

CONTRA VIENTO Y MAREA

EMERGENCIA Y DESARROLLO DE
CAMPOS CIENTÍFICOS EN LA PERIFERIA:
ARGENTINA, SEGUNDA MITAD
DEL SIGLO XX

Pablo **Kreimer** (editor)

Susana V. **García** | Matthieu **Hubert** | Hugo
Ferpozzi | Cecilia **Gárgano** | Federico **Briozzo** |
Gabriel **Matharan** | Adriana **Feld** | Oscar R.
Vallejos | Adriana A. **Stagnaro**

CONTRA VIENTO Y MAREA

Contra viento y marea : emergencia y desarrollo de campos científicos en la periferia : Argentina, segunda mitad del siglo XX / Pablo Kreimer ... [et al.] ; editado por Pablo Kreimer. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : CLACSO, 2016.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-722-220-3

1. Argentina. 2. Ciencias Marinas. 3. Ciencia. I. García, Susana V. II. Kreimer, Pablo, ed.

CDD 509

Otros descriptores asignados por CLACSO:

Ciencia / Políticas Públicas / Estado / Desarrollo / Mercado /Universidad /
Investigación Científica / Planificación/ Modernidad Periférica / Iberoamérica

Colección Grupos de Trabajo

CONTRA VIENTO Y MAREA

EMERGENCIA Y DESARROLLO DE CAMPOS CIENTÍFICOS EN LA PERIFERIA: ARGENTINA, SEGUNDA MITAD DEL SIGLO XX

**Pablo Kreimer
(editor)**

**Pablo Kreimer | Susana V. García |
Matthieu Hubert | Hugo Ferpozzi | Cecilia Gárgano |
Federico Briozzo | Gabriel Matharan | Adriana Feld |
Oscar R. Vallejos | Adriana A. Stagnaro**



Consejo Latinoamericano
de Ciencias Sociales



Conselho Latino-americano
de Ciências Sociais

Secretario Ejecutivo de CLACSO Pablo Gentili

Directora Académica Fernanda Saforcada

Colección Grupos de Trabajo

Coordinador del Área de Grupos de Trabajo Pablo Vommaro

Asistentes Rodolfo Gómez, Giovanni Daza y Alessandro Lotti

Área de Acceso Abierto al Conocimiento y Difusión

Coordinador Editorial Lucas Sablich

Coordinador de Arte Marcelo Giardino

Primera edición

Contra viento y marea. Emergencia y desarrollo de campos científicos en la periferia:

Argentina, segunda mitad del siglo XX (Buenos Aires: CLACSO, diciembre de 2016)

ISBN 978-987-722-220-3

© Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales

Queda hecho el depósito que establece la Ley 11723.

CLACSO

Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales - Conselho Latino-americano de Ciências Sociais

Estados Unidos 1168 | C1023AAB Ciudad de Buenos Aires | Argentina

Tel [54 11] 4304 9145 | Fax [54 11] 4305 0875 | <clacso@clacsoinst.edu.ar> | <www.clacso.org>

Patrocinado por la Agencia Sueca de Desarrollo Internacional  **Asdi**

No se permite la reproducción total o parcial de este libro, ni su almacenamiento en un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio electrónico, mecánico, fotocopia u otros métodos, sin el permiso previo del editor.

Este libro está disponible en texto completo en la Red de Bibliotecas Virtuales de CLACSO <www.biblioteca.clacso.edu.ar>

La responsabilidad por las opiniones expresadas en los libros, artículos, estudios y otras colaboraciones incumbe exclusivamente a los autores firmantes, y su publicación no necesariamente refleja los puntos de vista de la Secretaría Ejecutiva de CLACSO.

ÍNDICE

1. Contra viento y marea en la ciencia periférica:
niveles de análisis, conceptos y métodos.

Pablo Kreimer | 9

2. El mar en la ciencia argentina:
las ciencias marinas a mitad del siglo XX

Susana V. García | 61

3. La emergencia de la nanociencia y nanotecnología en Argentina

Matthieu Hubert | 87

4. De Milstein a la bioinformática. Emergencia y desarrollo
de la biología molecular en la Argentina

Pablo Kreimer y Hugo Ferpozzi | 105

5. Genética vegetal en Argentina. Conformación de un campo
de investigación y de un ciclo histórico en la producción
y apropiación de conocimiento científico

Cecilia Gárgano | 145

6. Híbridez y uso. Abastecimiento de radioisótopos en la emergencia de la Medicina Nuclear en Argentina (1950-1971)	
Federico Briozzo	175
7. La constitución del campo de la investigación petroquímica en la Argentina (1966-1983).	
Gabriel Matharan y Adriana Feld	221
8. El desarrollo de la informática en el espacio científico argentino: la conformación de un marco estructural.	
Oscar R. Vallejos	249
9. Prácticas científicas y sus configuraciones en la Argentina de los noventa.	
Adriana A. Stagnaro	273
Sobre los autores	297

CONTRA VIENTO Y MAREA EN LA CIENCIA DE LA MODERNIDAD PERIFÉRICA: NIVELES DE ANÁLISIS, CONCEPTOS Y MÉTODOS

Pablo Kreimer

1. ¿POR QUÉ? ¿POR QUÉ?

Podría comenzar diciendo que este libro, que aborda la historia de la emergencia y desarrollo de diversos espacios de la ciencia **NO ES** un libro de historia de la ciencia. No lo es, en el sentido estricto de que no creemos que la ciencia pueda ser una actividad que pueda explicarse por fuera de la(s) sociedad(es) de donde surge y con las que interactúa, las cuales se modelan, según creemos, mutuamente.

Podría decir, en cambio, que se trata de un libro de historia social a secas, ya que entendemos que la historia de la ciencia es, simplemente, una parte de la historia de la sociedad. Eso nos acercaría un poco más a nuestro propósito pero, aun así, se queda un poco corto. Porque lo que nos interesa es algo un poco más ambicioso: tomando como puerta de entrada al desarrollo de nuevos campos de investigación de las llamadas “ciencias duras”, pretendemos observar diversos procesos sociales, políticos, culturales o económicos que han tenido lugar en el largo período que va desde el fin de la Segunda Guerra Mundial hasta los comienzos del siglo XXI.

Lo anterior puede llamar la atención a los estudiosos y académicos en las ciencias sociales, así como a un público más amplio, ya que las investigaciones y análisis sobre las diversas sociedades suelen poner la lupa en los acontecimientos políticos, en las dimensiones de la vida

simbólica, en los procesos educativos, en los aspectos culturales, en los vaivenes económicos, así como en los conflictos, luchas disputas, movimientos, y otras formas de organización, estructuración y de acción social. Sin embargo, historiadores y sociólogos suelen ignorar, respectivamente, la historia y la sociología de los conocimientos científicos, tal vez bajo la creencia de que “nada de cierta relevancia social se pueda encontrar allí”. Volveremos sobre este tema más adelante.

En todo caso, si nos ponemos de acuerdo en que el desarrollo de un período histórico determinado es un proceso necesariamente multidimensional tan complejo como lo es la vida social misma, abrir la puerta de entrada de algunos campos científicos puede ser una vía tan legítima como otras para poder observar y analizar qué cuestiones significativas han ocurrido durante esos años.

Así, este libro colectivo analiza el surgimiento de diversos campos científicos en la Argentina durante la segunda mitad del siglo XX. Dicho así, además de repetir el título, no parece que estemos diciendo mucho más. Y, sin embargo, cada uno de los términos de ese título merecen y deben ser explicados y justificados, ya que cualquiera nos preguntará, con toda razón:

Ya que quieren estudiar la ciencia, ¿Por qué eligen campos científicos y no especialidades, disciplinas, instituciones, personalidades destacadas, experimentos, universidades, laboratorios o, simplemente, la “comunidad científica”? Es una excelente pregunta, y nos remite al nivel de análisis y a la perspectiva teórica con la cual nos interesa indagar esta cuestión.

También nos podrán preguntar: ¿Por qué la Argentina y no otro país más relevante en la esfera internacional? O bien ¿por qué la Argentina y no el conjunto de países de América Latina? O incluso: si la ciencia es acaso universal, ¿qué sentido tiene focalizarse en lo que ocurre en un solo país? Aquí incluirá, sin dudas, la pregunta que le carcome desde que abrió el libro: ¿por qué “contra viento y marea”? ¿qué fuerzas ocultas conspiran contra el desarrollo de las realizaciones de nuestros supuestos héroes?

Finalmente, un inquisidor profesional no cesaría en su propósito, y nos abordaría con la siguiente cuestión, acerca de por qué caprichosa razón decidimos concentrarnos en la segunda mitad del siglo XX, más allá de los vínculos afectivos que nos unen con ese período, ya que todos los autores del libro nacimos durante esa misma época dorada.

Por supuesto vamos a intentar responder en esta introducción a esa tres preguntas, y seguramente a algunas otras que se derivan de ellas, y para ello discutiremos, entre otras cosas, el nivel de análisis y los conceptos movilizados para estudiar la ciencia, el peso de las dimensiones locales y las tensiones del proclamado universalismo de la

ciencia, así como una caracterización de las rupturas y las continuidades en los diferentes aspectos del desarrollo científico, entendido desde el vamos como un conjunto de prácticas heterogéneas, no reductibles en ningún caso a un solo tipo de actividad ni, por cierto, a un solo tipo de racionalidad.

Sobre los usos de la historia de las disciplinas resulta particularmente interesante el análisis de Lepenies y Weingart (1983). Estos autores señalan que hay, de hecho, diferentes grupos que producen historias de la ciencia, dirigidos a públicos diversos, cada una de ellas con diferentes funciones. En primer lugar identifican la función de legitimación, que reconoce dos vertientes bien diferentes, ambas producidas por los practicantes de una disciplina en particular: una volcada hacia el “gran público”, destinada a retratar el carácter “heroico” de los pioneros o fundadores de una disciplina determinada. En algunos casos, las historias dirigidas a un público masivo se enmarcan dentro de una batalla por la instalación legítima de un nuevo campo, que pretende hacerse un lugar entre las disciplinas ya establecidas. Estos trabajos se emparentan con las actividades de popularización científica, bajo la forma de divulgar los hallazgos de una disciplina. La otra vertiente tiene igualmente la función de legitimación, pero en el interior de una disciplina, orientada hacia los propios investigadores y, también, los estudiantes y nuevos ingresantes, para demarcar en forma retrospectiva las propias tradiciones hegemónicas en su interior.

Si las vertientes previas son consideradas como “internas” al propio campo habría, según los autores, otras historias “externas”, en particular provenientes de los estudios sociales de la ciencia (ESC), que “minimizan los logros heroicos y la santidad del elitismo, y transmiten una imagen de la ciencia de todos los días, una actividad social que no está a salvo de los desafíos de la rendición de cuentas democrática. Por lo tanto, no serían verdaderas ‘historias’ de las disciplinas, sino análisis sistemáticos que observan las condiciones de historicidad del desarrollo científico” (1983: 14).

A ambas vertientes se les intersecta la de los historiadores de la ciencia profesionales – a menudo con una formación inicial en el campo que estudian, o bien con una formación posterior para comprender mejor las cuestiones técnicas, teóricas o epistémicas – quienes toman distancia de la historia interna, e intentan vincular a la historia de las disciplinas con la historia más general, política, económica o cultural. Esta vertiente parece estar “en el medio” de las perspectivas “desde adentro” y las miradas o análisis “desde fuera” de la propia disciplina.

Hay, en este agudo análisis, una paradoja que los autores no parecen advertir: mientras que las diversas funciones que cumplen las diversas historiografías de las disciplinas, más allá de la difícil distinción

analítica entre la “historiografía de la ciencia profesional” y los “estudios sociales de la ciencia” (como señala acertadamente Pestre, 1995): ambas corrientes –en particular los ESC– consideran a las historias surgidas del propio campo como uno más de los materiales de análisis, sin atribuirle a priori mayor valor de verdad que a las manifestaciones de los practicantes de cualquier campo social. Se trata, en este caso, de tomar a las propias reconstrucciones de una disciplina en particular como *fuentes* que permiten retratar la posición de los actores en un momento histórico determinado. Este libro se inscribe, pues, en esta última perspectiva.

