reunión, que se celebró el 16 de julio de 1739 en la casa de una adinerada familia italiana, del siguiente modo:

"En la habitación había unas treinta personas de todos los países de Europa, colocados en círculo, y María Agnesi, sola, con su hermana pequeña, sentada en un sofá. Es una joven de unos veinte años, ni fea ni bonita, con maneras sencillas,

dulces y afables... El conde Belloni... hizo una hermosa arenga en latín a la dama, con la formalidad de una declamación universitaria. Ella contestó con presteza y habilidad en el mismo idioma; luego discutieron, todavía en el mismo idioma, sobre los orígenes de las fuentes y sobre las causas del flujo y reflujo que en algunas de ellas se observa, similar a las mareas del mar. Habló como un ángel sobre este tema; yo nunca lo había oído tratar de una manera que me produjera mayor satisfacción. Luego el conde Belloni quiso que yo discutiera con ella sobre cualquier otro tema elegido por mí, con tal que estuviera relacionado con la Matemática o la Filosofía Natural... y discutimos sobre la propagación de la luz y los colores del prisma. Habló sobre la filosofía de Newton y es maravilloso ver a una persona de su edad conversando sobre temas tan abstractos. Pero todavía estoy más asombrado de sus conocimientos, y quizás más sorprendido de oírla hablar en latín con tanto rigor, naturalidad y precisión. Loppin conversó luego con ella sobre los cuerpos transparentes, y sobre las curvas geométricas tema, este último, del que no entendí una palabra... Después la conversación se hizo general, hablándole cada uno en su propio idioma, y contestando ella en ese mismo idioma: pues su conocimiento de las lenguas es prodigioso. Luego me dijo que lamentaba que la conversación en esa visita hubiera adoptado la forma de la defensa de una tesis, y que a ella no le agradaba hablar en público sobre esos temas, en los que, por cada persona que se divertía, veinte se aburrían".

Investigá quienes fueron cada uno de los personajes intervinientes en el relato del viajero. Tomá nota de los aspectos que consideres más relevantes.

María Agnesi escribió diversos libros, entre los cuales se destaca *Instituzioni Analitiche*, un libro de texto publicado en 1748 en italiano luego de diez años de trabajo. Se trataba de una recopilación en dos volúmenes y un total de unas mil páginas del conocimiento contemporáneo en álgebra y geometría analítica, y en cálculo diferencial e integral. Gracias a esta obra ganó el reconocimiento de toda la comunidad matemática, incluso el papa Benedito XIV escribió a Agnesi diciéndole que él había estudiado matemáticas en su juventud por lo que podía apreciar que esta obra otorgaría crédito al país y a la Academia de Bolonia y le concedió a Agnesi una medalla de oro y una corona de piedras preciosas. Sin embargo, la reputación histórica de Agnesi fue distorsionada dado que en ese libro trabajaba con la "Curva de Agnesi". Investigá en distintas fuentes y explicá en qué consistió dicha distorsión histórica.

Agnesi describió a su curva del siguiente modo:

Para definir la curva se considera la circunferencia de centro o y radio a. Sea AB igual a un diámetro de dicha circunferencia, r la recta que contiene al diámetro AB, u la recta perpendicular a r que pasa por A, t la recta perpendicular a r que pasa por B, M un punto que recorre la circunferencia y s la recta que pasa por M y A. Sea N el punto de intersección de las rectas s y t. Entonces: la curva de Agnesi es el lugar geométrico de los puntos P que están a igual distancia de la recta u que el punto M, y a la misma distancia de la recta r que el punto N, cuando M recorre la circunferencia.

Releé la descripción realizada por Agnesi y explicá qué sucede con el rastro de P a medida que el punto M recorre la circunferencia. ¿Qué procedimientos hiciste para responder la pregunta?

Deducí la ecuación cartesiana de la curva. ¿Qué tuviste en cuenta para hacerlo? Analizá la siguiente oración e indicá si estás o no de acuerdo con ella. Justificá matemáticamente tu decisión.

La curva de Agnesi es una función impar, creciente para x>0, por lo que tiene un máximo en el punto (0, a). Su asíntota horizontal es y=0.

Investigá qué relación hay entre la curva de Agnesi y los rayos X. Explicá con tus palabras dicha relación.

Educar matemáticamente no consiste en enseñar a partir de exposiciones teóricas, para luego solicitar a los estudiantes la resolución de ejercicios y problemas en forma mecánica y repetitiva. Para que ellos tomen un rol activo es necesario generar un clima de confianza en su propia capacidad y de respeto por la producción grupal, y esta idea sobre el quehacer matemático es la que prima en la secuencia didáctica.

La secuencia didáctica presenta tres propuestas de trabajo identificadas con las letras a, b y c. Las etapas de trabajo, logradas con el desarrollo de las tres propuestas, comprenden que los estudiantes:

- 4. Analicen históricamente.
- 5. Construyan y manipulen geometría.
- 6. Observen las variaciones del punto dinámico y realicen su análisis funcional.
- Relacionen la ciencia matemática, la tecnología y la sociedad en el devenir histórico.

Es la propia Historia de la Matemática la que inspira la actividad, no sólo por propiciar el trabajo matemático a partir de las narraciones de Agnesi y De Bosses, sino porque conocer la evolución histórica del concepto de función, es lo que permite la elaboración de la secuencia.

Un recorrido por la Historia de la Matemática permite identificar dos modos de entender el concepto de función: como fenómeno estático, proveniente de la definición de correspondencia aportada por Hankel; y como fenómeno dinámico, surgida a partir de la concepción de covariación de cantidades de Euler. La prevalencia del primer modo en la educación obligatoria obstaculiza en los estudiantes percibir la idea de variación y dependencia, dado que carecen de sentido en la concepción estática (Bifano, 2017). La secuencia de actividades propuesta rompe con este esquema haciendo prevalecer una concepción dinámica, donde la función de la curva "aparece" como modelizadora de la variación del punto P cuando M recorre la circunferencia.

Las dos primeras consignas, introductorias a la curva de Agnesi, pretenden que la Historia de la Matemática además de ser el eje que acompañe el trabajo en torno a lo algebraico, haga explícito a los estudiantes la construcción de un concepto, con miras a evitar la idea de una "matemática dada". De las investigaciones a cargo de

los estudiantes se podrá desprender por qué motivo la reputación histórica de esta mujer matemática fue distorsionada,<sup>5</sup> se propone realizar en el aula una puesta en común de las investigaciones realizadas *insitu* (que pueden verse favorecidas por los medios tecnológicos presentes en las aulas), y debatir sobre el modo en que se construyen los personajes científicos y cómo eso impacta en la matemática actual.

La actividad c, subdividida en ítems, propone releer la descripción realizada por Agnesi de su curva y a partir de ello analizar, construir, justificar, validar y modelar matemáticamente el comportamiento funcional de un punto dinámico. Es importante notar que en ningún momento las consignas, tanto las puramente matemáticas como las metacognitivas, le indican al estudiante qué procedimientos debe seguir para resolver el problema, esto es así dado que, si es deseable la formación de ciudadanos críticos, las decisiones sobre los modos de resolver y las herramientas a utilizar (usar lápiz y papel o algún *software* matemático, por ejemplo) deben estar a cargo de ellos. Análogamente, las intervenciones del docente no deben ser pasos de recetas matemáticas, sino que su propuesta debe orientarse a guiar las resoluciones mediante interrogantes que lleven a validaciones matemáticas.

En relación a las herramientas mencionadas: lápiz y papel y *ambiente de álgebra por computadora* (Artigue, 2002), cabe mencionar que el disponer de recursos tecnológicos ofrece a los estudiantes un laboratorio virtual en donde pueden investigar, representar, transformar, generar, comunicar, documentar, y reflejar una información visual (Arcavi y Hadas, 2000). Así mismo, la visualización de la presente secuencia en un entorno dinámico le agrega a esas características la posibilidad de transformar en tiempo real lo que facilita las bases intuitivas para dar justificaciones formales a las conjeturas y proposiciones matemáticas planteadas. Teniendo en cuenta que el desarrollo de la matemática históricamente ha dependido del material y de las herramientas simbólicas disponibles, es recomendable que la propuesta anterior se desarrolle combinando los dos tipos de técnicas: de papel y lápiz e instrumentadas, siendo los estudiantes quienes tomen decisiones respecto de cuándo es conveniente recurrir a una u otra, donde la voz docente puede sugerir, en caso de ser necesario, el uso del entorno dinámico justificando su potencial, y no imponiéndolo desde la consigna.

Para comprender y explicar qué sucede con el rastro de P a medida que el punto M recorre la circunferencia es útil recurrir a un entorno dinámico. La construcción puede realizarse a través de la lectura del relato narrado por Agnesi, donde se pone en juego la interpretación geométrica y algebraica de los estudiantes. Si esto se realiza en GeoGebra<sup>6</sup> al activar el rastro en el punto P y desplazar M por la

<sup>5</sup> Los estudios realizados por Agnesi sobre la curva propuesta fueron traducidos al inglés por el profesor John Colson, de la Universidad de Cambridge, y dado su pobre conocimiento sobre el idioma italiano confundió *versiera* (curva en italiano) con *avversiera* (demonia en italiano), por lo que en su traducción del trabajo de Agnesi colocó el término *witch* (bruja en inglés), error que se popularizó, llegando en la actualidad a hablar de "la bruja de Agnesi" en lugar de "la curva de Agnesi".

<sup>6</sup> GeoGebra es un utilitario de matemática y ciencia para enseñar y aprender de libre copia, distribución y transmisión con fines no comerciales. Fue desarrollado con fines educativos por lo que posibilita el trabajo simultáneo de diversos registros (geométrico, algebraico, simbólico y hoja de cálculo)

circunferencia podrán observar la formación de la curva:

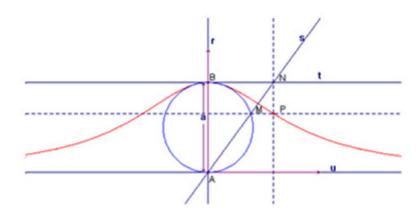


Figura 1. Curva de Agnesi en GeoGebra.

La pregunta sobre los modos en que lograron esto pretende una reconstrucción de los propios procesos de construcción matemática, en este caso el uso de las opciones de revisión de protocolos de construcción presente en los softwares permite a los estudiantes poner en evidencia las decisiones tomadas e incluso detectar errores permitiendo su corrección.

Para deducir la ecuación de la curva los estudiantes deberán tener en cuenta, tanto a partir del relato de Agnesi como de la construcción realizada en el ítem anterior, evidenciando que el punto P tiene como coordenadas (x; y) y su abscisa x coincide con la del punto N= (x; a) y su ordenada con la del punto M, mediante semejanza de triángulos y sustituciones, que pueden realizarse de manera sencilla en lápiz y papel (e invito al lector a realizarlas) llegan a que la curva de Agnesi está definida por la ecuación:  $y=8a^3 / (x^2 + 4a^2)$ , es importante recordar que "a" es el radio de la circunferencia por lo que si se sustituye por el diámetro, d, se obtiene una ecuación equivalente más sencilla:  $y=d^3/(x^2+d^2)$ .

Analizar el valor de verdad de la afirmación propuesta en el ítem III justificando matemáticamente evidencia, a los estudiantes, que no basta con recurrir a un ejemplo particular para afirmar un modelo, por lo que se debe realizar el estudio completo de la función. Lo que implica, que analicen su dominio, condiciones de simetría, asíntotas mediante el cálculo de límites, y puntos de inflexión mediante los criterios de signo de las derivadas. Cabe destacar, que es tarea del estudiante reconocer cuáles son los recursos matemáticos aprendidos que debe utilizar en su justificación, dado que estos, intencionalmente, no se encuentran explicitados en la consigna.

Finalmente, comprender a la ciencia como el producto de la historia anterior requiere de conocer qué de los conocimientos construidos impactan en la ciencia, la tecnología y la sociedad actual, y el modo en que lo hacen. En el caso propuesto, la curva de

permitiendo su interacción, lo que propicia un análisis global del concepto de función. Puede descargarse desde el sitio web: https://www.geogebra.org/?lang=es

Agnesi se aplica en la descripción física de los fenómenos de resonancia. Este tipo de propuestas con enfoque CTS visibiliza las interrelaciones entre los campos del saber.

El planteamiento de las actividades del ejemplo supone una revisión de las prácticas en la enseñanza de la matemática en pos de:

- Un aprendizaje de los contenidos matemáticos en contexto social e históri-
- La percepción de la presencia de aspectos androcéntricos en el desarrollo de la matemática, donde el conocimiento llamado femenino ha sido normalmente deslegitimado.
- La conciencia de que existe una interrelación entre los desarrollos matemáticos (en apariencia teóricos) y la evolución científica y tecnológica, impactando en la sociedad.
- El reconocimiento de la noción de función como variación de un punto dinámico.
- La incorporación de la dimensión creativa en el aprendizaje de los contenidos matemáticos.

### A modo de cierre

Pensar la enseñanza de la ciencia y la tecnología es reflexionar no sólo sobre aquellas cosas que suceden en las aulas, sino, sobre todo, plantearnos interrogantes sobre lo que no se hace y podría hacerse modificando las visiones positivistas por posturas que integren los procesos históricos y sociales que determinan los desarrollos científicos y tecnológicos. Planificar secuencias de actividades donde se promuevan la comprensión del carácter social de la ciencia y la tecnología relacionando el conocimiento científico con el medio exterior y con los problemas que el desarrollo genera o resuelve, promete atraer la atención de los estudiantes y, en consecuencia, permitirles *aprender* y *aprehender* más sobre este ámbito.

La enseñanza de la Matemática en pos de una alfabetización integral no puede ignorar que el conocimiento matemático es una elaboración histórica como cualquier otra forma de conocimiento. La historia fue y es erigida y transformada por mujeres y hombres. Es momento que desde las escuelas dejemos de ocultar a las mujeres y comencemos a transitar un camino donde propongamos a nuestros estudiantes secuencias de actividades que revisen en forma crítica la construcción histórica de los saberes en cada disciplina. En ese camino, el campo CTS es la luz que ayuda a encontrar recursos y lineamientos estratégicos para formar jóvenes que aprenden a ser intérpretes críticos de su sociedad. El paso por la educación obligatoria debe alentarlos consiente y sistemáticamente a que, cuando se enfrenten a algún conocimiento o punto de vista, planteen preguntas como: ¿quién dijo esto?, ¿por qué lo dijeron?, ¿por qué deberíamos creerlo? y ¿quién se beneficia de que lo creamos y nos guiemos por ello? (Apple y Beane, 1997).

La matemática y la historia de la matemática no pueden disociarse, dado que

sino la primera estaría vacía y la segunda ciega<sup>7</sup>. Así, en un futuro próximo, en los pasillos de las escuelas y universidades retumbarán los nombres de Hipatía junto al de Arquímedes, de María Gaetana Agnesi junto al de Leibnitz, L´Hopital y Euler, de Sophie Germain junto al de Gauss y Lagrange, de Emmy Amalie Noether junto al de Hilbert y Klein, de Julia Robinson junto al de Diofanto y Yuri Matiyasevich, entre tantas otras que existieron y vendrán.

### Referencias bilbiográficas

Apple, Michael y Beane, James (1997), Escuelas democráticas. Madrid, Morata.

Arcavi, Abraham y Hadas, Nurit (2003), El computador como medio de aprendizaje: ejemplo de un enfoque. Documento de Trabajo del Grupo EMyNT. Área de Educación Matemática, Instituto de Educación y Pedagogía. Universidad del Valle.

Bifano, Fernando Jorge. (2017). ¿Cómo evolucionan los recursos para la enseñanza? Análisis del caso de un recurso para enseñar funciones con GeoGebra, a partir de la identificación de incidentes documentales, en Fioriti, Gema (comp.): *Recursos tecnológicos en la enseñanza de la matemática*, Buenos Aires, Miño y Davila – Unsam Edita, pp. 61-68.

Bloor, David (2003), Conocimiento e imaginario social. Barcelona, Gedisa.

Brousseau, Guy (1986), Fondements et méthodes de la didactiques des mathématiques. *Recherches en Didactique de Mathématiques*, Vol. 7 N° 2, pp. 33 - 115.

Brousseau, Guy (2007). *Iniciación al estudio de la teoría de las situaciones didácticas*. Buenos Aires: Libros del Zorzal.

Chalmers, Alan. (2013), What Is This Thing Called Science? St Lucia: University of Queensland Press.

Díaz, María Jesús Martín (2002), Enseñanza de las ciencias, ¿para qué? *REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, Vol. 1, Nº 2.

Fernández, Santiago (2001), La historia de las matemáticas en el aula. *Uno: Revista de didáctica de las matematicas*,  $N^{\circ}26$ , pp. 9 - 27.

García de Ricart, Mirta (1995), La orientación CTS como posible eje organizador de contenidos del Área de Ciencias Naturales en los primeros ciclos de la escolaridad. En *Cátedra CTS+I Argentina – Uruquay*. Documento electrónico: http://www.oei.es/salactsi/garcia.htm

González Urbaneja, Pedro Miguel (1991), Historia de la Matemática: Integración cultural de las Matemáticas, génesis de los conceptos y orientación de su enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 9, Nº 3, pp. 281–289.

Kuhn, Thomas (1962), *La estructura de las revoluciones científicas*. Buenos Aires – México: Fondo de Cultura Económica.

Kreimer, Pablo (2006), ¿Dependientes o Integrados? La ciencia latinoamericana y la nueva división internacional del trabajo. *Revista Nómadas*. N° 24, pp. 199-212.

Kreimer, Pablo (2009), El científico también es un ser humano: la ciencia bajo la lupa. Buenos Aires, Siglo Veintiuno Editores.

<sup>7</sup> Nótese la analogía con Lakatos quien, inspirado en Kant, afirmó que "la filosofía de la ciencia sin la historia de la ciencia es vacía; la historia de la ciencia sin la filosofía de la ciencia es ciega" (1982, p. 11).

Latour, Bruno (1992) [1987], Ciencia en acción. Cómo seguir a los científicos e ingenieros a través de la sociedad. Barcelona, Labor.

Latour, Bruno (2007) [1991], Nunca fuimos modernos. Ensayo de antropología simétrica. Madrid, Siglo XXI.

Latour, Bruno y Woolgar Steve (1995) [1979], *La vida en el laboratorio. La construcción de los hechos científicos.* Madrid, Alianza.

López Cerezo, José Antonio (2005), Participación Ciudadana y cultura científica. *Revista Arbor, ciencia pensamiento y cultura*. Ed. 715. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, pp. 351-362.

Lupinacci, Leonardo José (2017), La función como modelizadora de la variación. Producciones de alumnos y recursos docentes, en Fioriti, Gema (comp.): *Recursos tecnológicos en la enseñanza de la matemática*. Buenos Aires, Miño y Davila – Unsam Edita, pp. 15-40.

Martín Díaz, María Jesús (2002), Enseñanza de las ciencias ¿para qué? Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias. Vol. 1. N° 2.

Martín Gordillo, Mariano (2003), Metáforas y simulaciones: alternativas para la didáctica y la enseñanza de las ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 2. N°3.

Massarini, Alicia y Adriana Schneck (coords.) (2015), *Ciencia entre todxs. Tecnociencia en contexto social. Una propuesta de enseñanza.* Ciudad autónoma de Buenos Aires: Paidós.

Montesinos Sirera, José Luis (2000), *Historia de las matemáticas en la enseñanza secundaria*. Madrid: Síntesis.

Muiños de Britos, Stella Maris; Güerci, Victoria Pamela y Provenzano, Florencia (2017). "La alfabetización informacional como puente hacia la alfabetización integral", en 6to Foro Iberoamericano de Literacidad y Aprendizaje. Madrid, Universidad Complutense de Madrid.

OEI (2001). Memoria de la programación 1999-2000. Madrid: OEI. En http://www.oei.es/ Pp. 121-134.

Rabardel, Pierre (1995), Les hommes  $\mathcal{E}[et]$  les technologies: approche cognitive des instruments contemporains. Paris, A. Colin.

Restivo, Sal (1994), The Social Life of Pure Mathematics, en Ernest, Paul (ed.): *Mathematics, Education and Philosophy: an international perspective.* London, Falmer. Pp. 209-220.

Rodríguez Martínez, Carmen (2003), *La ausencia de las mujeres en los contenidos escolares*. Madrid: Miño y Dávila.

Schiebinger, Londa (2004) ¿Tiene sexo la Mente? Madrid, Ediciones Cátedra.

Sábato, Jorge y Botana, Natalio. (1994). La ciencia y la tecnología en el desarrollo de América Latina. *Redes 2.* Universidad Nacional de Quilmes.

Santos, Soledad Esteban (2003), La ausencia de las mujeres en los contenidos escolares. REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias, Vol. 2. Nº 3, pp. 12.

Solomon, Joan. (1999). Las críticas Meta científicas, la innovación curricular y la difusión de la cultura científica. *Journal of Curriculum Studies*. Vol. 31, Pp. 1-15.

Woolf, Virginia. (1997). Una habitación propia. Barcelona: Seix Barral.

Ziman, John (1985), *Enseñanza y aprendizaje sobre la ciencia y la sociedad*. México, D.F.: Fondo de Cultura Económica.

# Orígenes de la astronomía amateur en la Argentina

Apuntes sobre los primeros aficionados a la astronomía y sus vínculos con el mundo profesional

por Santiago Paolantonio<sup>1</sup>

Recibido: Abril de 2017. Aceptado: Julio 2017

### Resumen

Los aficionados a la astronomía constituyen un numeroso grupo de entusiastas que contribuyen significativamente a la popularización, la enseñanza y el desarrollo de esta ciencia. Junto a las instituciones profesionales, fueron actores claves para el desarrollo de la astronomía argentina, aspecto poco abordado por las investigaciones históricas realizadas hasta el momento. Argentina cuenta con una larga tradición de amateurs astronómicos que se remonta a la misma fundación de la República, identificándose múltiples y notables interacciones con el mundo profesional. En este artículo se describen algunos de los trabajos de los primeros astrónomos aficionados argentinos, las asociaciones pioneras que los agruparon, así como los vínculos que se establecieron con los profesionales, en el período comprendido entre 1816 y 1940.

### **Abstrac**

Fans of astronomy are a large group of enthusiasts who contribute significantly to the popularization, teaching and development of this science. Together with professional institutions, they were key actors for the development of Argentine astronomy, an aspect little addressed by the historical investigations carried out so far. Argentina has a long tradition of amateur astronomy that goes back to the very base of the Republic, identifying multiple and notable interactions with the professional world. This article describes some of the works of the first Argentine amateur astronomers, the pioneering associations that grouped them, as well as the links that were established with the professionals, in the period between 1816 and 1940.

**Keywords:** Astronomía Argentina, Astrónomos amateurs, observatorios astronómicos, colaboración profesional.

<sup>1</sup> Museo del Observatorio Astronómico Córdoba. Área Desarrollo Curricular del Ministerio de Educación de Córdoba. Máster en Administración Educacional, Pos título en Educación y Comunicación de la Astronomía, Ingeniero Electricista. Co-editor de las Actas del Workshop de Difusión en Enseñanza de la Astronomía del cual formó parte del Comité Científico. Ha desarrollado tareas de investigación en el área Astrofísica (OAC). Participó en el campo de investigación educativa en la Universidad Católica de Córdoba. Es miembro de la Liga Iberoamericana de Astronomía y mantiene el blog de divulgación "Historia de la Astronomía". Premio Herbert C. Pollock (2005). Mail: paolantoniosantiago@gmail.com

### Introducción: Aficionados y profesionales

La Astronomía tiene un especial atractivo para el público general, y es una de las ciencias que reúne un importante número de aficionados a su estudio. <sup>2</sup> Algunos de estos amateurs ayudan al avance de la Astronomía colaborando con su divulgación, su enseñanza o realizando observaciones que contribuyen al conocimiento de diversos objetos y fenómenos celestes.

Este actuar no es siempre aislado, la interacción entre astrónomos aficionados y profesionales es frecuente y de larga data, y está plagada de resultados significativos. Esta productiva relación ha llevado incluso a la formación de asociaciones mixtas, tal los casos de la Société Astronomique de France fundada en 1887, la American Association of Variable Star Observers de 1911 y la Liga Iberoamericana de Astronomía establecida en 1958. Por otro lado, en los últimos años se vienen sucediendo encuentros entre profesionales y amateurs, destinados a incentivar los vínculos entre ambos grupos.<sup>3</sup>

En Argentina, en particular, se pueden identificar aficionados a la astronomía desde épocas muy tempranas, muchos de los cuales realizaron aportes de relevancia al desarrollo de esta ciencia. En forma individual o formando parte de sociedades, establecieron firmes lazos con astrónomos e instituciones profesionales, que a pesar que en ocasiones fueron conflictivos, han jugado un papel muy importante en el desarrollo de la astronomía nacional.

Si bien no es intención de estas líneas definir la astronomía amateur y profesional, teniendo en cuenta que se propone identificar la actividad inicial de los aficionados en Argentina, resulta preciso encontrar los parámetros que permitan hacerlo. Dado el diverso actuar de los astrónomos amateurs y sus intrincadas relaciones con el medio profesional, frecuentemente no resulta sencillo distinguir inequívocamente unos de otros.

En el Diccionario de la lengua Española se define de la siguiente manera:

- 1. Que tiene afición o gusto por alguna actividad o por un espectáculo al que asiste con frecuencia. Aficionado a la lectura, al teatro.
  - 2. Que cultiva o practica, sin ser profesional, un arte, oficio, ciencia, deporte, etc.

<sup>2</sup> La International Astronomical Union, en el Directory for World Astronomy, Amateur Astronomy Club (https://directory.iau.org/directory) tiene registradas 687 asociaciones a nivel mundial. Otra extensa lista puede consultarse en el Centre de Données astronomiques de Strasbourg, Strasbourg astronomical Data Center (http://cdsweb.u-strasbg.fr/astroWeb/astroweb/society.html), en donde se indica por ejemplo, que la Planetary Society contaba en 2010 con unos 100.000 miembros. En la página de la Liga Iberoamericana de Astronomía (https://sites.google.com/site/webliada/asociaciones-iberoamericanas-de-astronomia) incluye un listado parcial de las asociaciones de aficionados a la astronomía de Latinoamérica, contabilizando 88, de las cuales 36 son argentinas. En España, la Sociedad Española de Astronomía (https://www.sea-astronomia.es/drupal/content/listado-de-asociaciones) indica la existencia 78 sociedades.

<sup>3</sup> Estas reuniones, denominadas Pro-Am, acrónimo de profesional y amateur, tienen como antecedentes el Coloquio 98 de la Unión Astronómica Internacional realizado en 1987 (Koeckelenbergh, 1988), que trató sobre las contribuciones de los aficionados a la Astronomía.

### U. t. c. s. U. t. en sent. despect.

### Y como profesional:

- 2. Dicho de una persona: que ejerce una profesión.
- 3. Dicho de una persona: Que practica habitualmente una actividad, incluso delictiva, de la cual vive. Es un relojero profesional. Es un profesional del sablazo.
- 4. Dicho de una persona: Que ejerce su profesión con capacidad y aplicación relevantes.

El ser profesional no se vincula directamente con el poseer un título específico relacionado con la actividad que se realiza. Esto resulta especialmente relevante, dado que en el período abordado –1816-1949— a pesar que se desarrolló una muy significativa producción astronómica, en Argentina actuaron muy pocos astrónomos con título, registrándose recién a principio de la década de los cuarenta los primeros cuatro doctores recibidos en el país (Paolantonio, 2013a).<sup>5</sup>

Teniendo en cuenta que la afición o el gusto por la astronomía es compartida por amateurs y profesionales, y que el nivel de capacidad o idoneidad en la actividad en ocasiones es difícil de evaluar a partir de la documentación existente, lo que no permite distinguirlos inequívocamente, a los fines del presente texto se considerará lo siguiente:

- Astrónomo Profesional, a la persona que practica habitualmente la actividad astronómica, de la cual vive.
- Astrónomo Aficionado o Amateur, a la persona que practica por placer la actividad astronómica, y no vive de ella.

La diferencia fundamental entre ambos grupos se establece en que unos, los profesionales, obtienen un salario o ganancia de la tarea astronómica que realizan, con el que básicamente logran su sustento, mientras que en el caso de los aficionados, sus ingresos se dan a partir de labores profesionales o comerciales no vinculadas a la astronomía.

Por otro lado, se interpretará a la actividad astronómica en un sentido amplio, como todo lo relacionado a la investigación, la enseñanza y la divulgación de la astronomía.

### Primeros aficionados a la astronomía

Es posible encontrar registros de acciones vinculadas a la ciencia astronómica

<sup>4</sup> Real Academia Española, Diccionario de la lengua española, www.rae.es/, consultado abril 2017. Se indican solo las acepciones que se relacionan con el propósito de este artículo.

<sup>5</sup> Aún hoy se identifica un muy importante número de licenciados, doctorados e ingenieros de muy diversas disciplinas (en particular la Física) que actúan en instituciones astronómicas y desarrollan conocimientos astronómicos.

en el sur de América desde tiempos remotos. Uno de los antecedentes que merece comentarse en el marco de este artículo, es el jesuita Buenaventura Suárez, nacido en 1679 en la ciudad de Santa Fe. Luego de estudiar en Córdoba, a principios del siglo XVIII construyó diversos instrumentos con los que efectuó valiosas investigaciones y cálculos astronómicos, centrando su actuar en la misión de San Cosme y San Damián (Tignanelli, 2004; Minniti Morgan, 2013).

Con posterioridad a la Revolución de Mayo, se identifican observaciones astronómicas realizadas por aficionados el mismo año de la declaración de la independencia. Uno de ellos fue Vicente López y Planes —creador del actual himno nacional— que junto al sacerdote Bartolomé Doroteo Muñoz y el ingeniero Felipe Senillosa, efectuaron observaciones lunares y del eclipse de luna del 9 de junio de 1816. En 1821 siguieron el cometa Nicollet-Pons y el 2 de agosto del año siguiente estudiaron un nuevo eclipse lunar. La observación de los eclipses tenía como objeto verificar las predicciones de Suárez, publicadas en su *Lunario de un Siglo* (Nicolau, 2005: 169-170; Asúa, 2010b: 88; Minniti Morgan, 2016a y 2016b). En esta época, también se identifica a Manuel Moreno—hermano de Mariano Moreno—, encargado de la cátedra de Química en la Universidad de Buenos Aires (Babini, 1951: 74), quien realizó estudios de material meteórico de Campo del Cielo, región ubicada en la frontera que separa las provincias de Santiago del Estero y Chaco (Asúa, 2010b: 146-147; Minniti Morgan, 2017).

Estos pioneros, que sin dudas se encuentran entre los primeros amateurs astronómicos argentinos, propiciaron asimismo la divulgación de las ciencias a través de publicaciones realizadas en *La Abeja Argentina*, revista científica y literaria editada entre 1822 y 1823.

### Astronomía profesional

Con posterioridad a la fundación de la Universidad provincial de Buenos Aires en 1821, iniciativa del Ministro Bernardino Rivadavia, se dispuso la formación de diversos departamentos, entre ellos el de Ciencias Exactas. A principios de 1827 se crean las cátedras de Física Experimental y Astronomía y para cubrir el dictado de estas disciplinas, ese año se contrató al físico y matemático Octavio Fabrizio Mossotti.<sup>6</sup> Este destacado científico, nacido en Novara, debía: "establecer en la nuestra una Cátedra de Astronomía, lleva también el proyecto de establecer en Buenos Aires un Observatorio que merezca el nombre de tal".<sup>7</sup>

El Dr. Mossotti arribó a Buenos Aires en noviembre de 1827 (Asúa, 2009: 6). Se

<sup>6</sup> O. F. Mossotti (1791-1863) se desempeñó entre 1813 y 1824 en el Observatorio de Brera. Entre otros, en 1826 realizó estudios sobre el movimiento del cometa periódico Encke, simplificó el problema de la determinación de la trayectoria de un astro a partir de tres posiciones observadas y aplicó este nuevo método al cometa Halley. Sufrió una persecución por razones políticas por parte del gobierno austríaco, la que en 1823 lo obligó a exiliarse, transitando por Ginebra, París y finalmente Londres, ciudad a la arribó en 1825. En Londres pronto fue aceptado como miembro de la Sociedad Astronómica (Gutiérrez, 1868: 931-932).