Al lector atento no se le escapará que queda por explicar el porqué de un trabajo colectivo. Sin embargo, para responder a eso no deberá esperar al desarrollo que sigue en las secciones siguientes, sino que lo diremos inmediatamente. Los autores de este libro provienen de diferentes formaciones y trayectorias, donde confluyen historiadores, sociólogos, antropólogos, graduados en comunicación, en literatura, convocados por el interés común en el desarrollo de la ciencia como producto y como transformador de nuestras sociedades. El trabajo colectivo nos permitió poner a dialogar a los diferentes campos que cada uno tomó para su análisis: desde la biología molecular a las ciencias del mar, desde la agricultura a la petroquímica, desde la informática hasta la biotecnología, de las nanociencias a la bioinformática y la medicina nuclear. Estos diálogos, desarrollados a lo largo de casi dos años nos fueron mostrando que, por supuesto, cada uno de estos campos tiene un conjunto de actores protagónicos y otros de reparto, que tiene intereses propios, que se desarrollan en instituciones particulares, con formas propias de observación o de experimentación, etc. Pero, al mismo tiempo, tienen también matrices comunes, en su desarrollo de medio siglo, y que sólo la puesta en perspectiva de su conjunto nos permite iluminar.

2. LOS CAMPOS CIENTÍFICOS Y LAS DISCIPLINAS. LA PREGUNTA POR EL NIVEL DE ANÁLISIS Y LA PERSPECTIVA ANALÍTICA O LA RELACIÓN ENTRE FACTORES SOCIALES E INTELECTUALES

Lo más fácil hubiera sido decir “vamos a analizar un conjunto de disciplinas” que surgen en un momento determinado. La noción de disciplina, gracias a su fuerte implantación en las formaciones universitarias, es comprendida por todos, tanto científicos “duros” (físicos, químicos, biólogos, astrónomos, entre otros), como “blandos” (ciencias sociales y humanidades), por las instituciones de políticas científicas e, incluso, por gente totalmente ajena al mundo científico.

Sin embargo, y a pesar de su carácter presuntamente neutro no “natural” la noción de disciplina responde, como toda otra manera de concebir alguna forma de organización –en este caso tenemos la di-

ficultad adicional de que es al mismo tiempo social y cognitiva– a un recorte específico, a una determinada concepción de la ciencia y de sus prácticas, a un modo particular de segmentar el mundo físico, natural o social.

Por supuesto, el aspecto más difícil para mostrar el carácter construido de una disciplina firmemente establecida es el hecho de que hay un conjunto de practicantes que se reconocen en ese “paraguas” general y se identifican, a menudo con lazos muy fuertes, con esa definición. Es lo que los antropólogos suelen llamar “definiciones nativas”, y que hacen que un grupo social más o menos amplio se identifique a sí mismo como “físicos”, “químicos” o “radioastrónomos”. Como los barcos dentro de las botellas, parece que las disciplinas “siempre hubieran estado allí”¹, sin que debamos preguntarnos las razones de semejante reparto del mundo entre estudiosos de diferentes disciplinas.

Digamos, como señala Heilbron, que “la imagen estándar de un orden disciplinario es que hay un universo claramente dividido en áreas ligeramente solapadas, cada una de ellas tomada como especialidad de un grupo de expertos profesionales. La metáfora territorial captura un rasgo esencial del régimen disciplinario: numerosas unidades organizadas, similares y relativamente autónomas coexisten, cada una con la función de producir y reproducir un cuerpo específico de conocimientos sobre una cierta parte de la realidad” (2004: 23-24). Esta metáfora encaja bien con la mayor parte de las definiciones nativas, que se sienten cómodos en ese reparto del mundo, al mismo tiempo epistémico y social.

Dicho de otro modo, la pertenencia a una disciplina parece garantizar a sus integrantes un conjunto de cuestiones o problemas de tipo intelectual que les corresponde, dentro del reparto general, como objeto de estudio legítimo. Al mismo tiempo, desde una visión ciertamente estática e idealizada, este reparto tiene su correlato en una organización social en donde encuentran su identificación colectiva y, por lo tanto, un colectivo disciplinario será aquel que comparta un conjunto de problemas a ser investigados –una región del amplio mundo investigable– un conjunto de teorías relativamente coherentes que sienten las bases de su comprensión, y una organización social que opere como sostén institucional garantizando lo que podríamos llamar la “reproducción simple” de la disciplina. Ello se da través de la formación de nuevas generaciones, en los departamentos universitarios, en la obtención de recursos en las agencias de financiamiento de la investigación (también generalmente organizadas en forma disciplinaria), en asociaciones profesionales, congresos, etc. En última instancia, este

¹ Tomo la imagen del conocido texto de Harry Collins (1975)

modelo tiene un punto fuerte de anclaje en la conocida correspondencia kuhneana entre paradigma, que en una de sus muchas acepciones remite a un conjunto de teorías relativamente articuladas que gobiernan la ciencia normal y, en otra de sus acepciones, refiere a “aquello en lo que cree una comunidad científica”. Recordemos, de hecho, que en el *post scriptum* Kuhn ya abandona parcialmente la noción de paradigma (objeto de múltiples críticas y debates) y propone en cambio aquella de *matriz disciplinaria* (Kuhn, 1970).

Rudolf Stichweh, discípulo de Luhman, hace una buena síntesis, al plantear que las disciplinas científicas modernas son una “invención” de finales del siglo XVIII y comienzos del XIX. En ese sentido, es bastante poética (por cierta resonancia borgeana sobre la fundación de Buenos Aires) y contundente la expresión de Blanckaert (2006:48), para mostrar el carácter relativamente reciente del universo disciplinario: “el sistema disciplinario nació ayer. Lo creíamos, muy erróneamente, eterno como el mundo”. Señala, incluso, que la palabra misma no aparece explícitamente hasta la Primera Guerra mundial.

Según Stichweh, como la mayoría de las invenciones, las disciplinas no fueron el resultado de un momento de gracia o de iluminación, o de un solo y afortunado impulso, ni una mera innovación institucional. Por el contrario, se trata del resultado de diversas innovaciones a lo largo de por lo menos 6 o 7 décadas. Stichweh (1992) describe la organización de las disciplinas modernas en dos niveles: en términos internos, como un sistema de comunicaciones organizado alrededor de diversos dispositivos comunicacionales, incluyendo su relación con las profesiones y las publicaciones. En este sentido parecerían sistemas relativamente autónomos. Pero, por otro lado, observa al conjunto de las actividades científicas, enfatizando las dinámicas de desarrollo y de diferenciación que van generando los diversos sistemas disciplinarios y, dentro de ellos, las subdisciplinas y sub-subdisciplinas. Según Blanckaert (*ibíd.*) las disciplinas respondieron a una dinámica de creación organizada, o en línea con un proyecto, con programas prácticos y no responden a una condición de acceso a la “naturaleza” de las cosas. De allí que la distribución de disciplinas no se asienta sobre “relaciones naturales” o clasificaciones lógicas. Volveremos más adelante sobre esta cuestión.

Uno de los ejemplos clásicos y mejor presentados es el estudio de Ben-David y Collins sobre el origen de la psicología, en el medio de la filosofía especulativa y la fisiología. Los autores discuten la idea de que un nuevo campo disciplinario sea, necesariamente, el resultado del crecimiento intelectual dentro de un campo disciplinario preexistente, y proponen en cambio enfatizar los factores sociales para mostrar que “una nueva identidad científica puede preceder y hacer efectivamente posible el crecimiento de la producción científica” (1966: 453).

En la actualidad, la discusión acerca de las disciplinas u otras formas de organizar el conocimiento y al colectivo social que lo investiga parecen temas casi por completo dejados de lado en los estudios sociales de la ciencia. La idea general es que el tema ya está más o menos “resuelto” a partir de los trabajos de los últimos años, y que es mejor orientarse a observar las interacciones entre la ciencia y otros espacios sociales, como el arte, el diseño, la vida urbana, así como extender los estudios sociales de la ciencia hacia otros objetos.² Considero que este abandono es un error, no sólo porque la cosa no está verdaderamente “resuelta”, sino porque el propio objeto –las prácticas científicas, sus formas de organización– también van cambiando y formulando nuevos desafíos para analizar, comprender e interpretar, como bien señalan Marcovich y Shinn (2011), uno de los pocos que ha seguido problematizando esta cuestión.³ Por ello, propongo que hagamos un breve repaso acerca de estas diferentes concepciones, para estar en condiciones de determinar cuál es el concepto y el nivel de análisis que nos resulta más apropiado para dar cuenta de nuestro propio “bicho” que es la emergencia y desarrollo de nuevos campos (la definición es provisoria) del conocimiento en una región como América Latina.

Hacia el final de la década de 1970 y comienzos de la de 1980, sin embargo, diversos textos se ocuparon, dentro de los estudios sociales de la ciencia, de la cuestión de las disciplinas, las especialidades y demás formas de comprender la dinámica de organizar la producción de conocimiento. En uno de esos textos, Daryl Chubin planteó que “con la institucionalización de ciencia en las universidades, se legitimó la fragmentación del conocimiento en provincias intelectuales llamadas disciplinas. Las disciplinas, y las estructuras burocráticas que las sostienen, como los departamentos académicos, están encargados de la certificación de los nuevos científicos.” (Chubin, 1976: 448) Acorde con los aires de la época, en que se estaba poniendo en cuestión todo el marco normativo propio del funcionalismo, Chubin señala que los trabajos más clásicos en sociología habían tomado sólo los aspectos organizativos o

2 Es interesante notar que el congreso de 2016, organizado en forma conjunta por las dos mayores asociaciones internacionales del campo CTS, la EASST (European Association for the Study of Science and Technology) y la 4S (Society for Social Studies of Science) lleva por título “Science and Technology by Other Means – Exploring collectives, spaces and futures”, y el anterior, también conjunto, de 2012, “Design and displacement”. Como vemos, la noción de conocimiento parece desaparecer. Es más, la expresión “por otros medios” es bastante difícil de decriptar.

3 La idea de que la discusión en torno a la división de la ciencia moderna en disciplinas es algo “resuelto” o sobre lo cual no vale la pena seguir trabajando la tomo de Cambrosio y Keating (1983). Lo notable es que esa percepción, que los autores tenían hace 30 años, se hace ahora muchísimo mas evidente, con el recorrido y la expansión que ya conocemos en el campo de los estudios sociales de la ciencia..

institucionales del conocimiento, mientras que la historia de la ciencia se preocupaba por los descubrimientos, las ideas, los instrumentos y, en general, las “condiciones de progreso” en la ciencia. Conforman así la conocida “caja negra” (Whitley, 1972) donde se ignoran o bien las condiciones intelectuales y el contenido del conocimiento, o bien las condiciones sociales bajo las cuales este se produce.

Así, para Chubin las disciplinas implican, sobre todo, un recorte ligado con la formación de los nuevos investigadores, una cristalización del reparto de objetos científicos que tiene validez para la socialización de los jóvenes en su ingreso al universo social de la ciencia. Sin embargo, en el plano de las prácticas de investigación propiamente dichas, Chubin prefiere concentrarse en un espacio más específico, que es el de las especialidades científicas, a las que define como “un concepto viable cuyas variadas representaciones capturan mejor que las unidades de análisis convencionales, especialmente ‘disciplina’, los procesos y la estructura de la investigación, y de allí que ignora explícitamente otros roles científicos, tales como la enseñanza y la administración” (ibíd.: 449).

En el mismo año que el texto de Chubin se publicó el libro coordinado por Lemaine y otros, sobre la emergencia de disciplinas científicas. Allí señalan que su preocupación es tomar en cuenta diversos aspectos en el desarrollo de las disciplinas que, hasta el momento, habían sido considerados en forma separada: los procesos intelectuales internos; los procesos sociales internos; los procesos intelectuales externos; los procesos sociales externos; el contexto institucional inmediato; los factores económicos y políticos específicos; y las influencias sociales difusas (Lemaine et. al., 1976: 14). Como vemos, se trata de un programa muy ambicioso que parece querer explicar prácticamente todas las dimensiones presentes, acorde con las estirpes múltiples de los diversos autores, ya que el libro, colectivo, es el fruto de un programa franco-británico llamado “Parex” (París y Sussex) que estaría en el germen de la EASST (European Association of Studies of Science and Technology). En resumen, sin embargo, se trata de explicar los factores intelectuales y cognitivos y los factores sociales en forma articulada, como flotaba en el aire de los tiempos hacia fines de los años 70.⁴

El libro editado por PAREX aborda, en efecto, la emergencia de diversos campos, desde la química agrícola, la química física y la radioastronomía hasta la medicina tropical, la cristalografía de rayos X o la biofísica. Se trata, en algunos casos, de estudios muy interesantes y, en

⁴ Vale la pena señalar que la mayor parte de los textos que estamos analizando coinciden en el año de publicación con el célebre libro de Bloor *Knowledge and social imagery*, donde postulará el conocido “Programa fuerte” y sus 4 principios.

cierto modo, fundantes de la entonces naciente sociología del conocimiento; varios de sus autores serán referentes ineludibles de este campo durante las siguientes décadas: David Edge, Michael Mulkay, John Law, Steve Woolgar. Sin embargo, como señalan acertadamente Cambrosio y Keating (1983), a pesar de lo sugestivo del título, la mayor parte de los artículos del libro se dirigen mucho más a investigar especialidades científicas que disciplinas.