<sup>7</sup> Carta de Francisco Gil a Eusebio Agüero 21/7/1827, transcripta en Revista del Río de la Plata, Tomo III, 1872.

instaló en las celdas altas del Convento de Santo Domingo, donde organizó un pequeño observatorio astronómico y meteorológico, dando comienzo de este modo a la astronomía profesional en Argentina. El reducido instrumental del que se valió estaba constituido por aparatos enviados en 1782 para las primeras comisiones demarcadoras de límites, organizadas por España y Portugal por el Tratado de San Ildefonso. Utilizó un pequeño telescopio Dollond con objetivo acromático de tres lentes y 107 cm de distancia focal (Paolantonio, 2010a).

En 1832 observó un tránsito de Mercurio y realizó el seguimiento del cometa Encke. Al año siguiente registró el eclipse solar del 20 de enero (Mossotti, 1834). Determinó diariamente el tránsito del Sol, con el propósito de ajustar los relojes de los buques fondeados en el puerto de Buenos Aires (Gutiérrez, 1868). En esta época, escribió *Noticias Astronómicas*, cuatro páginas en las que se describían los fenómenos astronómicos visibles en el cielo de la ciudad (Babini, 1954). Paralelamente, a lo largo de siete años registró la presión, la temperatura y la humedad ambiente, así como el nivel de lluvia caída. Los datos logrados fueron publicados en 1878, en el primer tomo de los *Anales de la Oficina Meteorológica Argentina* (Paolantonio, 2010a).

En 1835, luego de permanecer en Argentina 8 años, Mossotti regresó a Bologna para dirigir el observatorio de esa ciudad. Este hecho cierra el primer capítulo de la astronomía profesional en el país, el que se reinicia 36 años más tarde, en la ciudad de Córdoba, con la creación del Observatorio Nacional Argentino.

### Comienzos de la colaboración profesional-amateur

Detalles de los trabajos realizados por Mossotti para el tránsito de Mercurio y el acercamiento del cometa Encke, fueron comunicados al célebre astrónomo Heinrich Olbers por su primo Hermann Conrad Dwerhagen. Hijo de inmigrante alemán, fue un aficionado a la astronomía residente en la ciudad de Buenos Aires que colaboró con Mossotti (Asúa, 2009: 6; Paolantonio, 2010a y 2013), lo que se constituye en el primer caso de cooperación profesional-amateur en Argentina.

Dwerhagen realizó el seguimiento del cometa Gambart 1825I entre octubre y diciembre de 1825, empleando un sextante Troughton. Un lustro más tarde, observó el Gran Cometa de 1830, junto a su amigo B. Kiernau, convirtiéndose en codescubridores de este astro, los primeros argentinos en hallar un cometa. Todo lo realizado fue publicado en reconocidas revistas especializadas de Europa por intermedio de Olbers (Paolantonio, 2010a y 2013).

<sup>8</sup> En el siglo XIX aún no se encontraban totalmente diferenciadas las actividades astronómicas y las meteorológicas. En 1872 la Oficina Meteorológica Argentina nace íntimamente relacionada con el Observatorio Nacional Argentino, aunque como institución independiente, algo innovador teniendo en cuenta que en la época, en pocos países del mundo se daba esta situación. Al crearse en la década de 1880 el Observatorio Astronómico de La Plata, se incluyó entre sus objetivos la realización de observaciones meteorológicas. Entre los aficionados a la astronomía, se identifica la inclusión de observaciones relacionadas con el estudio del tiempo atmosférico hasta bien entrado el siglo XX.

### Institucionalización de la Astronomía

A partir de 1871 se inicia en Argentina el proceso de institucionalización de la ciencia astronómica, con la creación del Observatorio Nacional Argentino, y más de una década y media después con el Observatorio Astronómico de La Plata de la provincia de Buenos Aires.

El presidente Domingo F. Sarmiento y su Ministro Nicolás Avellaneda, contrataron al reconocido astrónomo norteamericano Benjamin A. Gould, para dirigir el observatorio nacional con sede en la ciudad de Córdoba, el primer profesional con título específico que actuó en el país. Al fundarse en 1883 el observatorio platense, por gestión del Gobernador Dardo Rocha, quedó a su frente el marino francés Francis Beuf. Los gestores de estas instituciones, que consideraban a la Astronomía como la más destacada de las ciencias que estudian la naturaleza (Montserrat, 1971: 728; Asúa, 2010a: 88-89), seguramente fueron influenciados por aquellos primeros patriotas aficionados.

En sus inicios, el personal científico de estas instituciones fue mayoritariamente extranjero, si bien prontamente aparecieron nativos o naturalizados, tales los casos de Guillermo Mac Carty, Gustavo Marquín, Virgilio Raffinetti y Raúl Gómez en La Plata, y Francisco Latzina, Reston Dressen y Eleodoro Sarmiento en Córdoba (Minniti y Paolantonio 2009, 569-570).

En esta época, se puede identificar en la ciudad de Paraná al amateur Sixto Adolfo de Perini, médico de profesión e influyente integrante de la sociedad paranaense. En 1885 solicitó al gobierno municipal la donación de un terreno para instalar un observatorio astronómico. El emprendimiento se realizaría con una gran inversión personal de 10.000 pesos, destinada a la construcción del edificio y la compra del instrumental necesario. El material astronómico adquirido fue embarcado en el puerto de Génova en diciembre de 1885, pero el vapor naufragó frente a las costas de Marruecos, con pérdida de vidas humanas y la totalidad de la carga. Este hecho retrasó la iniciativa, la que recién se concretó tres años más tarde, el 15 de abril de 1888, al inaugurarse el *Observatorio Astronómico y Meteorológico*, con el apadrinamiento del Ministro de Gobierno de Entre Ríos, Ramón Calderón (Minniti y Paolantonio, 2009: 299-300).

### Amateurs de los novecientos y la primera asociación

Al despuntar el siglo XX se comienzan a encontrar varios aficionados dedicados a la observación astronómica.

<sup>9</sup> B. A. Gould (1824-1896) Egresado de la Universidad de Harvard, se doctoró en Alemania con F. Gauss. Trabajó en el Coast Survey, fue director fundador del Dudley Observatory y fundó la reconocida revista The Astronomical Journal. Fue director del Observatorio Nacional Argentino entre 1871 y 1885 (Paolantonio y Minniti, 2001).

<sup>10</sup> El Teniente de Navío (R) Francis D. Beuf (y Coronel Honorario de la Marina Argentina) (1834-1899). En 1881 emigra a la Argentina para ser nombrado al frente de la Escuela Naval Militar y en 1883 como director del Observatorio Astronómico de la Plata, puesto que mantiene hasta su muerte (Gershanik, 1972; 13-19).

Un caso singular fue el porteño Alberto Williams (1862-1952), hoy reconocido como uno de los más importantes músicos americanos. El apasionamiento de este artista por las cosas del cielo, llevó a que adquiriera un telescopio refractor de 108 mm de diámetro de objetivo, marca Bardou & Son, fabricado en París. Entre las observaciones que efectuó, se destacan las del cometa Halley durante su retorno de 1910. Williams registró las posiciones y las características del astro, así como el esperado paso de la Tierra por la cola del cometa, respecto a lo cual anotó el 19 de mayo:

El colazo pasó inadvertido (...) Exploro los alrededores del Sol, sin apercibir nada. ¿Ha pasado la Tierra por la temible cola del cometa de Halley, o no? "That is the question". La salud no ha sufrido nada, solo un ligero resfrío, y un poco irritada la garganta.

También tuvo especial interés por el planeta Venus y el seguimiento de las manchas solares (Paolantonio y Zandanel, 2013).

En la misma época, en la ciudad de Mendoza, se identifica un pequeño grupo de entusiastas aficionados constituido por el financista Juan A. Carullo (¿?-1936), el ingeniero José S. Corti y el mecánico Eduardo Roulet, francés recientemente llegado a la ciudad. Contaban con un refractor de 120 cm de distancia focal, con el que realizaban observaciones, y en una residencia de calle Sarmiento, recibían alumnos del Colegio Nacional acompañados por sus profesores de cosmografía (Anónimo, 1946). De esta asociación amateur mendocina, la primera de la que se tiene registro en el país, no se conoce su denominación completa, solo sus siglas: "Asoc. M. Am. Soc. C. E." (Paolantonio, 2010b).<sup>11</sup>

En 1912 también se ubica a Ramón Ravell, que mantenía contacto con la Saciedad Astronómica de España y América, presidida por el astrónomo catalán José Comas Solá. Ravell hizo imprimir una ampliación de un mapa celeste de la región ecuatorial, publicado en la revista de la asociación, que distribuyó entre los aficionados de Mendoza (Anónimo, 1912: 557).<sup>12</sup>

En 1915, el mencionado J. Carullo inició la construcción de su propio observatorio con el apoyo de sus amigos. El edificio contaba con una alta torre coronada por una cúpula, una sala para observaciones meridianas y un sótano para relojes. Adquirió un anteojo de pasos de 9 cm de diámetro y 94 cm de distancia focal, fabricado por el artesano alemán Karl Bamberg, un teodolito de igual origen, un reloj de péndulo de precisión Riefler y un cronógrafo eléctrico, dos sismógrafos y otros instrumentos menores, todos de reconocida calidad. Junto a Corti calcularon la latitud del nuevo observatorio midiendo 64 pares de estrellas con el anteojo de pasos. Carullo compró posteriormente un telescopio refractor fabricado por C. A. Steinheil Sohne, con una abertura de 17,5 cm y una distancia focal de

<sup>11</sup> Correspondencia entre J. S. Corti y Charles Dillón Perrine, del 28/11, 3/12 y 9/12/1910, Museo del Observatorio Astronómico de Córdoba.

<sup>12</sup> Comunicación personal E. Minniti, 2017. La revista de la *Sociedad Astronómica de España y América*, constituida por profesionales y aficionados, tenía por nombre *Urania*.

350 cm. Al armar el instrumento, comprobó que el objetivo estaba dañado, y luego de intentar arreglarlo sin lograrlo, debió enviarlo al fabricante para su reparación. En este período la Gran Guerra ocasionó dificultades económicas a Carullo quien perdió sus propiedades. El objetivo se extravió y finalmente el observatorio debió ser desmontado. En 1921 el financista logró ubicar por vía diplomática el objetivo extraviado, el que reparado, había quedado retenido en la aduana de un puerto de los Estados Unidos. Recuperado de los avatares económicos, Carullo retomó en 1929 su ambicioso proyecto y construyó un nuevo observatorio. Juan Carullo fue activo miembro de la Asociación Argentina Amigos de la Astronomía de Buenos Aires, llegando a formar parte de su Comisión Denominadora. Luego de la temprana muerte de Carullo, acaecida el 4 de marzo de 1936, la cúpula fue vendida y para la década de 1940 el valioso instrumental se encontraba depositado en el Banco de la Nación de Mendoza, aparentemente como consecuencia de un embargo.

A partir de 1945, el director del Observatorio Nacional Argentina, Dr. Enrique Gaviola, el decano de la Facultad de Ciencias de la universidad cuyana y profesores de esa casa de estudios —entre los que se encontraba el amateur Bernardo Razquin— realizaron gestiones para recuperar el instrumental con la intención de emplearlo en un nuevo observatorio astronómico profesional que se crearía en la ciudad de San Juan. Los aparatos fueron obtenidos en 1947 gracias a las gestiones del sacerdote Juan A. Bussolini, Director del Observatorio de Física Cósmica de San Miguel. Luego de grandes esfuerzos la nueva institución fue inaugurada en 1958 con el nombre de Observatorio Astronómico Félix Aguilar, exclusivamente con el instrumental de un amateur (Paolantonio, 2010b).

En la primera década del siglo XX, se ubica en Córdoba otro aficionado, Friedrich Otto Schneider (1880-1922), alemán de nacimiento. Filatélico consumado, se fascinó por los misterios del cosmos, al extremo que decidió desprenderse de sus valiosas colecciones para comprar un telescopio. En 1912 encargó al fabricante Gustav Hayden de Dresden un refractor con objetivo de 15 cm de diámetro y 210 cm de distancia focal, además, adquirió un cronómetro de marina de Brocking, Hamburgo, un pequeño telescopio Negretti & Zambra de Londres, un prismático de 8 aumentos y una cúpula de hierro de 6 metros de diámetro construida por el mismo fabricante del telescopio. Los instrumentos y accesorios llegaron en 1915 (Paolantonio, 2009b). En su momento, Schneider dirigió al Ministro de Justicia e Instrucción Pública de la Nación, una carta solicitando el trámite para la eximición del pago de los derechos de aduana, acompañada por una nota del Dr. Charles Dillón Perrine, entonces director del Observatorio Nacional Argentino, en la que se sugería al Ministro hacer lugar al pedido, señalando:

El señor Schneider me expresó el deseo de hacer trabajos serios y como hay bastante trabajo relacionado con nuestros grandes catálogos de estrellas que es dentro del radio de su capacidad (para lo cual no tenemos personal suficiente) y sería útil para el observatorio, tener tal ayuda. <sup>13</sup>

<sup>13</sup> Carta de F. Schneider al Ministro de Justicia e Instrucción Pública de la Nación Tomás R. Cullen del 31/3/1915. Perrine también gestionó ayuda económica – sin lograrla – para Schneider a Edward C. Pickering, director del Harvard College Observatory –Perrine a Pickering del 19/6/1917 –. Museo

El observatorio, con una cúpula semiesférica, fue armado en la terraza de la vivienda de Schneider y bautizado con el nombre de la estrella Antares. Dado que los tranvías que pasaban frente a la casa producían vibraciones molestas, Schneider decidió trasladar el instrumento a una quinta que compró en Guiñazú, paraje ubicado unos 10 kilómetros al norte del centro de la ciudad, donde levantó un nuevo observatorio. Antares era frecuentemente visitado por científicos de la Academia Nacional Argentina (Bonet Schneider, 2006: 14).

Schneider comenzó a colaborar con el Observatorio Nacional a partir del último trimestre de 1915, lo que se constituye en un nuevo caso de temprana relación profesional-amateur. Bajo la guía de Perrine, inició la revisión de las estrellas sospechosas de variabilidad listadas en el catálogo Córdoba Durchmusterung. Luego de elaborar las cartas de identificación, llevó adelante las observaciones correspondientes hasta finales de 1918. Se convirtió de este modo, hasta donde se conoce, en el primer aficionado variabilista de estas tierras.

A partir de 1919 el vínculo se interrumpe, aparente como consecuencia de diferencias que surgen con el director, las que aún no han podido precisarse, es el primer caso registrado de roces entre profesionales y aficionados. Años antes ya se había dado un entre dicho con un empleado de la institución, al visitar Schneider el observatorio en horarios de observación y entrar sin autorización al albergue del círculo meridiano. La Probable que con posterioridad Schneider haya colaborado con el Observatorio de La Plata (Paolantonio, 2009b).

Contemporáneamente se identifica el actuar del ingeniero civil Juan Morra, profesor de la Universidad Nacional de Córdoba. Se dedicó al cálculo de ocultaciones de planetas y estrellas por la Luna, las cuales también observaba con un telescopio refractor, tal el caso del fenómeno ocurrido con la estrella Antares el 18 de agosto de 1915. Sobre este evento, dictó una conferencia ese mismo mes en el Centro de Ingenieros. También calculó la ocultación de Saturno por la Luna del 8 enero de 1917, cuyos datos fueron publicados días más tarde por Schneider.<sup>15</sup>

### Divulgadores de la astronomía

También a principios del siglo XX se encuentra al cordobés Martín Gil (1868-1955), aficionado a la astronomía y la meteorología que se destacó como divulgador de estas ciencias. Abogado, político y prolífico escritor, actuó en su ciudad natal y principalmente en Buenos Aires. Entre los años 1913 y 1916 se desempeñó como Ministro de Obras Públicas en la provincia de Córdoba, en 1924 fue elegido Senador Provincial y entre 1926 y 1930 Diputado Nacional. Es un reconocido escritor y entre sus obras incluyó algunas relacionadas con su afición por la astronomía, tal el caso de *Celestes y Cósmicas* de 1917.

Publicó numerosos artículos en diversos medios periodísticos y tomó notoriedad

Observatorio Astronómico de Córdoba.

<sup>14</sup> Correspondencia Schneider – Perrine del 24 y 25/6/1915, Museo Observatorio Astronómico de Córdoba.

<sup>15</sup> La Voz del Interior, 9/1/1917.

a partir de 1907, cuando comenzó a escribir para el periódico porteño *La Nación*. Su excelente relación con la prensa llevó a que fuera a quien se consultaba por cuestiones astronómicas o meteorológicas, aún antes que a los Observatorios Nacionales o la Oficina Meteorológica Argentina, los que en aquel momento realizaban un trabajo de difusión limitado (Minniti y Paolantonio; 2009). Para comprender su influencia en el público, resulta esclarecedor el comentario aparecido en el periódico *Los Principios*:

El señor Martín Gil ha hecho simpática y atrayente a una ciencia que los sabios con su desmedida afición al símbolo matemático han hecho intolerable aún para muchos que no permitirían ser colocados entre los del vulgo, a secas.<sup>16</sup>

Gil instaló en su vivienda de Córdoba un observatorio, con una cúpula giratoria que daba cobijo a un imponente refractor marca Zeiss, con objetivo de 18 cm de diámetro y 254 cm de distancia focal. Contaba con helioscopio de un prisma, espectroscopio estelar y filtros. Lo complementaban varios instrumentos meteorológicos (Paolantonio, 2009b).

Los artículos publicados por Gil, buenos textos de divulgación que eran recibidos favorablemente por el público, muestran que abordaba numerosas temáticas astronómicas, pero su interés se centraba principalmente en el Sol y su influencia sobre la Tierra, particularmente sobre sus posibles vinculaciones con fenómenos meteorológicos y sísmicos. Realizaba con frecuencia pronósticos meteorológicos y otros de naturaleza bastante singular, en los que relacionaba la actividad solar con la probabilidad de sismos y ¡la posibilidad de que las mujeres pudieran casarse! (Paolantonio, 2009b).

Se asoció a la Société Astronomique de France y la Asociación Argentina Amigos de la Astronomía. Como político promocionó en diversas ocasiones —sin lograr-lo—, la creación de un instituto de física solar y cósmica, así como una dirección de meteorología e hidrometría. En 1915, siendo ministro, fue propuesto para dirigir la Oficina Meteorológica Argentina, pero debido a oposiciones políticas, no asumió el cargo. En 1930, luego de ser destituido el presidente constitucional Hipólito Irigoyen, ocupó la dirección de la Oficina hasta 1932. En este período también se desempeñó como vocal del Consejo Nacional de Educación y como profesor en el Colegio Nacional de Buenos Aires (Paolantonio, 2009b).

Gil publicó en numerosas ocasiones artículos periodísticos con críticas a la gestión del director del Observatorio Nacional, Dr. Perrine. En 1917 asesoró al diputado por Córdoba, Dr. Gerónimo del Barco, compañero del partido político al que pertenecía, en la presentación ante el Congreso en la que se cuestionaba fuertemente a Perrine. Una década más tarde, apoyó la propuesta de anexión del Observatorio a la Universidad cordobesa realizada por integrantes de la misma, resistida por el Director. No fue ajeno a la visita del jesuita Luis Rodés, director del Observatorio del Ebro, España, organizada con el fin de presionar para concretar la anexión y modificar la organización del observatorio, incluyendo entre otras una Sección de Heliofísica en Bosque Alegre, que dirigiría Gil. La relación entre Martín Gil y Perrine fue muy mala, al extremo que el Director lo hacía responsable de instigar

<sup>16</sup> José M. Martínez Carreras, Los Principios, 1/12/1928.

permanentemente *confabulaciones* contra el Observatorio Nacional en los ámbitos políticos y académicos, con la intención de lograr su control.<sup>17</sup> Estos hechos se enmarcaron en el actuar de un grupo de políticos e intelectuales, que consideraban que el gobierno nacional sostenía en el observatorio de Córdoba una misión extranjera norteamericana, por lo que pretendían el apartamiento de Perrine y su reemplazo por un director nativo (Minniti y Paolantonio, 2009: 439-473; Paolantonio, 2009b).

Otros amateurs que en esta época publicaron en la prensa cordobesa artículos de divulgación sobre cuestiones astronómicas fueron José M. Martínez Carreras y el antes mencionado Friedrich Schneider. <sup>18</sup>

### Aficionados que se profesionalizaron

Hasta bien entrado el siglo XX, fuera de los astrónomos profesionales extranjeros contratados, el personal que actuaba en los observatorios de La Plata y Córdoba era instruido en las mismas instituciones mientras llevaba adelante las tareas para las que había sido empleado. Muchos de estos pioneros fueron aficionados, varios de los cuales tuvieron una destacada carrera y su actuar resultó de gran importancia para el desarrollo astronómico del país.

Recién en 1906, cuando el Observatorio Astronómico de La Plata se integró a la Universidad Nacional de esa ciudad, se creó una escuela para la formación de astrónomos y en 1915 el Doctorado en Astronomía. Sin embargo, únicamente se implementaron algunas asignaturas, por lo que llegó a ser considerada como una carrera inexistente (Gershanik, 1972: 29). Luego de algunos cambios en los estatutos universitarios, durante la dirección del Ing. Félix Aguilar, en 1935 comenzaron las clases del Doctorado en Astronomía y Ciencias Conexas. A principios de la década de 1940 egresaron los primeros doctores: Carlos U. Cesco, Alba D. N. Schreiber, Gualberto M. Iannini y Jorge Sahade, los cuales tuvieron un desempeño sobresaliente y fueron claves para la astronomía profesional nacional y latinoamericana (Aguilar, 1935; Gershanik, 1972: 42-47). En particular, Cesco y Sahade apoyaron decididamente a los amateurs, siendo notorio que en 1958 participaron de la creación de la Liga Latinoamericana de Astronomía, antecesora inmediata de la actual Liga Iberoamericana de Astronomía. A fines de 1956 se estableció en Córdoba el Instituto de Matemática, Astronomía y Física, que funcionó en el Observatorio, al que se incorporaron los primeros egresados en 1964 (Paolantonio, 2013b).

En 1912 ingresó en el Observatorio Nacional el amateur Luis Guerín, nacido en Grutly, Santa Fe. Su afición por la astronomía lo llevó a no seguir la tradición familiar relacionada con el trabajo de campo. Estudió astronomía por correspondencia en Montevideo, recibiendo el diploma correspondiente. Hasta su jubilación

<sup>17</sup> Correspondencia Perrine – George E. Hale, 10/11/1933.

<sup>18</sup> Martínez Carreras se profesionalizó en 1935 al ingresar al Observatorio de Córdoba, Decreto del 7/1/1935. Boletín oficial, Bs As, 18/5/1935.

<sup>19</sup> Entrevista del autor a Haydee Guerín, hija de Luis Guerín (2002). Hasta donde se tiene conocimiento, en la época y en Uruguay, existía la cátedra de Cosmografía en la Universidad de la República,

en 1943, llevó adelante una extensa y ponderable labor con el Círculo Meridiano Repsold, para los *Catálogos Astrográfico*, *Fundamental* y *Córdoba D*. En 1917 descubrió la nebulosidad en torno a la variable VY Canis Majoris, estrella de mucho interés actual (Minniti y Paolantonio, 2009: 393-394, 613; Paolantonio, 2010c).

Otro amateur que se profesionalizó fue el cordobés Francisco Jorge Bobone (1901-1958). De joven se aficionó a la astronomía y las matemáticas. Era usuario frecuente de la biblioteca del Observatorio Nacional Argentino, en cuyo Museo se pueden encontrar registros de pedidos de Efemérides Astronómicas de cuando contaba con 15 años. En 1928 logró publicar con su autoría artículos en la prestigiosa revista *Astronomical Journal*, sobre los cometas Steatns 1927d y Comas Sola, y al año siguiente sobre el asteroide Arabelia. Sin dudas, estas publicaciones se realizaron con el apoyo del director del observatorio cordobés Dr. Perrine (Paolantonio, 2015a).

En 1931 Bobone ingresa al Observatorio dando inicio a una carrera por demás destacada, que lo llevó a convertirse en director de la institución en dos oportunidades. Trabajó en la campaña internacional de observación del asteroide Eros -para la determinación de la paralaje solar-, realizó observaciones de cometas, asteroides y de los satélites de Júpiter, determinando sus posiciones y parámetros orbitales; también confeccionó efemérides. Redescubrió varios cometas y fue codescubridor del 1941c. Uno de sus trabajos más notables fue el cálculo de la órbita del Halley, realizado por pedido de la Unión Internacional de Astronomía. Efectuó observaciones meridianas para el Catálogo Fundamental General y el Córdoba E. En total publicó 167 artículos. Se desempeñó en las comisiones N° 20, Posiciones y Movimientos de Pequeños Planetas, Cometas y Satélites, y N° 23, Carte du Ciel, de la Unión Astronómica. Corresponde resaltar la activa participación de Bobone en la creación de la Asociación Argentina de Astronomía, que nuclea a los astrónomos profesionales del país. Cuando en noviembre de 1958 se realizó la primera reunión de fundación, Bobone había fallecido y la misma fue dedicada a su memoria. Un cráter de 31 km de diámetro ubicado en la cara oculta de la Luna fue denominado Bobone en su honor, al igual que el asteroide Nº 2.507 (Paolantonio, 2015a).

Un caso singular lo constituye el aficionado Alfredo Adolfo Völsch (1881-1950), contratado por el Observatorio de Córdoba en 1944 a la edad de 62 años. <sup>20</sup> Völsch, alemán de nacimiento y naturalizado argentino, llegó a la ciudad de Rosario en 1906. En 1919 se encontraba viviendo en Buenos Aires, ciudad en la que participó activamente en la Sociedad Astronómica Argentina, como vocal, vicepresidente y redactor de su revista. También se involucró en la Asociación Argentina Amigos de la Astronomía, de la que fue Tesorero. Se destacó por la confección de efemérides, son celebres sus *Almanaque Astronómico y Manual del Aficionado*, que todos los años eran publicados en *Revista Astronómica*. Construyó su propio observatorio al que llamó *Orión*, donde realizó observaciones de ocultaciones lunares y de

dictada por Nicolás Piaggio, autor del primer texto de Cosmografía para Enseñanza Secundaria. Este Programa de Cosmografía, "Aula de Cosmografía", fue dictado entre 1889 y 1918 (Pintos Ganón y Fernández, 2008).

<sup>20</sup> Resolución № 19 del 27/12/1943, Museo Observatorio Astronómico de Córdoba.

eclipses solares (Anónimo, 1931; Minniti Morgan, 2014a). Al profesionalizarse, trabajó como computador a lo largo de 6 años hasta su fallecimiento ocurrido en 1950.

También corresponde mencionar el notable actuar de Jorge S. F. Landi Dessy (1922-1991), aficionado y socio de la Asociación Argentina Amigos de la Astronomía. En 1939 poseía un pequeño observatorio ubicado en la terraza del Instituto Biológico Argentino, en Florencio Varela, Buenos Aires. Una cúpula de 4 metros protegía el instrumental, consistente en un telescopio refractor Zeiss de 13 cm de abertura, que tenía adosada una cámara fotográfica tipo Petzval, de 12,5 cm de diámetro y 54 cm de distancia focal. El conjunto se encontraba instalado en una montura fabricada a partir de un diseño propio. También contaba con dos espectroscopios, y como era de estilo en la época, con varios aparatos dedicados a la observación meteorológica. En estas instalaciones realizaba observaciones generales y fotografía estelar (Anónimo, 1939).

A diferencia de los mencionados con anterioridad, a comienzo de la década de los cuarenta Landi Dessy inició sus estudios de astronomía en el Observatorio de La Plata. En octubre de 1945, pidió al entonces director del Observatorio Nacional Argentino, Enrique Gaviola, le permitiera pasar una temporada en la institución, solicitud que fue respondida favorablemente, por lo que la visita se concretó al año siguiente. En ese momento solo le faltaban seis materias para terminar la carrera. <sup>21</sup>

Luego de doctorarse, Landi Dessy fue contratado en el Observatorio cordobés, donde desarrolló una extensa y destacada carrera, siendo director del instituto por varios años entre 1960 y 1971. En 1958 participó activamente junto a Bobone en la creación de la Asociación Argentina de Astronomía.

## Asociaciones amateurs y sus vínculos con los astrónomos profesionales

En 1922, en los salones de *La Prensa* en la ciudad de Buenos Aires, se fundó la Sociedad Argentina de Astronomía. Se sabe que uno de sus principales gestores fue el escribano Antonio Rodríguez Zúñiga (¿? - 1929) (Anónimo, 1930a) y que la institución

tiene justamente el objeto de coordinar en forma llana y lo más fácil posible, los principales conocimientos astronómicos y los fenómenos celestes, para ofrecer un rumbo viable a los estudios de toda persona que quiera penetrar más a fondo en esta rama del saber humano. (...) dedica ya desde tiempo buena parte de su actividad a la Geofísica y a la Meteorología, que son un necesario complemento de la Astronomía y con la cual tiene estrechos vínculos de finalidad (Anónimo, 1930b: 113).

Desde sus inicios se publicó la revista *Urania*, dedicada a la divulgación de la Astronomía, la Meteorología y la Física Cósmica. Llegaron a editarse siete tomos

<sup>21</sup> Correspondencia J. Landi Dessy, E. Gaviola y E. Trouet, del 5/1 y 10/1/1946, Museo Observatorio Astronómico de Córdoba.

hasta comienzos de la década de los treinta.

La comisión directiva designada en 1929 estaba constituida por: el arquitecto Alfonso G. Spandri como presidente, Martín S. Capelletti vicepresidente, A. Zúñiga secretario, Antonio R. de Fraga tesorero, y como vocales, el antes mencionado A. Völsch, Andrés Millé, Ricardo Méndez Casariego, Santiago Locascio, el ingeniero Teodoro Bellocq y Domingo Sanfeliú. Völsch también participó del comité de redacción de *Urania* y posteriormente asumió como vicepresidente (Minniti Morgan, 2014b). Otros aficionados que actuaron en este centro fueron Francisco D'Andrea y M. Esteban Cobo. La única mujer mencionada es Teresa Berrino de Musso, la primera amateur a la astronomía argentina de la que se encuentran registros.

Los socios se reunían en el salón de la Sociedad Científica Argentina, donde realizaban acciones de divulgación consistentes en conferencias, pronunciadas por miembros de la sociedad o invitados. Contaban con la contribución para *Urania* de profesionales, tal el caso de los astrónomos Charles D. Perrine, Martín Dartayet de La Plata y Luis Rodé, director del Observatorio del Ebro, España.

Se tienen indicios de acciones de la sociedad a fines de 1932 (Minniti Morgan, 2014b), desconociéndose hasta qué fecha se mantuvo activa.

Solo 7 años más tarde de la fundación de la Sociedad Argentina de Astronomía, el 4 de enero de 1929, se crea en la misma ciudad de Buenos Aires la Asociación Argentina Amigos de la Astronomía, por iniciativa de Carlos Cardala (¿?-1961). Esta nueva institución, a diferencia de la anterior, dedicaría sus esfuerzos exclusivamente a la Astronomía:

Los fundadores de la mencionada asociación son, como su título lo indica, aficionados al estudio de la ciencia astronómica, que se han agrupado con el propósito de cultivarla y difundirla... (Anónimo, 1929a: 5).