Solo un año más tarde Richard Whitley ingresó en la discusión con una preocupación similar a la de Chubin, esto es, dar cuenta de las dinámicas de la investigación tanto en sus aspectos intelectuales como en sus aspectos organizativos. Sin embargo, a diferencia de este, reivindica la idea de disciplina como un concepto de suficiente fuerza analítica, aunque su análisis es más sutil, en el sentido en que no considera equivalentes a todas las disciplinas. Por el contrario, señala que “dos aspectos importantes de la variación en la organización científicas son el grado y el tipo de especialización en las ciencias. Podemos distinguir campos altamente diferenciados de aquellos que son, comparativamente, más homogéneos, y dentro de un rango dado de diferenciación, organizaciones alternativas de estructuras sociales y cognitivas” (Whitley, 1976: 472).

Whitley intenta poner orden en consideraciones que parecen tomar a todos los campos del conocimiento como necesariamente equivalentes y, en ese sentido, su análisis es agudo. De allí propone dos tipos de disciplinas: en un primer tipo de organización disciplinaria, que él denomina “disciplina paraguas”, la producción de investigaciones está organizada sobre todo en el nivel de la especialidad y del área de investigación sin una referencia directa a, o influida por la disciplina entendida en términos más generales. En un segundo tipo de organización, que denomina “politeísta”, se observan compromisos metafísicos que tienden a focalizarse en las identidades disciplinares (ibíd.: 476-77). Mientras que el paraguas provee una visión muy general sobre la ciencia, y un conjunto de ideas para la investigación que se concretizan en especialidades, las bases intelectuales de las disciplinas politeístas están más fuertemente asociadas con los debates y temas actuales. Una de las observaciones de Whitley en relación a la diferencia de ambos tipos de disciplina consiste en señalar que, mientras que en las disciplinas politeístas los debates en torno a la definición misma de la disciplina (o del establecimiento de sus límites, o de sus objetos legítimos, etc.) son frecuentes, en las disciplinas paraguas estas luchas son menos observables, o se dan en el interior de las especialidades. Así, estas últimas pueden rivalizar entre sí acerca de la importancia relativa –relevancia, utilidad, originalidad– de cada una dentro el marco disciplinario mayor.

Cambrosio y Keating (1983) le cuestionan a Whitley el hecho de que su análisis sobre las relaciones de autoridad en la ciencia se restrinja a un juego entre disciplinas y especialidades, puesto que estas unidades de análisis son, básicamente, epistémicas. Proponen, en cambio, aplicar la noción de campo desarrollada por Bourdieu, sobre la cual volveremos más adelante

En la mayor parte de los abordajes que comentamos hasta aquí, más allá de que se enfoquen en el surgimiento y desarrollo de nuevas disciplinas o especialidades, se percibe una suerte de carácter “estático” en la medida en que las disciplinas parecen surgir a partir de diferentes mecanismos, como la hibridación de campos preexistentes, el desprendimiento o autonomización de una subdisciplina, o la convergencia de nuevos saberes o prácticas en los bordes imprecisos de algún otro campo. Sin embargo, una vez que se va produciendo la emergencia, siempre es problemática, disruptiva, porque reorganiza una estructura de división social o socio-institucional y epistémica ya existente. Al mismo tiempo, no queda en general cristalizada como tal, y una disciplina con ciertas características, tanto internas como en su papel en relación con el conjunto de otros saberes, se va modificando en el tiempo.

Terry Shinn propuso dos abordajes que pueden ser útiles para aportar a esta discusión. Por un lado, hace ya algunos años (Shinn, 2000), señaló la existencia de regímenes de producción de conocimiento, que identificó como “disciplinario”, “transitorio” y de “comunidad de investigación tecnológica” (RTC, por su sigla en inglés). Para él, los primeros son relativamente fáciles de identificar, ya que están enraizados en instituciones bien visibles, como las universidades y otros departamentos de investigación, poseen marcos de identificación claros y regulaciones bien establecidas. En cambio, en el régimen transitorio, los practicantes necesitan “salirse” de su propio campo, para buscar métodos, instrumentos o teorías a otros campos, más o menos vecinos, aunque retornan luego a su disciplina de origen. El tercer régimen, en cambio, se independiza de las disciplinas, ya que los practicantes pierden los lazos con ellas, y se identifican con un proyecto, con desarrollos específicos no encuadrables en las disciplinas existentes. Por cierto, los regímenes transitorios o de RTC pueden dar lugar a un nuevo campo disciplinario a lo largo del tiempo. Esta perspectiva, sin superar los problemas que tiene el abordaje de las disciplinas, aporta un elemento dinámico de gran utilidad al trabajar al mismo tiempo sobre los aspectos de la práctica científica y las dimensiones intelectuales como sobre las cuestiones de organización institucional.

Por otro lado, en un trabajo mucho más reciente, Marcovich y Shinn (2011) vuelven sobre la cuestión de las disciplinas, para refutar a aquellos que plantean el fin o la extinción de las disciplinas y formular,

en cambio, la caracterización de una “nueva disciplinariedad”, ocurrida, según los autores, como consecuencia de dos factores mayores, la aceleración en la producción de conocimientos, y la complejidad. Así, para ellos la nueva disciplinariedad incorpora 6 elementos principales: 1) Referente disciplinario; 2) área de investigación; 3) múltiples combinatorias; 4) proyectos; 5) desplazamiento y 6) temporalidad.

La propuesta de Marcovich y Shinn tiene dos valores importantes. Por un lado, son uno de los pocos autores que, dentro de los estudios sociales de la ciencia, vuelven a problematizar la cuestión de la organización y dinámica disciplinaria, tema que la mayoría parece ignorar como si “ya estuviera resuelto”. Ello impide dar cuenta de las transformaciones ocurridas, precisamente, durante los últimos años, cuando buena parte de la organización disciplinaria se vio fuertemente trastocada por grandes vientos de cambio. Por otro lado, el análisis de Marcovich y Shinn es muy fino en su estudio de las dimensiones históricas, sobre todo desde el establecimiento de las disciplinas “tradicionales” durante el siglo XIX (astronomía, química orgánica e inorgánica, física, biología, matemática).

Sin embargo, en una decisión que debemos lamentar, los autores deciden limitar su análisis a los procesos de cognición y epistemología, que “constituyen la unidad de análisis básica”, y de ese modo excluyen explícitamente el análisis relativo a factores contextuales, sociales, económicos, etc. Según ellos, resulta “imperativo recordar que la cognición comprende la intención primaria y la expectativa de la ciencia”. Como quieren ser bien explícitos y que nos los confundan con ninguna de las corrientes que hablan de “interdisciplina”, agregan: “Por cognición nos referimos a las bases sobre las cuales el conocimiento es desarrollado; la formulación de preguntas, la metodología, las prácticas de exploración, y los criterios de evaluación”. Dejar de lado todos los aspectos no cognitivos es una decisión triste por parte de los autores, porque lo que por un lado implica, en su perspectiva, un aporte crucial para discutir a las disciplinas como uno de los ejes organizadores de la ciencia contemporánea, por otro lado implica volver atrás muchos años en el estudio de las ciencias.

Como señalamos, Cambrosio y Keating proponen trabajar con una adaptación de la noción –hoy muy conocida– de campo científico propuesta por Bourdieu. Resumamos rápidamente para los lectores que no estén familiarizados con ella. Para Bourdieu un campo es un espacio de lucha en donde los practicantes compiten por la obtención del mayor capital simbólico (capital científico en el caso de la ciencia), lo que les permitirá ejercer un poder de establecer los límites del campo, definir qué es legítimo y qué no, así como también los modos mismos por los cuales de acumula el capital. El ejercicio de la autoridad impli-

ca el reconocimiento, por parte de los otros (pares-competidores) de las competencias científicas (autoridad cognitiva), y de la capacidad de imponer las reglas de juego del propio campo (autoridad política). Así, todo campo está organizado según dotaciones diferentes de autoridad, sustentadas en una distribución desigual de capital científico que lo organiza en dominantes y dominados, todo funcionando en un espacio de autonomía relativa en relación con otras esferas sociales.

Sin dudas, la perspectiva de Bourdieu fue de gran utilidad para romper con la visión idealizada vigente hasta los años 70, sobre un espacio de la ciencia entendido como una comunidad donde prevalecen los aspectos cooperativos y la solidaridad. También es muy agudo para el análisis, en la medida en que, desde esta perspectiva, las definiciones técnicas y aún epistémicas no están desligadas del conjunto de relaciones sociales y, sobre todo, de poder, sino que son simplemente dos caras de la misma moneda. Por ello, ha sido muy tentador adoptar la noción de campo para el análisis de diversos espacios científicos, lo que ha sido el caso, sobre todo, en América Latina, donde se ha hecho una aplicación generalmente acrítica de dichas categorías (Kreimer et al, 2014).

Desde nuestro punto de vista, sin embargo, esta perspectiva presenta diversos problemas. El primero de ellos, ya señalado hace años por Karin Knorr (1983) se refiere a la analogía con un modelo “cuasi-económico” en donde prevalece un solo tipo de racionalidad por sobre cualquier otro: en efecto, los practicantes de un campo parecen estar dominados por la lógica de la acumulación de capital más que cualquier otra motivación de orden cultural, afectivo, socio-cultural, e incluso estética. Abundantes trabajos empíricos han mostrado la multidimensionalidad del trabajo científico, semejante en ese sentido a cualquier otra práctica social y, por ello, no reductible a un solo tipo de racionalidad. En segundo lugar, Knorr también apuntaba a la falacia de la autonomía, que tanto en Bourdieu como en los trabajos previos de Merton aludía no sólo a un carácter descriptivo, sino sobre todo normativo: dicho de otro modo, la ciencia no sólo se percibe como autónoma (de toda injerencia política, económica, religiosa, etc.) sino que además *debe* ser autónoma.⁵ Así, si un campo científico fuera realmente autónomo, la cuestión de los recursos genera una contradicción inmediata (como plantea agudamente Knorr), ya que supondría que “alguien” propor-

⁵ En un texto posterior, cuyo origen es una conferencia dictada en el INRA de Francia, y frente a una pregunta sobre cómo los científicos pueden atender a las demandas del sector productivo y de las políticas, Bourdieu (1997) responde diciendo que esa es una “falsa cuestión” y les aconseja que se concentren en acumular capital simbólico dentro de su propio campo, preservando su autonomía para luego, en función de dicho capital, poder intervenir con mayor eficacia en la esfera pública. El ejemplo que ofrece es el de Emile Zola y su capital ganado en el campo literario.

ciona (o debería proporcionar) los recursos para que dicho campo funcione, pero limitando toda intervención a dicha provisión. La historia de la ciencia lo desmiente.

Un problema adicional que plantea la noción de campo tal como fue propuesta por Bourdieu es la correspondencia o la relación entre campo y disciplina (o especialidad) y, sobre todo, la relación entre diferentes disciplinas, sus límites y sus zonas de frontera. Lenoir (1993, 1997), abordó el estudio de las disciplinas tomando parcialmente como base los desarrollos de Bourdieu (y también de Foucault). Para Lenoir, las disciplinas son “estructuras dinámicas para ensamblar, canalizar y replicar las prácticas sociales y técnicas esenciales para el funcionamiento de la economía política y del sistema de relaciones de poder” (pp. 72). Así, según él, lo que debemos observar, “en vez de disciplinas monolíticas”, son “programas disciplinarios adaptados localmente a la economía política”. Los programas disciplinarios son instrumentos para definir la sociedad a través de la organización de “conjuntos empaquetados de prácticas para una clientela específica”. Como instituciones que demarcan límites de *expertise* y de jerarquía, los programas disciplinarios son generados simultáneamente en el interior del discurso político y económico y de allí pueden ser mejor entendidos como un discurso de poder tanto como un conjunto de instrumentos para producir conocimiento.