Y sus intenciones eran las siguientes:

Queremos popularizar el conocimiento de la astronomía, que no es una ciencia de difícil adquisición, sino al alcance de toda persona bien dispuesta a su estudio (Anónimo, 1929b: 6).

La primera Comisión Directiva estuvo constituida por Orestes J. Siutti como presidente, Grassi Díaz vice-Presidente, C. Cardalda secretario, J. Eduardo Mackintosh tesorero, como vocales se encontraban Domingo R. Sanfeliu, Roberto J. Carman, Julio B. Jaimes Répide, Gregorio Petroni y Aníbal O. Olivieri, y los suplentes eran Juan Pataky, Aldo Romaniello y Xenofón F. Lurán (Anónimo, 1929c: 52).

La masa societaria inicial estaba formada por 62 miembros —que abonaban una mensualidad—, entre los que se contabilizaban tres mujeres: Estela Cardalda, Sara Duarte de Garzón y Ramona P. de Sanfeliu.<sup>22</sup> La gran mayoría de estos aficionados residían en Buenos Aires —uno en Rosario, uno en Oncativo, Córdoba y otro en

<sup>22</sup> En 1939 se identifican también a Rosa Badino, Graciela Silva, Elvira Naveira, Sylvia Dawson y Leonor Silva (Galli, 1939: 220).

Montevideo— (Anónimo, 1929c: 53-54). En 1944 el número de miembros se habían elevado a 263 (Cernucschi, 1944: 3).

En los estatutos de la institución se planteó la publicación periódica de una revista en español, dedicada a difundir el quehacer de la astronomía local e internacional, que ve la luz en abril de 1929 bajo el nombre *Revista Astronómica*. Ese año aparecen 10 números y tuvo continuidad con diversos altibajos hasta la actualidad. También se propuso la creación de una biblioteca y un ciclo de conferencias de divulgación, que se inició el 20 de abril con la exposición de los socios A. R. Zúñiga, *Hora y media en la Luna*, que incluía proyecciones luminosas, y Alfredo Völsch con el tema *El mapa del cielo*. Como puede apreciarse, ambos conferencistas también pertenecían a la Sociedad Astronómica Argentina.

En 1935 se contabilizaban seis miembros con observatorios particulares, el de Völsch, descripto más arriba, y los de Carlos Cardalda, Ulises L. Bergara, Carlos L. Segers, Alberto Barni y Ángel Pegoraro, en los que numerosos integrantes de la asociación se reunían para observar (Anónimo, 1935: 280). En 1939 se inició la construcción de un observatorio propio de la institución, el primer caso que se dio en Argentina. El edificio se estableció en un terreno cedido por la Municipalidad de Buenos Aires ubicado en el actual Parque Centenario. El dinero necesario fue obtenido por donaciones privadas, \$ 160.000 en total. La Sub-comisión encargada de la tarea estaba constituida por José H. Porto, Ángel Pegoraro y José Galli. El observatorio fue inaugurado en 1944, y su gran cúpula albergaba un telescopio de 21 cm de diámetro de objetivo, fabricado por Gautier de París, donado por el Observatorio Astronómico de La Plata (Anónimo, 1944: 83-99; Cernucschi, 1944: 3-4). Este instrumento había sido adquirido para la observación del tránsito de Venus de 1882, hecho que dio origen a la creación del segundo observatorio profesional del país. El patrimonio de la biblioteca se amplió a lo largo del tiempo con un importante número de donaciones provenientes de los observatorios y particulares.

Numerosos fueron los integrantes de la Asociación que se destacaron y tuvieron influencia en la actividad astronómica local e incluso mundial. Tal el caso de José R. Naviera, adinerado filántropo, se constituyó en el mayor donante para el observatorio de la institución. También apoyó financieramente la creación del Observatorio de Física Cómica en San Miguel, inaugurado en 1935 en los predios del Colegio Máximo de la Compañía de Jesús (Paolantonio, 2015b). Otros amateurs destacados fueron, Carlos L. Segers (1900-1967), un incansable observador de estrellas variables, cuya contribución se reconoció nombrando en su honor un cráter lunar, el astrofotógrafo José Galli (1887-1939) y Carlos Cardalda (¿?-1961), el primer aficionado argentino con un asteroide que lleva su nombre (Galli, 1939). <sup>23, 24</sup>

<sup>23</sup> Segers también participó activamente en 1958 en la fundación de la Liga Latinoamericana de Astronomía. El cráter "Segers" se ubica en la cara oculta de la Luna (Paolantonio y Minniti, 2003).

<sup>24</sup> El asteroide "Cardalda" Nº 11437, descubierto en 1971 en la Estación de Altura del Observatorio Astronómico Félix Aguilar, por Gibson y Cesco. Por otro lado, el asteroide Nº 4756, descubierto en el Observatorio Astronómico de La Plata en 1950, fue denominado "Asaramas" por la Asociación Argentina Amigos de la Astronomía (Mackintosh, 2009).

Más allá de la importante actividad de divulgación y observación realizada, la Asociación Argentina Amigos de la Astronomía se convirtió en modelo para la creación de muchas otras que le sucedieron y que se establecieron en distintas localidades del país.

Las sociedades porteñas contaron con el apoyo directo de astrónomos profesionales de La Plata y Córdoba, tal el caso de Félix Aguilar, Juan Bussolini, Bernhard Dawson, Enrique Gaviola, Enrique Chaudet, Martín Dartayet, Johannes Hartman, Juan José Nissen, Charles Perrine, Alexander Wilkins, Félix Cernucschi y Esteban Rondanina. En particular, Dawson llegó a comprometerse hasta ser presidente de los *Amigos de la Astronomía*.<sup>25</sup>

Cuando en 1942 se realizó el Pequeño Congreso de Astronomía y Física, en oportunidad de la inauguración de la Estación Astrofísica de Bosque Alegre, el director del Observatorio Nacional, Dr. Gaviola, invitó especialmente a los astrónomos amateur, en particular los de la Asociación bonaerense. <sup>26</sup> No fue una invitación de gentileza, por el contrario, los aficionados se constituyeron en activos participantes del encuentro. Como secretario del Congreso – el primero que reunía específicamente a los astrónomos argentinos – se designó a Segers, y las actas fueron publicadas en *Revista Astronómica*. En el acto de apertura, Gaviola destacó la importancia del trabajo realizado por las instituciones amateurs, reconociendo la importancia de su actuar (Paolantonio, 2016).

#### **Conclusiones**

En Argentina se identifica la presencia de aficionados a la astronomía desde los inicios mismos de la República, tal los casos de Vicente López y Planes, Bartolomé D. Muñoz, Felipe Senillosa, Manuel Moreno, Hermann C. Dwerhage y S. A. Perini, amateur que tuvieron un papel clave en el establecimiento y el desarrollo de la astronomía profesional en el país.

En este contexto, se destaca *el gran número de aficionados que se profesionali- zaron*, lo que redujo el impacto de la falta de astrónomos hasta la aparición de los primeros profesionales egresados de la escuela de La Plata.

Los vínculos entre profesionales y amateurs se establecieron tempranamente, destacándose las colaboraciones entre O. F. Mossotti y H. C. Dwerhagen así como las de C. D. Perrine con J. Schneider y F. J. Bobone. Teniendo en consideración estos trabajos conjuntos y los que se dieron con posterioridad a lo largo del período analizado, puede afirmarse que desde un comienzo los astrónomos profesionales apoyaron decididamente el actuar de los aficionados, tanto en forma individual como a las primeras asociaciones que los agruparon. En este marco, en algunas ocasiones estos vínculos produjeron roces y desencuentros, sin que esto haya sido la regla.

<sup>25</sup> Dawson fue un aficionado estando en EE.UU., otro tanto ocurrió con el Dr. Perrine.

<sup>26</sup> También se encontraba Alfredo Achával, aficionado residente en la ciudad de Córdoba, y el ingeniero Cortés Pla, Decano de la Facultad de Ciencias Matemáticas de Rosario, que tenía particular interés por la astronomía (Paolantonio 2016).

Las primeras agrupaciones de aficionados a la astronomía se fundaron a inicios del siglo XX, las que en orden de aparición fueron la Asoc. M. Am. Soc. C. E. en Mendoza, la Sociedad Argentina de Astronomía y la Asociación Argentina Amigos de la Astronomía en Buenos Aires. En las dos últimas se identifican las primeras mujeres amateurs.

Los aficionados también *desempeñaron un rol de gran importancia en la divulgación de la ciencia astronómica*, como lo evidencia lo efectuado por M. Gil, F. Schneider, J. M. Martínez Carreras y en general en las sociedades astronómicas. Esto tuvo especial relevancia teniendo en cuenta que ocurrió en un momento en que la divulgación realizada en las instituciones científicas era limitada. En síntesis, Argentina cuenta con una notable tradición en astronomía amateur desde sus orígenes, cuya actividad resultó fundamental para la profesionalización y el progreso inicial de la astronomía en el país.

### Referencias bibliográficas

Anónimo (1912), Sociedad Astronómica de España y América, Vida Marítima, Año XI, Nº 395.

Anónimo (1929a), Presentación, Revista Astronómica, Año 1, Tomo 1, Nº 1, p. 5.

Anónimo (1929b), Propósitos de la Asociación, Revista Astronómica, Año 1, Tomo 1, Nº 1, pp. 6-8.

Anónimo (1929c), Asociación Argentina Amigos de la Astronomía, *Revista Astronómica*, Año 1, Tomo 1, Nº 1, pp. 52-54.

Anónimo (1930a), Antonio R. Zúñiga, Urania, Año VII, Tomo IV, Nº 37, pp. 305-307.

Anónimo (1930b) A nuestros asociados, Urania, Año VIII, Tomo V, Nº 42, pp. 113-114.

Anónimo (1931) Visita al observatorio particular "Orión"", *Revista Astronómica*, Año III, Tomo III, Nº VI, pp. 293-298.

Anónimo (1935) Observaciones astronómicas, Revista Astronómica, Año IV, Tomo VII, p. 280.

Anónimo (1939) Observatorios de Aficionados. El observatorio de nuestro consocio señor Jorge Landi Dessy. *Revista Astronómica*, Año IV, Nº XI, pp. 280-282.

Anónimo (1944) Inauguración del edificio social y observatorio astronómico de la asociación. *Revista Astronómica*, XVI-II, Nº 102, pp. 83-99.

Anónimo (1946) Un observatorio astronómico debe ser levantado en Cuyo, Los Andes, 6 de junio.

Aguilar, Félix (1935), Inauguración de la Escuela Superior de Ciencias Astronómicas y conexas. *Revista Astronómica*, Tomo VII, Nº 3, pp. 24-28.

Babini, José (1951) *Las ciencias en la historia de la cultura Argentina*. Buenos Aires, Ángel Estrada y Cía S. A.

Babini, José (1954), La evolución del pensamiento científico en la Argentina. Buenos Aires, La Fragua.

Bonet Schneider, Jorge (2006) El Mirador de Estrellas. Córdoba, Edición del Autor.

Cernucschi, Félix (1944) Asociación Argentina Amigos de la Astronomía. *Sky and Telescope*, Vol. IV,  $N^{\circ}$  2, pp. 3-4.

Asúa, Miguel de (2009) Historia de la Astronomía en la Argentina, en: Historia de la Astronomía

Argentina, La Plata, Asociación Argentina de Astronomía, Book Series, pp. 1-20.

Asúa, Miguel de (2010a) *Una gloria silenciosa: dos siglos de ciencia en la Argentina.* Buenos Aires, Libros del Zorzal.

Asúa, Miguel de (2010b) *La ciencia de Mayo. La cultura científica en el Río de la Plata, 1800-1820,* Buenos Aires, Fondo de Cultura Económica.

Galli, José (1939) Conmemoración del X Aniversario de la Asociación Argentina Amigos de la Astronomía, *Revista Astronómica*, Tomo XI, Nº III, pp. 215-223.

Gershanik, Simón (1972) El Observatorio Astronómico de La Plata, en: *Evolución de las ciencias* en la República Argentina 1923-1972, Tomo VII, Buenos Aires, Sociedad Científica Argentina, pp. 5-120.

Gutiérrez, Juan María (1868) Noticias Históricas sobre el oríjen y desarrollo de la enseñanza pública superior en Buenos Aires, Buenos Aires, Imprenta J. M. Cantilo.

Koeckelenbergh, A. (1988) International Astronomical Union, Colloquium 98 General Session, en: Dunlop S., Gerbaldi M. (eds) Stargazers, Springer, Berlin, Heidelberg.

Mackintosh, Roberto (2009) Luci en el cielo con Cardaldas, *Revista Astronómica*, Año 80, Nº 277, pp. 6-7.

Minniti Morgan, Edgardo R. (2013) *Buenaventura Suárez. Cima criolla de la Astronomía Latinoamericana colonia*, documento electrónico: historiadelaastronomia.files.wordpress. com/2013/02/buenaventura-suarez.pdf, acceso 1 de abril de 2017.

Minniti Morgan, Edgardo (2014a) *Alfredo Adolfo Völsch*, documento electrónico: historiadelaastronomia.files.wordpress.com/2014/04/volsch.pdf, acceso 1 de abril de 2017.

Minniti Morgan, Edgardo (2014b) *Sociedad Astronómica Argentina*, documento electrónico: historiadelaastronomia.files.wordpress.com/2014/04/saa.pdf, acceso 1 de abril de 2017.

Minniti Morgan, Edgardo (2016a) *Vicente López y Planes. Gran aficionado a la Astronomía y Autor de la letra del Himno Nacional Argentino*, documento electrónico: historiadelaastronomia.files. wordpress.com/2016/05/lopezyplane.pdf, acceso 1 de abril de 2017.

Minniti Morgan, Edgardo (2016b) Dr. Bartolomé Doroteo Muñoz. Destacado astrónomo aficionado, documento electrónico: historiadelaastronomia.files.wordpress.com/2016/07/bartolomemunoz. pdf, acceso 1 de abril de 2017.

Minniti Morgan, Edgardo (2016c) La historia no contada de un cometa, documento electrónico: historiadelaastronomia.files.wordpress.com/2016/10/lonocontado.pdf, acceso 1 de abril de 2017.

Minniti Morgan, Edgardo R. (2017) Manuel Moreno. (a) "Don óxido", documento electrónico: historiadelaastronomia.files.wordpress.com/2017/02/moreno.pdf, acceso 1 de abril de 2017.

Minniti, Edgardo y Paolantonio, Santiago (2009). *Córdoba Estelar. Historia del Observatorio Nacional Argentino*, Observatorio Astronómico de la Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Editorial de la Universidad.

Montserrat, Marcelo (1971) La introducción de la ciencia moderna en Argentina: el caso Gould. *Criterio*, 44, N° 1632, pp. 726-729.

Mossotti, Octavio F. (1834) Observations of the Transit of Mercury over the Sun's Disc, in May 1832; and of the Comet of Encke in June 1832: at Buenos Ayres, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 3, pp.37-38.

Nicolau, Juan Carlos (2005) Ciencia y Técnica en Buenos Aires. 1800-1869. Buenos Aires, Eudeba.

Paolantonio, Santiago (2009a) Federico Schneider un aficionado de los novecientos, documento

electrónico: historiadelaastronomia.wordpress.com/documentos/friedrich-otto-schneider-un-aficionado-de-los-novecientos/, acceso 1 de abril de 2017.

Paolantonio, Santiago (2009b) *Martín Gil un divulgador de la astronomía*, documento electrónico: historiadelaastronomia.wordpress.com/documentos/martin-gil/, acceso 1 de abril de 2017.

Paolantonio, Santiago (2010a) *El observatorio astronómico del convento de Santo Domingo*, documento electrónico: historiadelaastronomia.wordpress.com/documentos/santo-domingo/, acceso 1 de abril de 2017.

Paolantonio, Santiago (2010b) *Juan A. Carullo, un observatorio para Cuyo. A 57 años de la inauguración del Observatorio Astronómico Félix Aguilar*, documento electrónico: historiadelaastronomia.wordpress.com/astronomos-argentinos/juan-a-carullo/, acceso 1 de abril de 2017.

Paolantonio, Santiago (2010c) *La notable estrella variable VY Canis Majoris. Descubrimientos desde el Sur*, documento electrónico: historiadelaastronomia.wordpress.com/documentos/lanotable-estrella-variable-vy-canis-majoris/, acceso 1 de abril de 2017.

Paolantonio, Santiago (2013a) ¿Quién fue el primer astrónomo argentino?, documento electrónico: historiadelaastronomia.wordpress.com/documentos/astronomoargentino, acceso 1 de abril de 2017.

Paolantonio, Santiago (2013b) Notas sobre la formación de astrónomos en el Observatorio Nacional Argentino. Etapa de los directores norteamericanos, documento electrónico: historiadelaastronomia.wordpress.com/documentos/educionona/, acceso 1 de abril de 2017.

Paolantonio, Santiago (2015a) *Francisco Jorge Bobone*, documento electrónico: historiadelaastronomia.wordpress.com/documentos/bobone/, acceso 1 de abril de 2017.

Paolantonio, Santiago (2015b) *Observatorio de Física Cósmica de San Miguel*, documento electrónico: historiadelaastronomia.wordpress.com/documentos/obssanmiguel/, acceso 1 de abril de 2017.

Paolantonio, Santiago (2016) *Congresos y reuniones de astrónomos en Argentina (II)*, documento electrónico: historiadelaastronomia.wordpress.com/documentos/congresos2, acceso 1 de abril de 2017.

Paolantonio y Minniti, Edgardo (2001) *Uranometría Argentina. Historia del Observatorio Nacional Argentino*, Córdoba, OAC-SECyT UNC.

Paolantonio, Santiago y Minniti, Edgardo (2003) Reconocimientos Celestes, *Revista de Enseñanza de la Física*, Vol. 15, Nº3, pp. 57-60.

Paolantonio, Santiago y Zandanel, Armando E. (2013) *Alberto Williams. Armonías del cielo*, documento electrónico: historiadelaastronomia.wordpress.com/astronomos-argentinos/williams/, acceso 1 de abril de 2017.

Pintos Ganón, Reina y Fernández, Julio (2008) "La enseñanza de la astronomía en Uruguay", *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, 5, pp. 9-23, documento electrónico: www. relea.ufscar.br/num5/A1 %20n5.pdf, acceso 1 de abril de 2017.

Shapin, Steven (2000) La revolución científica. Una interpretación alternativa. Barcelona, Paidós.

Tignanelli Horacio Luis (2004) El primer lunario criollo. En Saber y Tiempo, Nº 17, pp. 5-60.

## RESEÑAS

## Francisco Halbritter, Historia de la industria aeronáutica argentina (Tomo I)

Buenos Aires, Asociación de Amigos de la Biblioteca Nacional de Aeronáutica, 2004, 478 páginas.

por Carlos de la Vega<sup>1</sup>

Hay algunas obras que, a pesar de no encuadrarse en los parámetros canonizados por la "academia" ni ser su autor miembro de esa cofradía, están destinadas a transformarse en un fulcro ineludible de los estudios de aquélla. Probablemente los dos monumentales tomos de Francisco Halbritter sobre la historia de la industria aeronáutica argentina sea una de ellas. Editada en 2004 por la Asociación de Amigos de la Biblioteca Nacional de Aeronáutica del Círculo de la Fuerza Aérea Argentina (FAA), fue auspiciada por Lockheed Martin Aircraft de Argentina S.A (LMAASA), constituyendo uno de los pocos aportes incontrovertiblemente positivos del no muy feliz paso del gigante norteamericano de la producción de armamento por la concesión menemista de la Fábrica Militar de Aviones (FMA) radicada en la Ciudad de Córdoba.

El autor de esta obra es un personaje más que singular. Húngaro naturalizado argentino, Francisco Halbritter, cursó hasta quinto año de Ingeniería Naval y Mecánica en la Universidad de Buenos Aires (UBA) para luego seguir otros derroteros, estudiando hidráulica, neumática, soldadura eléctrica y control de calidad. Trabajó durante años en el sector metalúrgico y para variar un poco de actividad, se dedicó también a la gestión técnica y administrativa de redes de agua en San Carlos de Bariloche. Actualmente reside en La Cumbre, Provincia de Córdoba.

Sin embargo, a pesar de los orígenes navales de la formación intelectual de Halbritter su pasión más grande ha estado en el aire y no en el agua. Ha sido editor y director de dos revistas dedicadas a la actividad aeronáutica, *Aero Agro y LV-Lima Victor*, y en ese derrotero se abocó a realizar un increíblemente minucioso registro de la historia de la industria aeronáutica nacional, tanto en la vertiente que impulsó el Estado, como en la que protagonizaron diversas iniciativas privadas. Todo ese trabajo se volcó en los dos voluminosos tomos de su obra antes mencionada.

El segundo tomo de lo que podría considerarse la *opus magna* de este autodidacta de la aeronáutica se enfoca principalmente en la historia de las empresas privadas argentinas que durante la segunda mitad del siglo XX se aventuraron en la riesgosa y difícil actividad de la producción aeronáutica, como la cordobesa Aero Boero o la sanjuanina Chincul. Este tomo tiene sus propias particularidades que

<sup>1</sup> Licenciado en Filosofía, Especialista en Economía Política. Secretario de Gestión Institucional de la Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación (FAMAF) de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC).

serán dejadas para otra ocasión.

El primer tomo, en cambio, aborda principalmente los esfuerzos estatales por poner en marcha el desarrollo y la fabricación nacional de aeronaves en el contexto de un país que no se había logrado industrializar previamente como era el caso de los líderes mundiales de esta actividad. En este intento, la FMA, con las diferentes denominaciones que fue tomando a lo largo de su historia (Instituto Aerotécnico –I.A–, Industrias Aeronáuticas y Mecánicas del Estado –IAME–, Dirección Nacional de Fabricación e Investigación Aeronáutica –DINFIA–, Fábrica Argentina de Materiales Aeroespaciales –FAMAF–, etc), fue la columna vertebral de la industria aeronáutica argentina.

Halbritter estructura este primer cuerpo de su trabajo de investigación en ocho capítulos y tres apéndices individuales y aunque el eje principal va a ser el esfuerzo estatal por desarrollar la industria aeronáutica, cerca de la mitad del libro está dedicado a los pioneros de la actividad en la Argentina, lo que incluye personas individuales y algunas instituciones, como los aeroclubes, y empresas privadas. Luego de dar cuenta de estos primeros años, el autor se adentra en lo más meduloso de este primer tomo, la FMA y su multifacética, y tantas veces frustrada, trayectoria.

El libro de Halbritter no es una obra analítica o historiográfica en el sentido clásico. En ocasiones se presenta más bien como un catálogo de productos, personajes o hechos. Uno de sus aportes más singulares es una extensa colección de fotografías de época y dibujos de perfiles de los aviones de los que está hablando. También se pueden encontrar los listados de las matriculas, fechas de alta y baja, usuarios y cifras de producción de muchas de esas aeronaves; o de los organismos que integran la evolución institucional de la aviación civil y militar argentina, con sus fechas y legislación de creación. Por momentos toda esa información puede parecer confusa, demasiado diversa y abigarrada, pero eso mismo la constituye en una formidable fuente de consulta para cualquier investigación ulterior. Los archivos históricos nacionales sobre la actividad aeronáutica argentina, especialmente en lo industrial, suelen estar incompletos, muchas veces en mal estado de conservación y de no fácil acceso. En el caso de la FMA, la mayor parte de sus Memorias se encuentran guardadas en la Dirección de Estudios Históricos de la FAA ubicada en la entrada por calle Viamonte del edificio Alas I, en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires; pero más allá de la buena disposición de quienes trabajan ahí, las condiciones de resguardo del material es sumamente precario y faltan registros de decenas de años. En Córdoba, en la sede de la actual FAdeA (Fábrica Argentina de Aviones "Brig. San Martín") hubo momentos en donde no era mal visto mandar a la basura archivos para hacer espacio. Estas deficiencias en la preservación de los elementos que permiten reconstruir adecuadamente la memoria histórica de la actividad, especialmente de su faz industrial, no es ajena a lo ocurrido en otras áreas de la administración pública y le da enorme valor a la meticulosa tarea de Halbritter.

El libro también contiene algunas observaciones que, aunque no estructuradas entorno a un marco conceptual riguroso en términos epistemológicos, no por eso son menos reveladoras del contexto nacional y de las dinámicas propias de la FMA en las que se intentó construir una industria aeronáutica en un país periférico y no desarrollado. Algunos breves ejemplos ilustrarán de qué se trata.

En 1943 el bloqueo norteamericano a la Argentina por no declararle la guerra a la Alemania nazi impidió la llegada de los tubos de acero para fabricación en la FMA de los aviones de entrenamiento Focke Wulf Fw-44J adquiridos al país germano en 1936. Argentina carecía de una industria para fabricar estos insumos y los aviones debieron terminarse en madera.

Ha sido narrada hasta el cansancio la historia de los célebres ingenieros alemanes que llegaron en tiempos de las dos primeras presidencias de Juan D. Perón a trabajar a la FMA. De ellos el más conocido es Kurt Tank, "padre" del Pulqui II, uno de los primeros aviones a reacción del mundo, desarrollado y fabricado en Argentina a fines de la década de los cincuenta. Halbritter nos recuerda que no solo los alemanes llegaron para trabajar por aquellos años en la FMA, sino que hubo otros europeos como Émile Dewoitine, creador del Pulqui, avión también a reacción que voló por primera vez en Córdoba en 1947; o el italiano Césare Pallavicino. Todos ellos se habían instalado en el país luego de finalizada la Segunda Guerra Mundial con gran parte de los hombres que integraban sus equipos de trabajo en las empresas de las que provenían en sus países de origen. Pero a través del relato de las vicisitudes de estos personajes en Argentina y en la FMA, se van vislumbrando las enormes dificultades que hubo para integrar realmente a estos especialistas a los grupos técnicos que se desempeñaban en la Fábrica cordobesa. De hecho, del grupo de los ingenieros "estrellas", solo el alemán Reimar Horten, especialista de talla mundial en alas volantes, se quedaría en el país más allá de la caída de Perón. Los demás emigrarían a otros países o retornarían al propio en pocos años. Varias causas se aunarían para este desenlace. La más dramática sería el revanchismo de clase que pondrían en marcha los que derrocaron a Perón en 1955 pretendiendo borrar todo vestigio de su obra lo que, entre otras cosas, obligó a Tank a irse de Argentina. Pero no sería solo eso, ya antes Dewoitine y Pallavicino habían partido por la falta de un horizonte claro para la industria de la que eran parte. Halbritter rescata un libro de Horten editado en Alemania, denominado Nurflügel, en el que relata sus vivencias trabajando en Argentina y en donde se puede ver como el deseo peronista de desarrollar una industria aeronáutica en la frontera tecnológica de su época chocaba con las necesidades políticas más inmediatas y las reales capacidades del país dificultando los avances diarios.

El otro gran tema que va a aparecer en el libro de Halbritter es la, por lo menos, ambigua actitud de la FAA respecto de la FMA, a pesar de ser aquélla la propietaria y administradora de ésta hasta su concesión a LMAASA en 1995. Tanto en el relato de como el brigadier general Heriberto Ahrens, Comandante en Jefe de la FAA en 1956, decide reequipar su Fuerza con aviones norteamericanos bloqueando la posibilidad de que el *Pulqui II*, aún con las deficiencias que tenía, llegara a la producción en serie y por lo tanto condenando al programa a su cierre; como en la descripción de las internas a fines de los años '60 sobre si desarrollar el IA-58 *Pucará*, uno de los aviones más exitosos de la historia de la FMA, o comprar en Estados Unidos el avión contrainsurgencia OV-10 *Bronco*; exponen un elemento central para explicar el fracaso en el largo plazo de la fábrica de aviones cordobesa. Definitivamente, la FAA como institución nunca estuvo íntegramente comprometida con la FMA y con el desarrollo aeronáutico nacional, y los miembros de la Fuerza que sí mostraron

compromiso con esta misión fueron más bien la excepción que la regla.

Son innumerables los demás datos y elementos que surgen del tomo 1 de esta *Historia de la industria aeronáutica argentina* y que serían relevantes para cualquier estudio que se emprenda del desarrollo aeronáutico argentino, sea desde el punto de vista histórico, político, económico o tecnológico. El propio autor no se priva de dejar varias reflexiones a lo largo de su trabajo, aunque globalmente la obra tiene otra fisonomía y orientación.

Por supuesto, también se acusan faltantes en el libro. Se le podría reprochar la ausencia de un análisis, o al menos de una recopilación de datos, económicos y organizacionales respecto de FMA a lo largo de su historia. No sería una tarea sencilla, pero la información está disponible, al menos de forma fragmentada, en las Memorias de la empresa ya mencionadas más arriba. Esto permitiría conocer más en profundidad la dinámica interna de esta entidad y sus vinculaciones con el entorno que le tocó vivir en cada una de sus etapas. Por ejemplo, la escases de personal técnico especializado producto de ser una industria tecnología intensiva en una país productor de bienes primarios; y las bajas remuneraciones que se pagaban que fomentaban la constante emigración de los mejores trabajadores; fueron dos problemas recurrentes a lo largo de la historia de la fábrica que están bien expuestos en los archivos y explican buena parte de los problemas que debió enfrentar esta empresa durante su vida. Estos temas, el libro no los aborda. De modo análogo, no hay un desarrollo de las derivaciones que tuvo la Fábrica de aviones en la industria automotriz argentina. No obstante, también debe reconocerse que una indagación de esta naturaleza probablemente hubiera requerido otro trabajo específico por sus particularidades, metodológicas y de contenido, y por la propia extensión que hubiera demandado.

Otra instancia que es nombrada muy brevemente por Halbritter y es sumamente ilustrativa de los modelos de país en pugna en Argentina entorno a las iniciativas industrialistas como la FMA, es la interpelación de la Cámara de Diputados de la Nación al ministro de Guerra, general Manuel A. Rodríguez y al ministro de Marina, capitán de navío Eleazar Videla realizada en 1935. En ella, el diputado por Santa Fe del Partido Demócrata Progresista, Julio Noble, puso en cuestión la viabilidad y la utilidad de contar con una industria aeronáutica nacional.

No obstante, las críticas que puedan hacérsele, no caben dudas de que el texto de Halbritter es ineludible para cualquier estudio del intento de crear y consolidar la industria aeronáutica en Argentina; y a través de ello, se torna también de enorme valor para aproximarse a los esfuerzos realizados para la industrialización general del país y para concretar el anhelo del desarrollo nacional, con sus promesas, logros y frustraciones.

Esta obra es uno de esos libros que el volumen físico y algunos rasgos de su disposición interna pueden parecer desalentadores de su lectura, pero en cuanto se la comienza a consultar aquí o allá, empieza a atrapar; hasta que uno decide sentarse tranquilo para comenzar con cuidado y atención por la primer página.