Esta perspectiva es interesante, en la medida en que incorpora el carácter indisociable de la generación de conocimiento –y discurso– legitimado en un contexto social y la función de autoridad como parte de un mismo dispositivo. Aunque Lenoir no aclara cómo lidiar con los inconvenientes que señalamos en relación con la propuesta de Bourdieu, en particular con la noción de autonomía y con la relación entre diversos espacios disciplinarios, parece inclinarse por suponer que cada disciplina conforma un campo específico –campo de producción de conocimiento, campo de disputa, campo de legitimación y campo de poder– cada uno de los cuales pugna por establecerse como tal. Ello se da en el caso de los *programas disciplinarios* exitosos, los que contraponen a los *programas de investigación* que, más guiados por un *problema*, no tienen la pretensión de generar un espacio institucional e institucionalizado.

Stichweh (1996) plantea algo similar, al preguntarse por qué las disciplinas siguen existiendo si, como parecen creer muchos, la mayor parte de la actividad científica ocurre en el interior de subdisciplinas o sub-subdisciplinas. Su respuesta se basa mayormente en dos cuestiones. Por un lado, el hecho de que muchas disciplinas ofrecen una perspectiva general que va más allá de las subdisciplinas y que permite, por ello, la movilidad interna de roles ocupacionales dentro de ella. Por

el otro –y aquí se aproxima a Chubin–, por el fuerte anclaje que tienen en las estructuras educativas, desde la escuela hasta las universidades (pp. 13-14).

Para finalizar este apartado debemos referirnos –al menos brevemente– a dos cuestiones importantes en la conformación de campos disciplinarios: el papel de los líderes y el de las dimensiones técnicas de la investigación.

Respecto del papel de los líderes, cuestión también abordada aunque no problematizada explícitamente por Lenoir, resulta útil señalar que no siempre quienes son los iniciadores de un nuevo espacio de investigaciones resultan finalmente considerados como los “padres” de un nuevo campo disciplinario ya que los resultados, como ya señalamos, no pueden ser reductibles a las estrategias de los actores en un momento dado, ni a sus capacidades técnicas ni a sus dotes políticas, sino a un conjunto de factores que incluye, también, las dinámicas institucionales –más o menos rígidas según los contextos y las épocas– el carácter más o menos fuertemente establecido de las disciplinas preexistentes, las condiciones para el desarrollo de las carreras científicas, la disponibilidad de recursos, entre otras variables significativas. Parafraseando a Latour (1987), no es sino luego de que un nuevo campo disciplinario ha logrado institucionalizarse, que sus límites, objetos de estudio, métodos, instrumentos y teorías aparecen como evidentes, naturales, y, en última instancia “*blackboxed*”⁶, es decir, forman parte de una caja negra que ya volverá a ser cuestionada durante un período más o menos variable. Pero nunca la causalidad es inversa, es decir: dado un conjunto de problemas a ser estudiados, es natural la conformación de un colectivo de actores, teorías e instrumentos que lo investiguen y expliquen. Más bien argumentamos aquí que es exactamente lo contrario: ese objeto de estudio es coproducido al tiempo que un colectivo social, instrumental, cognitivo e institucional se pone en marcha y se estabiliza.

En relación con el papel de los personajes que lideran la emergencia de nuevos campos, Gustin (1973) llamó la atención acerca de esas figuras “carismáticas” en la ciencia, sin las cuales a menudo los emprendimientos –individuales o colectivos– fracasarían. Ello es interesante porque complementa y pone en cuestión la idea de que existen “factores

⁶ La noción de *black box* o caja negra fue propuesta por Whitley (1972), para explicar el modo en que la sociología funcionalista de la ciencia trataba al conocimiento, a sus procesos de producción y sus métodos y teorías. Dado un marco institucional y un conjunto de insumos, se obtenía un conjunto de productos (conocimientos) cuyos procesos de producción no incumbían al estudio sociológico. Muchos autores retomaron esta noción –la mayor parte del “movimiento constructivista”– mientras que otros la discutieron, seguramente el más notorio de ellos es Langdom Winner (1993).

estructurales” que explicarían el nacimiento de nuevas especialidades o campos. Por el contrario si, como venimos argumentando aquí, estas dinámicas son altamente contingentes, comprender el papel de estos líderes resulta crucial. Ben-David y Collins (1966) en su trabajo pionero ya mencionado, ya habían documentado el rol del “fundador” en los orígenes de la psicología, mientras que Mullins, (1973) en su famoso texto sobre el grupo Fago y los orígenes de la biología molecular, de fuerte impronta kuhniana, llamó a estas figuras “líderes intelectuales”, a quienes los distingue de un rol, concomitante, o de otro tipo de personaje, que es el “líder organizacional”. Según Mullins, ambos son necesarios para que una especialidad o disciplina logre establecerse como tal. En esa misma dirección Shinn (1988) señaló también en un artículo con fuerte impronta bourdiana, que las jerarquías dentro de un campo no componían un todo indivisible, sino que se componían de dos dimensiones, la jerarquía social y la jerarquía cognitiva. Pero, a diferencia del enfoque de Mullins, Shinn considera que en la mayor parte de los casos, ambas suelen coincidir en los mismos personajes, es decir que quienes se ubican en los espacios dentro del campo con las más altas jerarquías sociales son, al mismo tiempo, quienes ostentan las más altas jerarquías cognitivas. Sin embargo, cuando hay discrepancia, por ejemplo cuando nos confrontamos con alguien con alta jerarquía social pero con baja jerarquía cognitiva, la probabilidad de que surjan fuertes conflictos es muy elevada.

En relación con el papel de los instrumentos, el tema es suficientemente complejo como para poder desarrollarlo en estas páginas. Un punto seguramente útil de retomar la idea de Whitley en el sentido de diferenciar diferentes tipos de campo disciplinario, y analizar en qué medida los instrumentos pueden ser determinantes de la conformación de un nuevo espacio que se autonomiche de los otros. También la idea de Hacking (1992) distingue a las ciencias “de laboratorio” (las que estarían “autojustificadas” a través del uso de sus propios instrumentos) de las otras, distinción que puede ser útil en una primera instancia, pero que resulta un poco estática cuando las prácticas salen y/o entran del laboratorio a lo largo de la historia de un campo.

El análisis del papel de los instrumentos y, más genéricamente, del papel de los recursos técnicos en la investigación científica y en sus modos de organización –tanto social como epistémica– nos ofrece, a lo largo de la historia de la ciencia, riquísimos ejemplos de configuraciones variadas, y no sería una tarea desdeñable la construcción de una tipología del papel de las dimensiones técnicas en la emergencia de nuevos campos disciplinarios (tarea que naturalmente no podemos emprender aquí). Veamos rápidamente unas pocas de estas configuraciones, sólo para darnos una idea del tipo de desarrollo posible.

Una de ellas es, sin dudas, la de un campo disciplinario que surge casi directamente o en estrecha vinculación con una nueva técnica o un nuevo dispositivo, como en el caso de la cristalografía, desarrollada a comienzos del siglo XX por los Bragg (padre e hijo). Ambos comenzaron a estudiar las estructuras de los cristales gracias a la difracción de rayos X, en lo que constituyó básicamente una técnica de visualización de estructuras (Burke, 1966). A partir de allí, el uso de esa técnica se utilizó para la cristalografía de metales, ocupando un lugar importante en el desarrollo posterior de la ciencia de materiales (Bensaude-Vincent 2001), o en la cristalografía de proteínas, de la cual el conocido John Bernal sería uno de los pioneros, y que estaría estrechamente ligada con la bioquímica y luego con el origen de la biología molecular (Stent, 1968; Morange, 1994). Así, en este primer tipo, una técnica está en el origen de un campo que, enseguida, se bifurca hacia dos direcciones bien distantes.

Otro caso –bastante conocido– sería el de la física nuclear, altamente dependiente, en su desarrollo, de la capacidad de producir un acelerador de partículas que pudiera romper con lo que se conocía como “barrera de Coulomb”. El primero de ellos, llamado ciclotrón, fue producido por Ernest Lawrence en Berkeley prácticamente al mismo tiempo en que se descubría el neutrón (Reed, 2014, Pestre, 1992). Ambos desarrollos, ocurridos entre 1931 y 1932, van a resultar claves para el proyecto Manhattan, la fabricación de las bombas nucleares y el desarrollo posterior de este campo.

En cuanto al nivel de análisis adoptado para los diferentes estudios que componen este libro optamos, sin embargo, por componer un *mix* de perspectivas, algunas situadas más en lo que podría llamarse una “especialidad” (en el sentido de Chubin), otros en campos más amplios, próximos de la noción de “paraguas” de Whitley y otros han sido más bien pensados en sus dinámicas como espacios o regímenes en transición, ya sea por hibridación o por diferenciación. Esta decisión tiene como subtexto la idea de que la riqueza analítica reposa, precisamente, en la posibilidad de analizar espacios de producción de conocimientos, de comunicación, de sociabilidad, institucionales, etcétera, de cierta diversidad y que, por lo tanto, restringirnos a una definición demasiado estrecha podría hacernos perder información de mucha utilidad.

En líneas generales, sin embargo, los estudios adoptan una cierta noción de campo, donde los sujetos se mueven en función de sus intereses y en búsqueda de cierto modo de capital simbólico que les permita influir sobre la definición y los límites de su propio espacio. Nos alejamos, sin embargo, de las consecuencias analíticas que esta noción trae aparejadas, como la existencia de límites más o menos claros y estable-

cidos, la autonomía y la falta de intervención de otros actores relevantes en la dinámica del campo, o la racionalidad de acumulación como la única o la predominante que explica las prácticas de los sujetos. En cambio, suponemos una noción de campo con fronteras más o menos definidas pero muy porosas, con una estabilidad relativa y provisoria, donde las representaciones culturales y el conjunto de intereses de los agentes son más amplios que la búsqueda de una mayor autoridad, sea esta social o cognitiva.

Otro punto fundamental en el que pretendemos alejarnos de la perspectiva bourdiana de campos autónomos es en la relación de estos espacios con la sociedad en la que están implantados. En efecto, si Bourdieu (2001) propone rechazar como falsamente construida la cuestión de la demanda social de conocimientos, puesto que según él esconde o parece esconder un eufemismo de la apropiación por parte de las empresas capitalistas del conocimiento financiado con fondos públicos, consideramos aquí que esta cuestión, lejos de estar resuelta, resulta problemática. Bourdieu aconseja, en dicho texto, a los investigadores del instituto de investigación agrícola de Francia no prestar atención a tales demandas (que provienen, en realidad, de quienes diseñan de las políticas científicas y que son portadores de los intereses empresarios, más que de las empresas *per se*), y que se dediquen, por el contrario, a acumular capital simbólico dentro de su campo, para así poder intervenir de manera más exitosa en la esfera pública, o *campo de poder*.

Pongamos esto en contexto: en Francia, donde escribe Bourdieu, la industria responde por el 55% del total del gasto en investigación y desarrollo (I+D), mientras que la media de los países de la OCDE (los más avanzados económicamente) se sitúa entre 60% y 65% según los años (www.stat.OECD.org). Para los países de América Latina, con mediciones poco confiables, ese porcentaje rara vez se sitúa en más del 20% del total. Eso quiere decir que de hecho, la ciencia y la tecnología en los países centrales están orientadas y financiadas en su mayor parte hacia intereses del desarrollo industrial. De modo que Bourdieu se dirige a un conjunto que responde por no más el 40% de los conocimientos que se producen.

La cuestión tiene un sentido bien diferente en América Latina, donde el porcentaje de conocimiento científico que se usa en forma efectiva para resolver problemas sociales, de salud, productivos o ambientales es ínfimo (Kreimer, 2015, Kreimer y Zabala, 2009, Kreimer y Thomas, 2006). Así, la dimensión de la utilidad de los conocimientos será una variable importante para considerar la emergencia de nuevos campos científicos en América Latina, de un modo mucho más crucial que lo que resulta de dicho análisis en la escena internacional, como veremos en el apartado siguiente. Por otro lado, el carácter imitativo

de algunas de las iniciativas desarrolladas en el diseño institucional, pero también en la orientación de las agendas de las políticas y de los practicantes mismos de cada campo es un aspecto que debe ser considerado en forma central.