# Burke, Peter. ¿Qué es la historia del conocimiento? Cómo la información dispersa se ha convertido en saber consolidado a lo largo de la historia

Buenos Aires, Siglo XXI, 2017, 189 páginas. Trad. María Gabriela Ubaldini

por Ana María Vara, EH-UNSAM

Cuando un libro de historia se inicia con una observación sobre el presente, hay que prestar atención. Es probable que se trate de una justificación, una toma de posición o una mirada reflexiva sobre el propio trabajo. Un poco de todo eso encontramos en los párrafos iniciales de ¿Qué es la historia del conocimiento? Cómo la información dispersa se ha convertido en saber consolidado a lo largo de la historia, de Peter Burke, que se inicia con estas palabras: "Si la historia del conocimiento no existiera ya, habría que inventarla, en especial para poner la reciente 'revolución digital' en perspectiva, vale decir, la perspectiva de los cambios que se han producido a lo largo del tiempo". Uno de los aspectos más interesantes de la cita y del razonamiento que continúa, es que exhibe un punto de vista afín con la llamada Escuela de Toronto, de filiación mcluhanista, entre cuyos nombres fundamentales se destaca Walter Ong y que cuenta entre sus mentores a Jack Goody -de quien se dice que puso nombre a la escuela (Olson, 2007) y que el propio Burke admira (2009), lo que nos da una línea de puntos para establecer la vinculación—. El autor señala la importancia de los cambios tecnológicos en las comunicaciones en relación con la producción y circulación del conocimiento:

Los sistemas de conocimiento de la humanidad sufrieron cambios fundamentales en ciertos momentos del pasado. En primer término, debido a las nuevas tecnologías, como la invención de la escritura en Mesopotamia, en China y en otros lugares; la invención de la imprenta, en especial la xilografía en Asia del Este y la impresión con tipos móviles en Occidente; y ahora, ya en el período del que tenemos memoria, la aparición de las computadoras (sobre todo, las personales), así como de internet. Estos cambios tienen consecuencias impredecibles, para mejor y para peor. (Burke, 2017: 15).

Ahora bien, pese a sugerir en sus inicios una genealogía tan antigua como la invención de la escritura, ¿Qué es la historia del conocimiento? se concentra en la Edad Moderna. El texto, breve pero intenso, constituye una versión condensada de la magnífica obra en dos tomos de Burke: A Social History of Knowledge from Gutenberg to Diderot (2000); y A Social History of Knowldge from the Encyclopaedia to Wikipedia (2012). El volumen integra una colección de breviarios del sello Polity, que incluye una veintena de títulos. Así, ¿Qué es la historia del conocimiento?

forma parte de un esfuerzo por hacer accesibles a lectores interesados aspectos específicos de la producción historiográfica por investigadores de primera línea, en la tradición de la mejor divulgación anglosajona, lo que supone una operación doble: educar y consagrar. En este último aspecto, resulta significativo que Burke sea el único autor de dos volúmenes en la colección, ya que también firma el texto sobre historia cultural.

Junto a historiadores como Carlo Ginzburg o Jacques Le Goff, Burke es representante de una generación que amplió la mirada sobre qué es hacer historia, llevando al centro de la escena la vida cotidiana, las fiestas, los gestos, los sueños, así como los saberes y las técnicas, artesanales o eruditos. Varios de sus trabajos, como Popular Culture in Early Modern Europe (1978), Sociology and History (1980), The Renaissance (1987), The French Historical Revolution: The Annales School 1929-89 (1990), se han convertido en obras de referencia. La historia del conocimiento es una nueva especialidad que Burke impulsa desde la década de 1990, y que resulta de la confluencia de por lo menos tres líneas: la historia del libro, la historia de la ciencia y los estudios sociales de la ciencia y la tecnología. Como el propio Burke señala, el campo se está institucionalizando, con grupos de investigadores en las universidades de Múnich y Oxford, dedicados al comienzo de la Edad Moderna; nuevas cátedras, como la de Culturas del Conocimiento a Comienzos de la Europa Moderna, en la Universidad de Erfurt. Burke también suma a su listado centros como el Instituto Max Planck de Historia de la Ciencia en Berlín, fundado en 1994; y el Centro de Historia del Conocimiento en Zurich, fundado en 2005, e insiste en la importancia de la consolidación de esta "semidisciplina", como la llama, en tanto superadora de visiones previas. Sostiene que el área debe enfrentar tres desafíos. El primero demanda ir más allá de la noción de "ciencia", acuñada en el siglo XIX, teniendo cuidado en el uso de este término para evitar anacronismos ("lo que los historiadores más detestan", acota pedagógicamente). El segundo desafío supone recuperar los conocimientos prácticos de los oficios, es decir, de los sectores populares, y es consecuencia "del interés académico en la cultura popular, incluidos los conocimientos prácticos de los artesanos y curanderos". Finalmente, "el tercer y más decisivo desafío" tiene que ver con el surgimiento de la historia global y con la concomitante necesidad de incorporar los "logros intelectuales de las culturas no occidentales". Aquí, nuevamente, surge la cuestión de la "ciencia", en la medida en que se trata de una forma particular, situada, de producir conocimiento. De alguna manera, entonces, debe entenderse la historia del conocimiento como un esfuerzo por visibilizar y entender el aporte de "los otros", entendidos en varias dimensiones. Está claro que Burke tiene antecedentes notables para responder a los primeros dos desafíos. Pero no parece tan preparado para responder al tercero. Volveremos sobre este punto, porque es crítico.

El libro está organizado en cuatro secciones principales, más una Línea del Tiempo y una serie de Lecturas sugeridas. La primera sección, "Los conocimientos y sus historias", es la más breve e incluye cuatro subsecciones: La historiografía, ¿Qué es el conocimiento?, Los conocimientos (en plural) y La historia y sus vecinos. Ese aquí donde Burke intenta a la vez definir y delimitar el territorio, de dos maneras: terminológicamente, discutiendo distintos modos de llamar al

conocimiento en diversas tradiciones; y disciplinariamente, explorando los límites y solapamientos con otras líneas de trabajo en las ciencias sociales y humanas, como la sociología y antropología del conocimiento, los estudios poscoloniales y hasta el "giro cognitivo" en la economía. Es un recorrido veloz pero estimulante, porque plantea algunos interrogantes básicos sobre las condiciones de producción de conocimiento.

La segunda sección es la más extensa. Se titula "Conceptos" y tiene 19 subsecciones que se parecen bastante a las entradas de una enciclopedia especializada; de hecho, el autor describe esta sección como un "glosario" y los ítems están organizados alfabéticamente. Algunas entradas son interesantes porque se lo ve a Burke "hacer justicia" con investigadores contemporáneos, es decir, evaluar y ponderar el aporte de varios nombres. Por ejemplo, en la entrada Conocimientos sojuzgados, ocupa un lugar central su comentario sobre el libro Orientalismo de Edward Said, presentado como un "célebre y controvertido estudio". Cualquiera familiarizado con el mundo cultural anglosajón sabe las prevenciones que despierta el calificativo "controversial" (en inglés): es una invitación a tomar distancia a priori. Una muestra de la posición de Burke frente al libro de Said: tras consignar que el trabajo fue crítico con los estudios anteriores sobre el tema, destaca que "a su vez ha sido objeto de numerosas críticas por reducir el interés de Occidente por 'Oriente' al deseo de dominar, ignorando a muchos investigadores a quienes sólo movía la curiosidad desinteresada, como suele suceder con los investigadores". La cita es tan reveladora de cierta ingenuidad política de Burke que no requiere comentarios. Tras mencionar trabajos para apoyar su argumento, se concentra en la India, incorpora breves menciones a los aportes locales, y concluye aseverando que "la producción británica del conocimiento sobre la India fue una verdadera producción conjunta, el resultado de un diálogo entre diferentes grupos, 'aunque no siempre en igual medida' ", citando a Trautmann. La entrada cierra con la propuesta de uso del término "negociación" para designar este trabajo conjunto, sobre el que, sin embargo, reconoce que "es algo escurridizo". En compensación, un uso generoso del impulso por "hacer justicia" se ve en la entrada Intelectuales y polímatas, donde Burke reivindica a Michael Polanyi y, más significativamente, a Jared Diamond ("un fisiólogo que pasó a la ornitología"), de quien menciona, sin comentarlas, dos obras que incluye en el área de la "historia mundial": Guns, Germs, and Steel. The Fates of Human Societies (1987), y Collapse. How Societies Choose to Fail or Survive (2005).

Hay también entradas enlazadas, como las referidas a Disciplina, Interdisciplina, Órdenes del conocimiento y Profesionalización, que además se vinculan con la mencionada sobre Intelectuales y Polímatas. También están enlazadas las entradas sobre Gestión del conocimiento y Sociedad del conocimiento. En respuesta a tendencias recientes, Burke incluye una entrada sobre Innovación, donde hace un recorrido por autores que podría considerarse un poco caprichoso; y otra, limitada, sobre Regímenes de ignorancia, una línea de trabajo sin duda novísima. En varios casos Burke se pregunta qué aportaron o podrían aportar los historiadores, privilegiando tácitamente esta disciplina. Sin embargo, es sugestivo que en las dos primeras entradas, Autoridades y monopolios, y Conocimiento tácito, se apoye mucho

en teorizaciones canónicas de Pierre Bourdieu.

La tercera sección se denomina "Procesos" y tiene seis subsecciones: Intentos de objetividad, Recopilación de conocimientos, Análisis de conocimientos, La difusión del conocimiento y El uso de los conocimientos. Es una sección bastante clásica, en la que Burke parece cómodo, en tanto resulta la más directamente vinculada con la historia de la ciencia cruzada con un poco de epistemología. Hay apartados sobre el desarrollo de metodología, un poco sobre instrumentos y expediciones, sobre censura, sobre difusión, sobre popularización. En el apartado sobre La construcción de la República de las Letras, es interesante notar que en diálogo con autores no "controvertidos" como George Basalla, Burke es menos conservador al aludir a las relaciones de poder entre países, reconociendo la validez de estudios que enfatizan "los vínculos entre la ciencia occidental y el imperialismo occidental".

La cuarta sección se titula "Problemas y perspectivas", y tiene dos subsecciones que corresponden a las dos nociones del título principal. Es una sección orientada francamente a la discusión teórica. Los "Problemas" son ocho. Algunos son nudos ineludibles para un historiados, como: Historias internas / Historias externas, Anacronismo, o Triunfalismo. Otros suponen diálogos que exceden esta disciplina, como Continuidades / Revoluciones (en el que Thomas Kuhn ocupa un lugar central con The Structure of Scientific Revolutions, 1962); Agente / Sistema (donde reaparece Bourdieu); Relativismo (que empalma con una entrada en la sección anterior sobre Conocimiento situado y menciona nuevamente a Kuhn, pero también a David Bloor, además de dialogar con la antropología); y Constructivismo, donde ocupan un lugar central Laboratory Life (1979), de Bruno Latour y Steven Woolgar, y The Manufacture of Knowledge, de Karin Knorr-Cetina (1981). Resulta indicativo del espíritu conciliador de Burke que, en referencia tácita a las science wars de la década de 1990, comente en este apartado que el debate entre "descubrimiento" e "invención" parece "haberse acomodado en un punto medio". Finalmente, la sección incluye el hoy inevitable apartado sobre Género, que es el más largo, con referencias a Donna Haraway, Ann Shteir, Bonnie Smith, Eileen Power y el "trabajo pionero" de Alice Clark. Es significativo que Burke reduzca aquí notablemente sus comentarios valorativos, limitándose a presentar diferentes enfoques.

La subsección "Perspectivas" funciona como epílogo. Burke revisa a vuelo de pájaro el estado del campo en las historias específicas que pueden contribuir a la historia del conocimiento, como la militar, la global, la llamada "Grande" o "Profunda" (que abarca grandes períodos de tiempo), así como los aportes de los estudios cognitivos. Al quedar en evidencia la heterogeneidad de las corrientes que podrían confluir en el área, surge la pregunta por la posibilidad —o hasta la conveniencia—de su consolidación.

Finalmente, como dijimos, la edición incluye una "Línea de tiempo" de bibliografía "selecta", que comienza en 1605 con *Advancement of Learning*, de Francis Bacon, e incluye unas pocas obras de los siglos XVIII y XIX, como **Anleitung zur Historie der Gelahrtheit** (1718), de Gottlieb Stollen; **Esquisse d'un tableau historique des progrès de l'esprit humain**, de Condorcet; o *Histoire des sciences et des savants* (1873), de Alphonse de Candolle. La cronología se inclina decididamente a favor del siglo XX, acelerándose fuertemente a partir de la década del setenta:

se trata de una especialidad novísima. Es evidente en este listado un esfuerzo por ampliar el campo de los saberes, en el sentido de los tres desafíos presentados por Burke que comentamos previamente. Son testimonio de ello muchos de los nombres mencionados, como Said, Haraway, Bourdieu o Latour, o algunos en los que no nos detuvimos, como Walter Mignolo y Edgardo Lander. Claro que, por referirnos a una sola dimensión representativa, el único libro citado escrito originalmente en español es el compilado por Lander, La colonialidad del saber. Eurocentrismo y ciencias sociales. Una perspectiva latinoamericana (2000), cuyo hallazgo despierta inmediatamente el interrogante de cómo llegó ahí. Porque debe observarse que incluso los libros publicados originalmente en francés y alemán son minoritarios. En todo caso, el lugar de autoridad de Burke queda de manifiesto no sólo por su atrevimiento para convocar y articular a autores tan diversos, sino también por su capacidad para, a su vez, consagrarlos. El listado también deja en evidencia los límites de ese esfuerzo ampliatorio. En su reseña del libro, precisamente, Judge (2017: 183) señala la poca familiaridad de Burke con la historia del conocimiento en China. Que toda selección puede ser criticada, sin embargo, queda en evidencia al sumar la crítica de Rens (2006), quien sostiene que en la "Línea del tiempo", las áreas de la historia de las disciplinas y de la historia de las humanidades, de reciente consolidación, están bien representadas, pero que no ocurre lo mismo con la historia de la ciencia. Él mismo ensaya una respuesta: que quizás Burke haya querido evitar una selección que podría haber sido criticada, evitando así abrir una "caja de Pandora". En segundo lugar, se muestra sorprendido por el hecho de que la historia del conocimiento de Burke no sea acompañada por una epistemología, en la misma medida en que la historia de la ciencia es acompañada por la filosofía de la ciencia.

Como el propio Burke (2009) escribió sobre Goody, algunos autores tienen varias vidas intelectuales. Burke tiene ya una consagrada como historiador de la cultura, y una segunda en consolidación como historiador del conocimiento. Las ausencias y tensiones que quedan a la vista tras la lectura de ¿Qué es la historia del conocimiento? hablan de un área en sus etapas iniciales, una suerte de work in progress vital y prometedor que tiene, todavía, un camino por recorrer para ganar reconocimiento.

## Referencias bibliográficas

Bod, Rens (2006). "Peter Burke, What Is the History of Knowledge?", *History of Humanities*, otoño, pp. 426-428.

Burke, Peter (2009). "Jack Goody and the comparative history of the Renaissances", *Theory, Culture and Society*, Vol. 26, No. 7-8, diciembre, pp. 16-31.

Judge, Joan (2017). "What Is the History of Knowledge? By Peter Burke (review)", *Canadian Journal of History*, Vol. 52, No 1, primavera-verano, pp. 182-184.

Olson, David R. (2007). "Whatever happened to the Toronto School?", en: Watson, Rita; Blondheim, Menahen (eds.): *The Toronto School of Communications Theory: Interpretation, extension, applications.* Jerusalem, University of Toronto Pres, The Hebrew University Magnes Press, pp. 354-360.

## Cecilia Gárgano (comp.). Ciencia y dictadura: trayectorias, agendas de investigación y políticas represivas en Argentina

Inta Ediciones, 2015.

por Pablo Souza<sup>1</sup>

Inta Ediciones, a través de su colección Institucional, nos ofrece la publicación del presente libro compilado por la doctora Cecilia Gárgano, joven y sólida investigadora del centro de estudios de historia de la ciencia y la técnica "José Babini", de la Escuela de Humanidades (EH) de la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM). Ciencia y dictadura es el tema de investigación axial de la presente obra, así pues valdrá la pena detenerse un instante en él, sondear su propia historia tanto local como internacional como parte del contexto en que se inscriben las herramientas hacia donde deciden orientar su búsqueda la compiladora y los autores.