3. CAMPOS CIENTÍFICOS EN CONTEXTOS NO HEGEMÓNICOS: ¿HAY TODAVÍA CENTROS Y PERIFERIAS?

Stichweh plantea, en uno de sus artículos (1996: pp. 4), que “no le interesa estudiar las precondiciones para el surgimiento de una disciplina científica en el contexto de otras disciplinas previamente establecidas”, sino “las precondiciones para el establecimiento de disciplinas científicas *per se*, en un momento de la historia en que esa forma social de representación universal es desconocida”. Por supuesto, no indica que va a hablar de Inglaterra, Francia, Alemania, puesto que eso va de suyo. Lo mismo encontramos en la mayor parte de los autores más conocidos de los estudios sociales, históricos o políticos de la ciencia. Así como en el mundo anglosajón el vocablo “science” no incluye a las ciencias sociales, sino simplemente a las “ciencias”, del mismo modo, los análisis sobre las dinámicas de producción de conocimientos, las controversias científicas, las vidas de laboratorios, las arenas transepistémicas, los campos de producción simbólica, los puntos de pasaje obligado, los grupos sociales relevantes y tantos otros conceptos, no necesitan aclarar que se refieren al mundo desarrollado⁷. Cuando se habla de “ciencia occidental”, es decir, aquella que parece surgir e institucionalizarse en Inglaterra desde el siglo XVII (Merton, 1938), se está hablando, con toda naturalidad y sin necesidad de aclaración alguna, de la ciencia, las instituciones, las prácticas y los actores de los países de desarrollo capitalista avanzado. Este objeto, por otra parte, no necesita de justificación alguna: estudiar los orígenes del campo literario francés (como hace Bourdieu en su estudio sobre Flaubert) es estudiar los orígenes del campo literario *tout court*. Como afirma MacLeod (1982), “Las expediciones del Tránsito de Venus eran metropolitanas no sólo porque se diseñaron en Londres o en París, sino porque implicaban un conjunto de estructuras intelectuales y de cuestiones comunes a la Metrópolis. *La ciencia metropolitana era la ciencia*” (pp. 2, las cursivas son mías).

Si esto parece natural en autores para quienes la localidad del conocimiento y de sus dinámicas no resultaba problemática (ya sea porque se centraban sólo en el desarrollo intelectual o teórico, ya sea porque concebían a la ciencia como una práctica necesariamente uni-

⁷ Todos estos conceptos han sido elaborados entre los años setenta y noventa del siglo pasado, mayormente por autores del Reino Unido, Francia, Alemania y los Estados Unidos. Para un detalle de estas corrientes, véase Kreimer, 1999.

versal)), resulta sorprendente que –con muy pocas excepciones– los cultores de la sociología del conocimiento científico hayan naturalizado, también, el hecho de que todas sus indagaciones tienen como objeto aquello que podríamos llamar la “ciencia central” o el *mainstream*. Y que ello no resulta en absoluto problemático.

Por el contrario, cuando se trata de estudiar el desarrollo de la ciencia, las controversias científicas, las vidas de laboratorio o la dinámica de producción de conocimientos en América Latina, Asia o África, es imperioso justificar, ante todo, con qué legitimidad se habla de “ciencia” en dichos contextos, enseguida explicar que los estudios se refieren a algún caso particularmente interesante, que podrá iluminar alguna cuestión muy relevante, alguna singularidad muy específica o que ilustrará en forma deslumbrante algún proceso de enorme interés. Dicho de otro modo: que dicho objeto (la ciencia en esos países) no es interesante *per se* como sí lo es la “Ciencia occidental”, sino que su interés es algo a construir. Al menos en este punto, el tan vapuleado concepto de simetría, propuesto originalmente por Bloor en 1976, y ampliamente discutido por autores como Harry Collins y Bruno Latour parece hacer agua: ya no se trata de la simetría en el análisis de las proposiciones verdaderas y las falsas, o de la simetría extendida entre el mundo natural y el mundo social. Aquí, cuando se trata de analizar los diversos contextos de la ciencia y de sus prácticas, ciertos contextos deben justificarse y otros no.⁸ No deja de resultar irónico que cuando Latour justifica la elección del laboratorio Salk para su –luego– célebre estudio sobre la vida de laboratorio, comente simplemente que

La elección del laboratorio estuvo determinada principalmente por la generosidad de uno de los miembros titulares del instituto, que nos proporcionó un despacho, libre acceso a la mayoría de las discusiones y a todos los archivos, artículos y demás documentos del laboratorio, así como trabajo a tiempo parcial como técnico de laboratorio. (Latour y Woolgar, 1979)

Por supuesto, el origen de la mayor parte de los campos científicos, disciplinas y especialidades se produjo en los países más avanzados donde, a pesar de algunas interesantes transformaciones de las últimas décadas, se concentraba, y se sigue concentrando la mayor parte de la producción científica del mundo. En efecto, hasta hace 20 años, los Estados Unidos concentraban el 37% de la producción mundial de artículos en revistas indexadas, y los países de la Unión Europea un 35%, es

⁸ Como veremos, algunos de los representantes de estas corrientes –como John Law– percibieron, hace pocos años, estas asimetrías y propusieron algunas estrategias que discutiremos en la última sección de este texto.

decir que entre ambas regiones sumaban casi las $\frac{3}{4}$ partes del total. Si se le sumaban 4 países más (Canadá, Japón, Rusia y Australia), que en conjunto representaban algo más del 20%, se llegaba al 93% del total, de modo que todo el resto de los países se repartían el 7% restante (OCDE). En la actualidad el panorama se suavizó ligeramente, ya que los Estados Unidos bajaron su participación total al 27%, la Unión Europea la aumentó un poco (principalmente debido a que ahora son 28 países) a un 35%, y si adicionamos la producción de los mismos 4 países (12%) llegamos ahora al 74%, de modo que el resto de los países se reparte una cuarta parte. Pero la mitad de ello la ocupan ahora China y la India, como nuevos centros poderosos de producción de conocimiento (Levin, Jensen y Kreimer, 2016)⁹.

En la historia ha habido numerosos trabajos que intentaron explicar el desarrollo de la ciencia en los países de menor desarrollo relativo, desde el texto clásico de Georges Basalla (1967) sobre la irradiación de la ciencia occidental. Allí planteaba que, en realidad, hay una especie de “vía única” en el desarrollo científico, es decir que hay 3 etapas que deben seguir las naciones “no europeas” para la introducción de la ciencia moderna. En realidad, Basalla toma algunos casos verificables y, de allí, extiende un modelo analítico: la primera fase está caracterizada por una sociedad “no científica” –localizada en las naciones emergentes– que los científicos europeos visitan para llevar consigo la historia natural, la astronomía, etc. La segunda etapa corresponde a la “ciencia colonial” y está marcada por la dependencia de las instituciones y las tradiciones del centro. La tercera fase es aquella en la cual la ciencia moderna logra enraizarse en tradiciones científicas independientes, lo que implica cambios para superar la “resistencia a la ciencia basada en creencias filosóficas o religiosas”.

Es notable el paralelo de este aparente camino de una sola vía con las etapas del crecimiento económico propuestas sólo unos pocos años antes por Rostow (1962): propone 5 etapas en vez de 3, pero la lógica que orienta el razonamiento es más o menos similar: la vía para el crecimiento económico (el desarrollo) es más o menos única y similar para todos los países. Para Rostow la primera etapa es la de las sociedades tradicionales, y la segunda, aquella en donde se establecen las condiciones para el “despegue”, que es el concepto clave en su análisis; allí se incrementa la demanda para la exportación de materias primas, se realizan obras de infraestructura, y comienza a modificarse la estructura social. La fase siguiente, por lo tanto, la constituye el despegue

⁹ Con todo, si en vez de considerar la producción de artículos consideramos las citas recibidas, el papel de los países más desarrollados (USA y EU) sigue siendo claramente hegemónico, mientras que los “recién llegados” como China e India descienden dramáticamente.

en sí mismo, durante el cual se completa el proceso de urbanización y se desarrolla el sector de producción de bienes industriales. La cuarta fase es el proceso de maduración, donde se diversifica la base de manufactura industrial, las infraestructuras de comunicaciones y transporte, y se producen inversiones a gran escala. Finalmente, la quinta etapa corresponde al consumo de masas, puesto que la base industrial domina la economía, y se generaliza el consumo de bienes industriales de alto valor (como los automóviles).

Ambos modelos fueron ampliamente cuestionados. En lo que respecta al cuestionamiento al modelo de Rostow (impregnado, por otro parte, en cierto sentido común de la época, y en buena parte de la base conceptual de las políticas), fue de una gran importancia el aporte de las ideas de Prebisch y de la Comisión Económica para América Latina (CEPAL), acerca de la hipótesis de la tendencia secular al deterioro de los términos de intercambio entre materias primas y alimentos, por un lado, y bienes industrializados por el otro. Según Prebisch (1951: 3) “la propagación universal del progreso técnico desde los países originarios al resto del mundo ha sido relativamente lenta e irregular”. Señala además que “no es posible comprender los problemas del desarrollo económico de América Latina sin examinar ese proceso y sus consecuencias...” (p 48). Ya en la década de 1960 diversos autores, como Gun-der Frank, avanzaron mucho más en la demistificación del desarrollo de “una sola vía”, planteando, por ejemplo, que “el desarrollo histórico del sistema capitalista ha generado subdesarrollo en los satélites periféricos expropiados a la vez que engendraba desarrollo en los centros metropolitanos que se apropiaron del excedente económico de aquellos...” (Gunder Frank, 1965: 12). Así, en vez de etapas o estaciones dentro de un mismo camino, desarrollo y subdesarrollo son percibidos como las “dos caras de una misma moneda”.

Análisis próximos al de Gun-der Frank encontramos en toda una generación de autores críticos latinoamericanos, como Pablo González Casanova (1969), Ruy Mauro Marini (1973) y, posiblemente, la obra masivamente más conocida, el libro de F. H. Cardoso y Enzo Faletto, “Dependencia y Desarrollo en América Latina” (1969). Fuera de América Latina, una de las obras que tuvo mayor impacto en la época fue el texto de Samir Amin (1973), sobre el desarrollo desigual. Para Amin, “la génesis del capitalismo central constituye la primera gran expresión de la ley de desarrollo desigual de las formaciones”.¹⁰

10 Para Amin esta ley se expresa así: “...una formación nunca ha sido rebasada a partir de su centro, sino a partir de su periferia. La contradicción principal de la formación, que es el modo dominante que la caracteriza no es el aspecto principal de la contradicción. Este está ubicado en otro terreno, el del conflicto entre el centro y la periferia del sistema”. Naturalmente, otro autor influyente en esos años fue Immanuel Wallerstein (1974) y

En términos de la crítica científica al desarrollo de la ciencia en diferentes contextos, las ideas fueron avanzando en diversas direcciones. Por un lado, y más allá del modelo de Basalla, encontramos una serie de estudios que analizaron la *recepción* de la ciencia (occidental o europea) por parte de los contextos de menor desarrollo. Estos estudios sobre la recepción podrían dividirse en dos tipos de análisis bien diferentes: por un lado, aquellos que ponen el énfasis en las condiciones de la *transmisión* y en los aspectos de tipo institucional, como la creación de nuevas instituciones (más o menos similares a las de las metrópolis). En esta perspectiva, la sociedad local parece desempeñar el papel de un recipiente vacío, dispuesto a recibir aquello que le llega, mientras que los actores locales desempeñan un papel más o menos neutro, más o menos receptivo a las nuevas teorías, métodos, disciplinas o diseños institucionales. A menudo estas perspectivas caen en cierto dualismo de plantear la oposición, ya insinuada por Basalla, entre lo moderno –la ciencia europea– y lo arcaico –las creencias locales. Una variante de este tipo de análisis es la conocida historia de la ciencia de tipo exegética o incluso hagiográfica, señalando las particulares y excepcionales condiciones de los “pioneros locales” de la ciencia, normalmente reproductores de la “ciencia moderna”. Por cierto, este tipo de aproximación que supone la acumulación de historias acerca de la grandeza y el genio de hombres providenciales como Newton, Pasteur, Darwin, Lavoisier (y muchos otros) tuvo menos despliegue en el estudio de la ciencia en los países de menor desarrollo, ya que es menos frecuente la emergencia de estos “héroes” en contextos periféricos, aunque también en dichos contextos ha sido fuerte la tentación de encontrar sus propios próceres.¹¹ De hecho, ello se corresponde con toda una forma de hacer historia, con toda una corriente historiográfica que centró (y en algunos casos aun centra) su mirada en los individuos, en sus cualidades y virtudes. Buena parte de la historia de la humanidad ha sido relatada o reconstruida en esa clave, al menos hasta bien entrado el siglo XX. En todo caso lo particular en este tipo de historia de la ciencia, tanto en su versión “racionalidad versus barbarie” como en la centrada en los grandes pioneros, especie de héroes románticos, es la dualidad que ello implica, de facto, con una sociedad que se juzga atrasada o infra-desarrollada, categorías estas que solo cobran un sentido relativo en su comparación

sus escritos sobre el sistema mundial en el primero de los tomos de su “sistema-mundo”.