En el plano local es una preocupación colectiva sobre un tema largamente anhelado desde mediados de los años noventa, por varios investigadores e investigadoras locales que percibían el enorme (e injusto) vacío existente. Consecuencia de tal preocupación es el trabajo de Cristina Mantegari y Diego Hurtado que rescató la historia de la violenta intervención sufrida por la UBA en 1966 a manos de la dictadura de Onganía, conocida como Noche de los Bastones Largos, devenida en un documental de similar nombre que fue pilar en la conformación del espacio educativo Canal Encuentro. Por su parte a nivel internacional los estudios interesados por las relaciones entre distintos poderes dictatoriales y los usos de la ciencia, la tecnología y la medicina, forman un repositorio bibliográfico imponente, de escasa circulación en lengua castellana. Acaso uno de los indispensables –su plus de merito radica en contar con una buena traducción- es el texto de Loren Graham titulado El fantasma del Ingeniero Ejecutado que muestra en un relato -contundente como pocos- la tensión existente entre el formidable esfuerzo de industrialización impuesto por los planes quinquenales del estalinismo y, por su parte el trato inhumano y brutal extendido por la "ingeniería soviética" hacia el conjunto de trabajadores empleados en las megalómanas construcciones del régimen, entre otras la mayor central hidroeléctrica de su época ubicada en el rio Dniéper, la planta siderúrgica de la ciudad de Magnitogorsk y el canal del Mar Blanco. La ingeniería soviética promocionada como una de las bases intelectuales de esas obras, fue denunciada por el protagonista del libro -Peter Palchinsky- como una brutal avanzada sobre las vidas de los trabajadores, denuncia que lo puso frente a las conocidas

<sup>1</sup> Profesor de historia (FCH-UNICEN); Magister en política y gestión de la ciencia y la tecnología (EP – FCE – UBA); doctor en historia (FFyL-UBA) Docente e investigador del centro de estudios de historia de la ciencia y la técnica "José Babini"; adjunto a cargo de la cátedra de historia social de la ciencia, la técnica y la medicina EH-UNSAM/FCE-UBA.

purgas estalinistas, acusado de ser el cabecilla de un supuesto "partido industrial" alzado contra el régimen. Sin duda no es el único; se insistirá en que la lista bibliográfica es amplia e incluye verdaderos clásicos en la materia, como el libro de Mark Walker publicado en 1995 sobre el proyecto atómico nazi, titulado *Nazi Science*. *Myth, truth and the German atomic bomb*, o también el de Alexei Kojevnikov, publicado en el año 2005, titulado *Stalin´s Great Science*. *The Time and Adventure of Soviet Physicists*, ambos interesados en las complejas relaciones sostenidas por sus respectivos regímenes dictatoriales y la física de su época. En simétrica línea de análisis cabe mencionar el libro publicado en 1983 por Paul Weindling titulado *Health, Race and German politics between national Unification and Nazism 1870–1945*. Cuyo período final aborda las complejas relaciones existentes entre las comunidades médicas alemanas y el ascenso del nacional socialismo, al punto de transformarse en intérpretes intelectuales de la doctrina racial nazi.

De nuevo en suelo local, bien señala la compiladora en la introducción temática que el autodenominado "Proceso de Reorganización Nacional", había sido explorada en forma prolífica, y por ello mismo afloró la sensación (la necesidad) de explorar nuevos rumbos. Con ello la posibilidad de abrir nuevas y fértiles agendas de investigación era (y aún es) una convicción profunda. Las relaciones entre las comunidades científicas, tecnológicas y médicas y la dictadura de 1976 figuran entre esos nuevos rumbos.

Los dos primeros textos realizan muestran resultados asociados respecto de los sucesos implicados en la vida de una institución insignia de la ciencia local, como fue (y es) el Conicet. Adriana Feld y Laura García exploran temas solidarios entre sí, y cuya lectura conjunta permite apreciar un aspecto no menor de las relaciones entre instituciones científicas bajo el régimen militar.

Según la primera autora Conicet llegó a los años de plomo tensado por la coexistencia de grupos antagónicos formados durante los últimos años de vida de Bernardo Houssay, referente máximo de la institución hasta su muerte en Setiembre de 1971. Esos grupos se identificaron como los grupos católicos y de izquierda, dicotomía que reflejaba a su vez la tensión entre tendencias ideológicas conservadoras y progresistas dentro del peronismo, desde el ascenso de Campora hasta Marzo de 1976. En tal sentido la llegada de Oscar Ivanissevich al Ministerio de Educación y Cultura una vez fallecido Juan Domingo Perón, preanunció el triunfo de los sectores católicos que aportarían el plantel de ministros hasta la recuperación democrática en 1983. En este contexto, las universidades nacionales y el propio Conicet fueron sometidos a intensas prácticas represivas, que implicaron cesantía, desvinculación y luego migración de personal científico y técnico. Sin embargo -sostiene Feld- hubo diferencias en el destino de ambas instituciones. A diferencia de las universidades, Conicet tuvo una expansión de su presupuesto, así como también de la cantidad de institutos en que aquel se ejecutaba. En tal sentido es importante mencionar la ejecución de un préstamo extendido por el BID en 1979, signado por la discrecionalidad en la aplicación de los fondos, que benefició a los directores de institutos.

Por su parte Laura García rescata buena parte de estos tópicos, haciendo foco a través de la revista *Sociológica*. *Revista Argentina de Ciencias Sociales*, editada con

subsidios de Conicet durante los años 1978 a 1984. Dicha revista representó al denominado Centro de Ciencias Sociales, ambos espacios dirigidos por Roberto José Brie, doctor en filosofía y sociólogo de estrechos vínculos con la Sociedad Tomista Argentina y diversas corrientes de pensamiento nacionalistas y católicas. Brie representa el paradigma del miembro de Conicet que asciende en meteórica carrera dentro de la institución hasta ocupar una banca en el Directorio. Su perfil ideológico abrió las puertas necesarias ejemplificando en su biografía los datos de contexto señalados por Adriana Feld como parte de la dinámica institucional. Entre otros 1) La discrecionalidad en el manejo de los fondos de investigación, 2) La dinámica de creación de institutos sin mayores controles, 3) La dirección de los mismos a manos de investigadores cercanos al catolicismo y enfrentados a la "infiltración marxista" a las universidades y en el complejo entramado institucional.

Similar delimitación de trayectorias ocurre con el tercer y cuarto capítulo, a cargo de Ana Fernández Larcher y Ana Spivak L´Hoste. Ambas autoras estudian la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), en especial las tensiones existentes entre las interpretaciones oficiales —o también las más extendidas— y los recuerdos personales de investigadores y personal adscripto —"nativos" según nos enseña el particular lenguaje etnográfico— que ponen en tensión tales versiones. Los trabajos de ambas investigadoras completan un breve y potente arco temporal de poco más de una década, signada —igual que Conicet— por un crecimiento presupuestario y al mismo tiempo vaivenes políticos contundentes, que pusieron en jaque la estabilidad de las trayectorias que había desarrollado la institución desde su fundación en 1950 por Juan Domingo Perón a través del decreto 10.936/50.

Ana Fernández Larcher hace foco sobre los años 1973 a 1976, en un trabajo que combina el uso de métodos etnográficos y el registro de fuentes primarias, tras la pista de las experiencias políticas realizadas por el personal de la institución en dichos años, y en estrecha relación sobre el problema de la memoria y el olvido de dichas experiencias. La autora muestra en su texto la existencia de una intensa experiencia de politización, ejemplificada en el funcionamiento del Concejo Coordinador –el COCO– ramificadas en un número de veinte mesas de trabajo que nuclearon a más de doscientos cincuenta miembros, que debatieron la completa vida de la institución. Desde el papel de las burocracias en la CNEA, a la crítica del "desarrollismo" por ideología lábil y poco consecuente con la autonomía económica y nuclear, sin olvidarse de la política nuclear a seguir para cortar lazos de dependencia tecnológica con los países centrales, las mesas de trabajos del COCO, fueron un espacio de discusión del plan atómico puesto en marcha por el interventor Pedro Iraolagoitía a pocos días de asumido el gobierno de Héctor Cámpora. Plan nuclear que será depurado de su impronta democratizadora y social –la tan denostada retorica popular – y retomado a pie juntillas luego de marzo de 1976, en los tiempos de la controvertida intervención de Carlos Castro Madero.

Intervención, controversia y período que aborda Ana Spivak L'Hoste en el cuarto capítulo del presente libro. La autora busca hacer foco sobre la tensión interpretativa y valorativa que atraviesa la historia de la CNEA durante la dictadura, con el fin explícito –al igual que en anteriores trabajos de su autoría– de problematizar una mirada en exceso optimista sobre los éxitos de la institución durante los siete

años del proceso de reorganización nacional. Mirada presente en antiguos miembros de la institución, en prensa oficial y prensa diaria, en documentos públicos, en artículos de divulgación, en trabajos de otros investigadores que han estudiado la energía atómica local. En el apartado titulado controversia y dictadura la autora hace foco sobre tres ejes de discusión: 1) El incremento del presupuesto de la CNEA, 2) El papel de los proyectos en marcha a la llegada de la dictadura y 3) Los efectos del terrorismo de estado en la CNEA. Los presupuestos se multiplicaron en forma exponencial y si bien ese dato es valorado positivamente en varios relatos sobre el período, la autora señala las dificultades que esto trajo dado que la mayor capacidad para adquirir bienes y servicios en el mercado internacional, implico el desmantelamiento de la red de proveedores locales. Seguidamente, afronta el problema de los proyectos en marcha en CNEA durante los años previos al golpe. Al respecto se ha valorizado en forma positiva la cristalización de obras de envergadura como la central atómica Candu, Atucha II, la fabricación de combustibles para reactores, la creación de la empresa INVAP, entre otras. Las voces rescatadas por la autora señalan "la desestabilización" de las lógicas de trabajo previas, que implicó la llegada de esos proyectos de la mano de los recursos florecientes. Por último a la hora de afrontar los efectos del terrorismo de estado, la autora tensiona la figura de la protección, concedida a la figura del interventor Carlos Castro Madero. Invocado como protector por muchos de los relatos que hablan del período, convivió con miembros desaparecidos, cesanteados, prescindidos, con lógicas institucionales de premios y castigos, y con el fomento de un clima de delación.

El quinto capítulo está a cargo de Victoria Castro quien aborda el estudio de la construcción de una planta modelo experimental de agua pesada, llevada adelante por el Instituto para el Desarrollo Tecnológico de la Industria Química (INTEC) fundado en 1975 y el Instituto de Desarrollo y Diseño Ingeniería Argentina (INGAR) creado en 1980 a partir de la anterior institución. Como parte del intento de la CNEA de avanzar en el refinamiento de uranio natural, se planteó la necesidad a inicios de los años setenta de construir una planta de agua pesada, uno de los moderadores y refrigerantes clásicos usados en las empresas atómicas, desde el proyecto Manhattan en adelante. Obtener agua pesada es uno de los tantos obstáculos a sortear en la conquista de la autonomía tecnológica en materia nuclear, y tal obstáculo se abordó en plena dictadura militar, a través del desarrollo del proyecto de una planta modelo que fue abordado por ambos institutos dependientes de la Universidad del Litoral y en ella de un potente equipo de ingeniería química cuyo padrino científico fue el doctor Alberto Cassano. La tensión trabajada por la autora hace foco en el curioso destino de la planta experimental; una vez finalizada la misma –y confirmadas las refinadas pericias académicas del grupo que la construyó- es dejada de lado, para pasar a comprar una Planta Industrial de Agua Pesada (PIAP) llave en mano a la firma Suiza Sultzer Brother, actual proveedora de agua pesada para las tres centrales nucleares locales.

El sexto capítulo está a cargo de Gabriel Matharan y Oscar Vallejos y discuten en términos frontales la imagen clásica de la relación entre la dictadura y las universidades, a través del caso del Departamento de Hidrología General y Aplicada (DHGyA) de la Universidad Nacional del Litoral, entre los años 1970 y 1983. En

líneas generales los autores muestran una institución en expansión, y beneficiada con un financiamiento generoso, que contrasta con la imagen de universidades intervenidas, desfinanciadas y descalabradas en su funcionamiento cotidiano. De gran interés es el hecho de tomar una institución que atraviesa las dos últimas dictaduras, abordadas por los autores desde el clásico concepto de Estado Burocrático Autoritario (EBA) propuesto por Guillermo O'Donnell. En tal sentido los trece años estudiados del Departamento de Hidrología permiten aproximarse a las relaciones -identificadas como claves para la región- que dichas juntas militares tuvieron con los recursos hídricos de la Cuenca del Plata, y en especial con los recursos intelectuales destinados a abordar el estudio de la cuenca. Los problemas asociados a las inundaciones y a la provisión de agua potable en la región, fueron las causas que llevaron a la fundación de Departamento como parte de la reorganización de la Universidad del Litoral. Reorganización y fundación tomadas por los autores como parte del impulso modernizador y autoritario propio de las conducciones políticas de la época. Tal marca de origen, se traducirá en una agenda de investigación "despolitizada" y atenta solo a la "eficiencia técnica" de la producción intelectual. El Departamento de Hidrología se posicionó como productor de informes técnicos para gobiernos autoritarios, necesitados de respuestas a problemas acuciantes, además de su actividad académica clásica. Y este posicionamiento fue el que le ganó un nicho de visibilidad y en estrecha relación, una fuente de financiamiento segura.

Cierra el libro un artículo de la compiladora que focaliza sobre la intervención militar en el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), como parte de una agenda abordada en sus investigaciones doctorales, sobre las relaciones entre tecnología agropecuaria y dictadura. De los siete textos incluidos es el que aborda con mayor énfasis y precisión el problema de la intervención represiva en una institución de la relevancia que INTA posee en el abanico de instituciones científicas y tecnológicas locales. En tal sentido nos muestra el quiebre que sufre la agenda de trabajo de la institución, afectada desde un inicio por el encarcelamiento, la cesantía del personal y en especial, la desaparición de personas. La fatídica intervención a la sede Castelar el 29 de marzo de 1976 es descrita por la autora con precisión y detalles, igual que la escalada de cesantías y persecución ideológica –la caza de brujas rojas- que le siguió a ese hito represivo, haciendo gala de una riqueza de fuentes primarias pocas veces vista. Pero acaso uno de los mayores logros del trabajo –logro alcanzado ya en trabajos previos y en su tesis doctoral– es el de asociar en forma estrecha el relato sobre las prácticas represivas al cambio en la agenda de trabajo de INTA. Con la escalada represiva vino el cierre de la Escuela de Graduados en Ciencias Agropecuarias, la transformación de la agenda de estudios de economía agraria y sociología rural que abandonó el estudio de actores sociales y estructurales para focalizarse en problemas de costo y administración. El área de fitomejoramiento vegetal presenció el creciente traspaso de recursos propios al ámbito privado, relegándose al INTA al lugar de facilitador de materiales genéticos y proveedor de investigaciones técnicas sobre variedades poco atractivas para el sector privado. Punto de capital importancia sobre el que hace foco la autora es el dramático cambio en el papel del extensionista rural, tema central en la agenda

de vinculación de las distintas estaciones experimentales con sus regiones. De ser considerado "el médico clínico local" en materia rural, o también el "agrónomo de terreno", derivó hacia una asesoría técnica destinada a los grandes terratenientes interesados en intensificar la productividad de sus tierras.

El lector podrá apreciar en la obra un conjunto de trabajos que dan pistas –fuentes, preguntas, problemas y perspectivas— para empezar el arduo trabajo historiográfico de abordar las relaciones entre ciencias y dictaduras en suelo local, temas que lejos están de cerrarse o agotarse como campos de investigación. A pesar del deseo –manifiesto en nuestros días— expresado por varios ministros, periodistas e historiadores de turno (y de derechas) de reconciliar a la sociedad con la obediencia debida, y de impulsar una poco sutil aritmética en el conteo de desaparecidos, los archivos que nos hablan de las prácticas represivas en el complejo científico y tecnológico local aún esperan a los profesionales interesados en explorarlos, interesados también en buscar —a través de esos procesos— claves para entender algunos de los rasgos de nuestro régimen de producción de saberes.