11 Un buen ejemplo de esta historiografía hagiográfica lo constituyen, por ejemplo, los textos de Barrios Medina sobre Bernardo Houssay, y de Lorenzano sobre Leloir. Existen trabajos semejantes sobre Carlos Chagas en Brasil, o Patarroyo en Colombia. Sin embargo, en estos países hay también excelentes obras críticas sobre estos científicos; como ejemplo se puede citar Buch (2006) y Cukierman (2007)

con los ideales de la civilización de Europa Occidental. Aquí debemos apuntar –para aliviar un cierto descargo sobre los historiadores y sus predecesores– que la historia de la ciencia, a diferencia de otras ramas de la historia es frecuentemente practicada no por historiadores profesionales –entendiendo por ellos a quienes tienen o han adquirido alguna formación específica en la indagación histórica– sino por científicos en actividad o retirados –algunos precozmente retirados– que comienzan por hacer alguna reconstrucción de sus propias disciplinas. Mientras que es menos frecuente que los sacerdotes escriban la historia de la religión, o las poblaciones marginadas la historia de las políticas sociales, el hecho de que los científicos se conviertan en historiadores de la ciencia sucede mucho más a menudo y no siempre para beneficio de dicha historia.

Por cierto, en todas estas historias, la ciencia se presenta como algo positivo, apolítico y neutral en sus valores, por lo que su extensión implica una ayuda, libre de valores determinados, para el progreso material y la civilización (MacLeod, 1982). La idea que subyace a los estudios sobre “irradiación” o difusión de la ciencia europea es que, en definitiva, la ciencia es una práctica universal, profundamente racional e independiente del contexto en donde se practique. Por ello, los únicos obstáculos que debería superar son aquellos asociados con las creencias, no racionales, que impidan su desarrollo en la búsqueda para la construcción de verdades objetivas. Desde esta perspectiva, la ciencia moderna, europea u occidental, es una de las manifestaciones del progreso humano, proveedora de bienestar y un apoyo en la creación de riquezas para el conjunto de la sociedad.

Como señalamos, los análisis que analizan desde estas perspectivas el desarrollo o la implantación de la ciencia en los países de menor desarrollo se topan, en última instancia con la lucha de dos lógicas, aquella basada en la noción de progreso enraizada en la ciencia moderna, y aquellas otras que aún no están en condiciones de comprender los métodos y las teorías para investigar y comprender racionalmente los enigmas del mundo físico y natural. Es decir, para establecer, en forma universal, las reglas y las leyes que los gobiernan, y que, por lo tanto, la sociedad podrá utilizar en su provecho, tal como ocurrió en Inglaterra primero, desde el siglo XVII, y enseguida en otras sociedades europeas como Francia, Alemania, los Países Bajos, etc.

Una segunda línea de análisis sobre la “recepción” adapta una perspectiva más crítica, analizando las condiciones culturales de las sociedades locales, las tramas de conflictos, de representaciones, de ideas, etc. y se ha desplegado desde los años 60 y 70 del siglo XX. Sin querer agotar aquí el tratamiento de un conjunto considerable de trabajos, resulta ineludible referir a los escritos de Lewis Pyenson, quien estu-

dió con mucho detalle el proceso de expansión de la ciencia europea, en diversos textos. En *Cultural Imperialism and Exact Sciences* (1985), Pyenson considera los primeros años del siglo XX, cuando físicos y astrónomos alemanes se instalaron en instituciones de investigación y universidades de Argentina, del Pacífico Sur y de China, en un período de tres décadas. Debemos recordar que la física alemana tenía, hacia los años 30, un dinamismo impresionante, con casi la mitad de los premios nobeles de ese origen (el Nobel comenzó a entregarse en 1901). Su tesis plantea que, a pesar de que las ciencias exactas tenían relativamente poca utilidad práctica, eran una herramienta importante del imperialismo cultural. Allí hace una afirmación que fue bastante discutida, en el sentido en que la Argentina era, en esos años, el segundo lugar más importante para la física teórica, luego de Alemania¹².

En otro de sus muy detallados trabajos (con un nivel de documentación impresionante) Pyenson (1993) se dedicó a la expansión de la ciencia francesa, revisando el trabajo de científicos franceses en Argelia, Túnez, Marruecos, Indochina, China, Líbano, Madagascar, Chile, Argentina, Brasil, México, Cuba y Martinica. Tomando como punto de partida (al igual que en su libro sobre la ciencia alemana, pero aquí de modo más marcado) la diferenciación entre “ciencias exactas” y “ciencias descriptivas”, uno de sus argumentos principales es que “Puesto que las ciencias exactas resisten la contaminación ideológica, deben poder servir como una prueba para estudiar cómo el conocimiento sostiene la extensión del poder político”. Naturalmente, esta distinción tan estricta y, en última instancia artificial, entre diversos campos ha sido fuertemente discutida, tal como hacen Dear (1994), Headrick (1995), y Harrison (1995), entre otros. Sobre todo, que esta distinción no permite ver ni la complejas interacciones entre diversos campos disciplinarios –como la medicina, las ingenierías o la agricultura– y sobre todo, el uso de los conocimientos en diversas cuestiones relativas tanto a las sociedades locales como a la europeas. Volveremos más adelante sobre esta importante cuestión.

Sin embargo, el aspecto más cuestionable del trabajo de Pyenson es la escasa atención que les presta a las comunidades y culturales locales como si, implícitamente, asumiera él mismo los valores de los propios científicos franceses o alemanes, para quienes todo lo que se apartara de su perspectiva hegemónica representaba un obstáculo para el desarrollo

12 En una entrevista posterior aclaró el alcance de esa idea, que de todos modos no deja de ser discutible: “Durante las primeras dos décadas del siglo XX, el laboratorio de La Plata tenía profesores que entendían cómo el pequeño grupo de físicos teóricos que trabajaba en Alemania desarrollaba la teoría en estrecha relación con el experimento. Jakob Laub y Richard Gans veían claramente el tipo de contribución que la física teórica podría hacer”. Ciencia Hoy (2001)

de la “buena ciencia” o de la ciencia, a secas. La defensa del autor, aludiendo a la “escasez de fuentes” no resulta, en este sentido, convincente.

Por el contrario, Vessuri (1994: 184-186) señala que la implantación de los saberes “occidentales” engendró una multitud de reacciones que influyeron sobre su asimilación o su rechazo. En ese sentido, señala que tampoco tiene mucho sentido tomar a las sociedades “coloniales” como si se tratara de espacios homogéneos o inmutables y que, en cambio, “no han cesado de definirse y de redefinirse” a sí mismas. Estas sociedades han sufrido un constante dilema: por un lado se descubren como similares a las metrópolis, pero por otro lado, son también completamente diferentes de los países de origen. Estas mismas ambigüedades o, mejor, ambivalencias, atraviesan el procesos de institucionalización de la ciencia en los países coloniales, en donde lo “moderno” y aparentemente eficaz en términos de abordaje de diversas cuestiones coexiste conflictivamente con las perspectivas tradicionales cuyo arraigo y, también, su eficacia –aunque observada con otros parámetros– compiten en forma diversa según los contextos y las configuraciones sociales específicas.

Podemos ahora llegar a cuatro cuestiones que van a cambiar la perspectiva sobre el estudio de la ciencia en los países en desarrollo, operación que, al menos en parte se va a producir en forma paralela con los cuestionamientos a la teoría del desarrollo que comentamos más arriba. Por un lado, la emergencia de la noción de “centro y periferia”, desde su propuesta original por Edward Shills en 1961, y todos los desarrollos posteriores. Por otro lado, la emergencia, desde mediados de la década de los años setenta, de la sociología del conocimiento científico, o la “metáfora constructivista” (Sismondo, 2004). En tercer lugar, el despliegue de trabajos acerca de la ciencia colonial y de la ciencia imperial, pero ya no vistos desde el punto de vista de la expansión o “difusión” de la ciencia central, sino desde la perspectiva del desarrollo, hibridación, conflictos o tensiones propios de cada contexto en desarrollo. Finalmente, lo que se ha dado en llamar “estudios postcoloniales”. En líneas generales, son trabajos que pretenden observar el impacto de la estructura colonial sobre las condiciones económicas, políticas, sociales y epistémicas de las antiguas colonias.

Aunque se suele analizar estas corrientes en forma aislada, lo que en parte se debe al encajonamiento disciplinario donde divergen los estudios históricos sobre la ciencia, los estudios políticos y culturales, y los estudios sociológicos sobre las prácticas científicas, considero que es necesario pensarlas como diversas caras de un prisma: todas tienen como consecuencia la capacidad de romper, analíticamente y con diversos medios, con la noción de ciencia universal, neutra, objetiva, progresista y accesible para todos aquellos que la quieran desarrollar,

fuertemente asociada al ideal de modernidad (al menos al ideal de modernidad propio de las élites de los países más dinámicos del mundo en desarrollo).

Los estudios sobre sociología del conocimiento, incluidos los estudios de corte histórico, y la nueva historia de la ciencia que surgió en forma colateral¹³, hicieron, sin duda, un aporte fundamental para romper con las imágenes idílicas y racionalistas sobre las prácticas científicas que prevalecían hasta entonces, y que autores como Collins (1981) llamaban TRASP, siglas en inglés que significan que el conocimiento era percibido como verdadero, racional, exitoso y progresivo. Por el contrario, al meterse dentro de los espacios donde se produce el conocimiento, analizando las negociaciones complejas que tienen lugar, tanto en el plano discursivo como en la movilización del mundo natural para mostrar su carácter construido, estos estudios mostraron el peso de la localidad, de todos los factores sociales, económicos, culturales y afectivos que desempeñan un papel fundamental en los procesos técnicos y cognitivos en la producción de conocimiento.

Sin embargo, la casi totalidad de los estudios de la sociología del conocimiento científico tomaron, de un modo *natural*, a la ciencia desarrollada en los países hegemónicos. Como señala Rodríguez Medina (2014), los estudios tanto históricos como presentes de las perspectivas constructivistas ofrecen estudios iluminados sobre laboratorios, universidades y centros de investigación situados en las metrópolis, pero generan descripciones muy precisas de fenómenos que no pueden ser transferidos a los contextos periféricos de un modo directo. Volveremos a esta cuestión en la última sección.¹⁴

En efecto, durante muchos años, las investigaciones desarrolladas desde el *mainstream* de los estudios STS estudiaron, en forma directa y sin interrogarse acerca de ello, la ciencia *mainstream*, con el objetivo explícito de mostrar su carácter local, sus procesos de producción, sus negociaciones, etc. Ni siquiera se molestaron en llamar a eso “ciencia occidental”¹⁵, como hacían los estudios sobre difusión, ni “ciencia del Norte” como se comenzará a plantear unos años más

13 Para un análisis de los cambios en la historia de las ciencias, véase Pestre (1995)

14 Entre los muchísimos textos que abordan cuestiones relevantes para el estudio de las prácticas científicas en sus contextos específicos podemos citar un puñado de los más significativos: Shapin y Shafer (1985), Mackenzie (1981), Pickering (1995 y 1999), Barnes y Edge (1982), entre otros.

15 Vale la pena llamar la atención acerca de la noción “occidente” y, sobre todo, “ciencia occidental” (*Western science*), usada acríticamente por muchísimos investigadores. En términos de la ciencia, la expresión es altamente falaz, no sólo por oponer, simbólicamente a “occidente” con un binario antagónico “oriente”, sino porque alude a un espacio homogéneo, mientras se deja por fuera “todo el resto”.

tarde: estudiar la ciencia inglesa, francesa, alemana, estadounidense u holandesa era, simplemente, estudiar “la ciencia”, y punto.

Volvamos ahora al antiguo texto de Shils (1975), hoy un poco olvidado, del que vale la pena citar un extracto. Plantea que:

La sociedad tiene un centro. Hay una zona central que estructura la sociedad. (...) La zona central no es, *en sí misma* un fenómeno localizado espacialmente. Casi siempre tiene una localización más o menos definida dentro de un territorio limitado donde vive la sociedad. Su centralidad, sin embargo, no tiene nada que ver con la geometría y muy poco con la geografía.

El centro, o zona central, es un fenómeno de la esfera de valores y creencias que gobiernan la sociedad. Es el centro porque es lo último e irreductible (..)

El centro es también un fenómeno de la esfera de la acción. Es una estructura de actividades, roles y personas, dentro de una red de instituciones. Es en esos roles se proponen y se incorporan los valores y las creencias que son centrales.

(...) La masa de la población en la mayoría de las sociedades pre-modernas y no occidentales han vivido, en cierto sentido, fuera de la sociedad y no han sentido que su alejamiento del centro haya sido, para ellos, algo eternamente perjudicial. Su baja posición en la jerarquía de autoridad ha sido perjudicial para ellos, y la consiguiente alienación se ha visto acentuada por su lejanía del centro del sistema de valores.

Y finalizaba Shils con un dejo de optimismo:

No obstante, la expansión del apoyo a la individualidad en el crecimiento de la libertad individual, y la oportunidad y la mayor densidad de las comunicaciones han contribuido en gran medida a la reducción de la brecha de desigualdad. La cima en el centro ya no es tan alta, la periferia ya no es tan lejana...

Esta perspectiva fue inspiradora de textos que, en paralelo con lo que analizamos más arriba en relación con el cuestionamiento al desarrollo económico, y la emergencia de la teoría de la dependencia y otras perspectivas críticas, comenzaron a criticar los modelos difusionistas y, sobre todo, universalistas, para plantear la existencia de centro y periferia en el mundo científico universal. Por ejemplo Shils enfatiza la tensión y la ambivalencia, especialmente en la posición de intelectuales

que están espacialmente localizados en la periferia, pero cuyos mapas mentales están, diríamos hoy, “formateados” por las metrópolis y, en su opinión, estos “cosmopolitas” son agentes fundamentales de cambio, por lo que tienen la capacidad de orientar a otros colegas (Inkster, 1985). Ello está claramente en la base de pensadores como Varsavsky (1969) muy conocido en América Latina, quien va a plantear, por ejemplo, el problema de lo que denomina “dependencia cultural”:

Es natural, pues, que todo aspirante a científico mire con reverencia a esa Meca del Norte, crea que cualquier dirección que allí se indique es progresista y única, acuda a sus templos a perfeccionarse, y una vez recibido su espaldarazo mantenga a su regreso –si regresa– un vínculo más fuerte con ella que con su medio social. Elige alguno de los temas allí en boga y cree que eso es libertad de investigación, como algunos creen que poder elegir entre media docena de diarios es libertad de prensa.

Un “cientificista” para Varsavsky está muy próximo a la idea de “cosmopolita” que usa Shils: el rol social es similar, ya que se trata del portavoz y, también el operador simbólico de los valores e intereses de la “ciencia internacional” o de las “sociedades del centro” en el interior de sus sociedades periféricas. Vemos aquí, por lo tanto, una verdadera “marca de época”: Centro y Periferia, o Norte y Sur, fueron entonces propuestos como polos binarios de una distribución desigual de recursos, capacidades, dispositivos y, en línea general, de bienes simbólicos y materiales. Había, sobre todo en los análisis de los años 60 y 70 del siglo pasado una fuerte perspectiva estructural, ya que la condición periférica en términos científicos estaba anclada en el tipo de sociedades y de su inserción en el sistema mundial, así como era, también, reproducida por las propias élites locales que asumían gustosamente, el papel de agentes activos del alineamiento de la ciencia periférica con los dictados de la ciencia “central” o avanzada.

Un abordaje analíticamente fino y, por lo tanto, interesante sobre esta cuestión es el que hacen Lafuente y Sala Catalá (1992), quienes plantean tres criterios para analizar los abordajes y conceptos emergentes: geopolítico, socioeconómico y socioprofesional. Para ellos, según donde se ponga el énfasis dependerán conceptos tales como ciencia dependiente, ciencia nacional, ciencia marginal o ciencia académica. Así, todos estos conceptos acarrean el desafío de imaginar a la ciencia moderna según sus formas endebles, derivativas, desarticuladas o inferiores respecto de su institucionalización en Occidente.

Estas variables aportan mucha más claridad que las definiciones tanjantes y binarias que han tenido mucha difusión, y también han aportado una cierta mirada para observar los contrastes, allí donde décadas antes predominaba la perspectiva neutral y universalista, y donde la mayor oposición se organizaba en torno de lo moderno frente a lo tradicional, o lo atrasado frente a lo arcaico. Según Lafuente y Catalá, desde el punto de vista geopolítico se distingue entre ciencia periférica y ciencia metropolitana en un sentido específico. Mientras que la primera alude a mecanismos institucionales que operan como enclaves en un país económicamente menos poderoso, las segundas son más bien expediciones de científicos metropolitanos –agentes de las potencias coloniales– en el territorio colonial con el fin de acumular datos (principalmente en los campos de la botánica, la astronomía y la medicina), que luego serán procesados en su país de origen y capitalizados por sus estructuras institucionales y políticas (pag. 16).

Para Lafuente y Catalá, el énfasis en los condicionamientos geopolíticos ha desplazado el centro de gravedad de los estudios más anticuados, y siguen a MacLeod (1982) al considerar ya no a la ciencia en la historia imperial, sino la ciencia como historia imperial. Observan con razón que “la institucionalización de un emplazamiento colonial de una determinada política imperial no sólo da cuenta de un proceso de expansión en la dirección centro-periferia, sino que simultáneamente establece los límites a la expansión que operan en la dirección opuesta, modificando las políticas metropolitanas; así pues, las posiciones globalistas y localistas son las dos caras de la misma moneda”.

En efecto, desde una perspectiva relativamente próxima, y sumándose a las críticas a la perspectiva difusionista de Basalla, Roy MacLeod propuso ahondar con mayor detalle en las relaciones mismas entre centro y periferias. Así, propone una concepción más dinámica de la llamada “ciencia imperial”, donde distingue heterogeneidades y diversos tipos de relaciones con diferentes países y regiones como, por ejemplo, entre lo que llama el “imperio ocupado” de la India, y el “imperio informal” de América latina¹⁶. Pero, sobre todo, MacLeod aporta una perspectiva según la cual, entre el imperio y los otros contextos, no hay una extrapolación lineal de las ideas, sino múltiples desarrollos autóctonos que tienen “efectos reverberantes”. En vez de metrópolis “iluminadas” que irradian, hay metrópolis “movedizas”, como una función del imperio que selecciona y cultiva las fronteras intelectuales y económicas. Según él, “el particular genio del Imperio Británico consistió en asimilar ideas desde la periferia, en estimular la lealtad en el interior de la comunidad imperial sin sacrificar ni su liderazgo ni su

16 La expresión, no explicada ni desarrollada en el artículo, es muy llamativa –aunque no completamente contra–intuitiva– para un lector latinoamericano.

continuidad". Dicho de otro modo: no sólo en las periferias se producía conocimiento valioso, sino que ese conocimiento podía ser y fue aprovechado por la metrópoli.¹⁷

Desde una perspectiva en cierto modo próxima a la de MacLeod, el historiador franco-indio Raj intenta también superar tanto los modelos difusionistas (al estilo de Basalla) como los confrontacionistas, que ponen al mundo desarrollado o las metrópolis y al mundo periférico como dos pares binarios antagónicos. Este es un paso importante en la comprensión del desarrollo de la ciencia en las regiones no hegemónicas. Desde su perspectiva, y analizando el desarrollo científico en la India del siglo XVII en relación con el Imperio británico, pretende mostrar, por un lado, la complejidad de las interacciones en la construcción de la ciencia moderna, aún en una "situación colonial asimétrica" y, por el otro, el rol activo que las heterogéneas redes de conocimiento desarrollaron para forjar la identidad británica y sus tradiciones de investigación y formación (Raj, 2000: 133).

El texto ya citado de Vessuri (1994) avanza en la misma dirección, al señalar que la ciencia en los países en desarrollo tiene dos caras: por un lado expresa los intereses de los países avanzados, pero también los esfuerzos vigorosos desplegados en el Tercer mundo por dominar y usar productivamente un conocimiento que es portador de promesas de modernidad. Y concluye señalando que la creación y desarrollo de instituciones científicas en los países en desarrollo es una condición necesaria pero no suficiente de éxito o de fracaso para identificar los problemas y ofrecer las soluciones.

Por lo tanto, un nuevo tipo de análisis va surgiendo, mucho más centrado en el tipo y el contenido de interacciones que se producen en los territorios periféricos, aunque no limitados a ellos, entre las diferentes culturas en juego y, sobre todo, entre arenas heterogéneas donde las dimensiones estructurales tienen un peso importante, pero no definen *ex ante* el conjunto de dimensiones reales y simbólicas que tienen lugar en los procesos de producción de conocimiento. En un trabajo muy reciente, el mismo Raj (2015) señala que es necesario prestar atención a nuevas formas de una historia "relacional" que ponga el acento en las intermediaciones (*go-between*, en inglés). A ello podemos agregar que ello debería permitirnos observar las diversas operaciones de traducción, de producción más compleja de conocimientos, como producto de

Lafuente y Catalá (1992) le discuten que se restrinja al imperio británico, siendo que ello no es extrapolable a otras regiones, y que finalmente propone etapas que no es obligatorio recorrer: por ejemplo, la ciencia nacional no es un prerequisite o un momento necesario dentro de un desarrollo histórico de la "ciencia moderna"

encuentros y conflictos culturales, cooperación y competencia, de intereses y necesidades, etc.

La cuestión de ensamblar la localidad del conocimiento (lo que incluye prácticas, culturas, lenguajes, territorios) con sus dimensiones de localización internacional, incluyendo a los contextos no hegemónicos es una tarea que llevará varios años más, como veremos hacia el final de este texto.

LOS ESTUDIOS POSTCOLONIALES

Los llamados estudios postcoloniales, que surgieron en las últimas 2 décadas, se han preguntado por el impacto de la estructura colonial sobre las condiciones económicas, políticas, sociales y epistémicas de las colonias (Rodríguez Medina, 2014). Según algunos de los autores que adhieren a esta perspectiva, la práctica de diversas acciones coloniales operó en el sentido de transmitir (desde Europa) no sólo un conjunto de instituciones y relaciones sociales, sino también una ordenación del conocimiento estructurada jerárquicamente en las disciplinas previamente establecidas como reparto epistémico del mundo. Los estudios postcoloniales prestaron atención a las bases epistémicas de la producción de conocimiento, y encontraron que las voces y las comunidades de esos países estaban reprimidas y no eran tenidas en cuenta por la ciencia metropolitana, lo que dio lugar a un fenómeno descrito como “colonialidad del conocimiento” (Rodríguez Medina, 2014). Mignolo, uno de los más representativos pensadores de esta corriente, señala que “mi preocupación es poner de relieve la diferencia colonial [...] como consecuencia de la colonialidad del poder (en su fabricación) y como una localización epistémica articulada en la segunda modernidad. [...] El mundo se volvió impensable más allá de la epistemología europea (y, más tarde, del Atlántico del Norte). La diferencia colonial marcó los límites de pensar y teorizar, a menos que la epistemología moderna (filosofía, ciencias sociales, ciencias naturales) sea importada/exportada hacia esos lugares en donde el pensamiento era imposible (porque era folklore, magia, brujería, etc.)” (Mignolo, 2002)

Así, algunos autores suponen que la distribución de poder afecta a la producción de conocimiento e intentan imaginar alternativas que deberían emerger de las regiones oprimidas del mundo. En cierto sentido, los estudios postcoloniales impugnan –con diferentes estrategias y lenguajes– la epistemología subyacente en el conocimiento de los dominadores del mundo moderno, y reivindican en cambio la construcción de un nuevo tipo de epistemología que opere sobre bases radicalmente opuestas a aquella. La crítica a la epistemología “occidental” resulta relativamente fácil de comprender, y parece estar en línea con una forma de repensar o actualizar las teorías de la dependencia formuladas

hacia fines de los años sesenta. Por el contrario, las propuestas en torno de cómo construir esa nueva epistemología ofrecen una gran gama de variantes –según los proponentes– y mucha menos claridad en su contenido. Ello es así, en parte, porque la noción de “colonialidad” ha excedido el marco estricto de una explicación geopolítica (marcada por la existencia de regiones dominantes y regiones colonizadas, u otras formas similares de denotarlo), para situarse de lleno en el terreno del cuestionamiento a las diversas formas de ejercicio de poder y a las epistemologías que surgirían de cada una de ellas. Así, la emergencia de los estudios de género que se fue produciendo desde los años ochenta vino acompañada de un cuestionamiento a las bases de conocimiento que, sobre una marca de dominación de género producían, por ejemplo, epistemologías masculinas¹⁸.

Por otra parte, en los últimos años algunos investigadores del campo CTS en los países más desarrollados han comenzado a prestar atención a lo que ocurre en las regiones periféricas o no hegemónicas. Como vimos más arriba, durante largas década –y aún hoy– prácticamente todos los trabajos del campo de los estudios sociales de la ciencia de los países centrales –con la natural excepción de los trabajos históricos sobre la expansión de la ciencia europea que ya comentamos– se concentraron en los laboratorios, instituciones, grupos e individuos localizados en los centros de mayor importancia internacional.

Siguiendo la línea de estudios postcoloniales que mencionamos más arriba, diversos autores han optado por adoptar esta denominación, y observarla en relación con los estudios sociales de la ciencia y la tecnología. Así, en un movimiento algo tardío y, sin dudas, muy parcial, algunos investigadores “mainstream” del campo CTS parecen descubrir que en las regiones de menor desarrollo no sólo hay producción de conocimientos científicos sino también reflexiones sobre esos procesos¹⁹. Veamos algunas de estas propuestas, que de todos modos no son muy numerosas. Sandra Harding (2008), propone que los estudios postcolo-

18 Por ejemplo, Haraway (1991) afirma, en un conocido texto, que “En esta búsqueda de una posición epistemológica y política, quisiera bosquejar un cuadro de posible unidad, sacado de los principios socialistas y feministas del diseño. El marco para mi bosquejo está fijado por la extensión y por la importancia de los reajustes en las relaciones sociales, a nivel mundial, con la ciencia y la tecnología. Me inclino por una política enraizada en demandas de cambios fundamentales en la naturaleza de la clase, la raza y el género, en un sistema emergente de un orden mundial análogo en su novedad y objetivos al creado por el capitalismo industrial.”

19 Unos años antes –y esporádicamente– ya se habían manifestado algunos intereses de investigadores europeos o estadounidenses por los estudios CTS en los países en desarrollo. Véase, por ejemplo Moravcsik (1985) y la respuesta de Hill (1985) y, algo después, Drodri (1993). Es de notar que mientras el primero apunta a crear una agenda de estudios en CTS, los otros dos formulan más bien recomendaciones políticas.

niales en CTS (PCSTS, por su sigla en inglés) plantean nuevas cuestiones para las historias, las sociologías, las epistemologías y las filosofías de la ciencia, no sólo en relación con los países del “Sur,” sino que interpela, de diversas manera, a los propios estudios CTS del “Norte”.

Harding plantea, con acierto, que el proyecto de romper con una idea de ciencia libre de valores o neutral mostró, a través de los estudios etnográficos, que la “Northern Science” era también un conocimiento “socialmente situado” y que, por lo tanto, esas ciencias “del Norte” herederas del legado del iluminismo eran, sin embargo, expresiones de diferentes vías de una “etnociencia”. Harding sintetiza los diversos aportes de los estudios postcoloniales, en particular lo que denomina 4 proyectos centrales. El primero se refiere a avanzar “más allá de la inclusión”, y toma como punto de partida los estudios sobre tradiciones científicas y tecnológicas de “otras culturas”, pero propone ir más allá, analizando tanto los “otros desarrollos” como lo que ellos aportan para la comprensión de la “ciencia del Norte”. El segundo –que avanzamos más arriba– propone nuevas historias, sociologías, epistemologías y filosofías de la ciencia. Se pregunta, por ejemplo, ¿Cómo han interactuado unos con otros los proyectos y tradiciones científicas en el planeta?; ¿Qué tomó cada uno del otro?; ¿Cómo inventó y mantuvo Occidente la noción de sociedades estáticas, sin tiempo, ‘tradicionales’? y ¿Qué ocurrió con el núcleo cognitivo de las ciencias del Norte si ha perdido su legitimidad?

En tercer lugar, plantea interrogarse por el hecho de que han existido en el pasado, existen y existirán en el futuro, tradiciones científicas múltiples que se solapan y entran parcialmente en conflicto unas con otras, así como lo hacen las culturas de un modo más general. Por último, al interrogarse sobre las relaciones entre tradiciones científicas y tecnológicas, propone integrar “otras tradiciones” CyT en los legados del Norte; o analizar “las relaciones asimétricas de colaboración científica entre los del Norte y los del Sur”, o “Considerar otras culturas como modelos para las ciencias y tecnologías de Occidente”.

Anderson es otro de los autores que discutió en diversos textos la cuestión de los estudios postcoloniales en CTS. Luego de hacer una revisión de las diversas corrientes que, de forma explícita o implícita lidiaron con la cuestión –varias de las cuales ya comentamos más arriba–, llega a la conclusión de que la teoría de actor-red o ANT, es la que mejores perspectivas ofrece para el análisis de la tecnociencia de un modo que incorpore las dimensiones geográficas, pero que vaya más allá. De hecho, para ellos, los debates acerca de lo que formalmente constituye la “ciencia” están ahora mucho más enfocados en la geografía que en los problemas epistemológicos. De allí concluyen que los laboratorios “euro-americanos” ya no son más los lugares más

importantes para estudiar la ciencia (Anderson y Adams, 2008). Según Anderson, la capacidad de ANT para subvertir las narrativas fue creando un sustituto disruptivo a las teorías de la modernización y la dependencia en los estudios de la ciencia, en particular porque deconstruye sus argumentos a favor de normas cognitivas compartidas y relaciones institucionales, y *disuelve las distinciones entre centro y periferia* (Anderson, 2009: 391). Además, lo que según él hizo que ANT fuera tan potente y atractiva fue su efecto más corrosivo general, puesto que desplaza otros desafíos de la teoría de la modernización, como la *dependencia* y el *sistema mundo*, que se basan en grandes narrativas igualmente homogéneas y lineales.

Tomando ANT como punto de partida, Anderson y Adams consideran que “necesitamos historias de la ciencia multisituadas que estudien los bordes de los lugares de producción de conocimiento”. Así, para ellos, estas historias podrán “complejizar creativamente las distinciones convencionales entre centro y periferia, lo moderno y lo tradicional, lo dominante y lo subordinado, lo civilizado y lo primitivo, lo local y lo global” (2008: 192)²⁰.

Una perspectiva diferente, pero que se aproxima en sus objetivos a estas visiones es la de Caroline Wagner (2009) en su libro sobre los nuevos colegios invisibles, cuyo subtítulo es “ciencia para el desarrollo”. Wagner analiza las nuevas configuraciones que surgen en los últimos años e identifica que, por un lado, la emergencia de las redes como organizador de la producción de conocimiento en el siglo XXI genera, bajo condiciones abiertas, posibilidades de aprovechamiento del conocimiento que dejan atrás las fórmulas atadas al Estado-Nación, propias del siglo precedente. Reconoce, asimismo, que hay una serie de operaciones, en los usos de los conocimientos, que permanecen en el espacio local, frente al cual los países en desarrollo necesitan establecer y desarrollar una serie de dispositivos institucionales para aprovechar estas posibilidades. Sin embargo, la propuesta de Wagner presenta una dificultad para dar cuenta de la cuestión en los países más avanzados de América Latina. Según ella, los países en desarrollo tienen una ventaja sobre los desarrollados: no crearon un sistema nacional de ciencia en el siglo XX, y así, no tienen incorporadas las burocracias y las instituciones del siglo XX que fueron la marca en la era del nacionalismo

20 Señalemos que otros textos, sin hablar de lo “postcolonial” aluden también al abandono de los modelos “centro-periferia”. MacLeod (2000) sugirió precisamente eso, y propuso en cambio estudiar el tráfico de ideas e instituciones, reconociendo las reciprocidades y usando perspectivas que estén “coloreadas por la complejidad del contacto”. Y Secord (2004: 669) propuso que la historia de la ciencia se displace más allá de ANT hacia “una comprensión más completa, a menudo nutrida de las perspectivas antropológicas, y reemplazar las divisiones de centro y periferia por nuevos patrones de mutua interdependencia”.

científico. Por lo tanto, tienen mayor flexibilidad para orientarse a un nuevo desarrollo de la ciencia.

Esta versión optimista, por cierto tentadora, presenta algunos inconvenientes, el primero de los cuales radica en decretar la extinción del Estado-Nación como espacio para la ciencia: en forma paralela a las redes siguen existiendo políticas nacionales, aplicaciones locales del conocimiento, conocimientos fuertemente ligados a sus espacios de producción y uso localizados (Arvanitis, 2011). Por otro lado, parece incluir, bajo el rótulo “países en desarrollo” sólo a aquellos países con escasa tradición de investigación y sistemas nacionales ya establecidos. Aunque Wagner muestra algunos casos muy interesantes, en particular en África, es dudoso que las ventajas para un desarrollo sean tan abiertas como se imagina. Pero, sobre todo, países como Argentina, México, Chile, Brasil, Egipto, Sudáfrica, entre otros, pertenecientes al ancho mundo “en desarrollo”, tienen “sistemas nacionales” análogos a los de los países más desarrollados (frecuentemente como efecto mimético), una importante dinámica en la producción de conocimiento, a menudo bajo formas subordinadas, y con una bajísima utilización local de esos conocimientos.

Estos países también cuentan con burocracias cuyo papel es altamente contradictorio, oscilando entre dos tensiones: por un lado, la imitación de las políticas de CyT de los países más avanzados *versus* la búsqueda de instrumentos de política adecuados a sus contextos y, por otro, entre la búsqueda de conocimientos de excelencia y visibilidad internacional, y un uso e industrialización local de dichos conocimientos (Losego y Arvanitis, 2008; Kreimer 2015).

Para finalizar con los abordajes “postcoloniales” vale la pena mencionar un artículo muy reciente de John Law –uno de los autores más representativos de ANT–, cuya mirada es en mi opinión más aguda que las otras que comentamos. Law (2015) considera como punto de partida el hecho de que existe una abundante cantidad de trabajos “postcoloniales” en CTS, entendiendo por tales a aquellos que han tomado como objeto las cuestiones relacionadas con la ciencia y la tecnología, o la tecnociencia en países de menor desarrollo. Sin embargo, esto le parece insatisfactorio, en la medida en que opera una cierta fragmentación entre estos estudios, que se basan en las teorías corrientes en los países más avanzados –Law utiliza, como Anderson, la idea de “Euroamericanos”– para abordar “casos” que son bien diferentes de los estudiados en los contextos hegemónicos. Es una buena pregunta, que ya nos hemos formulado hace algunos años, en relación con América Latina.²¹ A partir de allí la propuesta de Law, que analiza

²¹ Ver, por ejemplo, Kreimer (2007), entre otros.

algunos casos en Taiwán en donde todo puede tener otro significado, incluyendo la noción y la división misma entre “teoría” y “práctica”, es consistente con la perspectiva que desplegó a lo largo de sus creativos estudios de actor-red: una noción de “simetría postcolonial” que implique tener diversas versiones sobre un objeto, incluyendo los diversos lenguajes, miradas, tradiciones, etc. Según el propio Law, esto no es tarea fácil: “CTS está dominado conceptual, lingüísticamente, corpóreamente, metafísicamente e institucionalmente por las prácticas Euro-americanas y especialmente por el idioma inglés. ¿Pero si tuviéramos éxito? Entonces podríamos crear una pluralidad de CTS intersectados y sensibilidades. Y seríamos capaces de decir que pudimos deshacer el provincialismo de CTS”.

Las perspectivas “postcoloniales” merecen dos tipos de comentarios; uno más general y cada perspectiva en particular, porque sus supuestos son algo diferentes. Como perspectiva general, la definición misma de “postcolonial” es en sí misma parcial y eurocéntrica. Parcial, porque supone una temporalidad –colonia, post-colonia– que está lejos de representar las tensiones presentes en los países de menor desarrollo. Si esta definición tiene un sentido, por ejemplo, en África o en la India, adquiere otro muy diferente en América Latina, donde la ruptura con el orden colonial –al menos con el orden colonial *formal*– lleva ya más de dos siglos. Además, la idea de que estos países de menor desarrollo se definan a partir de alguna declinación de “lo colonial” –ya sea pre o post– es conflictiva con el objetivo mismo que se pretende, que es el de poner de relieve la posición subalterna de estas regiones, y explicar de un modo más comprensivo sus valores, creencias, relaciones, instituciones y, sobre todo, complejizar la relación con las metrópolis. El término mismo está cargado del eurocentrismo que se pretende cuestionar, y merecería al menos ser repensado.

El objetivo es encomiable, es decir, mostrar que esas “otras culturas” que parecían ocultas para las visiones hegemónicas, y que ignoraban, por ejemplo, las marcas de género –o lo sometían– o las de raza o etnia –o las sometían igualmente–, así como las de regiones más pobres –con las mismas consecuencias– eran todas visiones “desde abajo” como plantea Harding.

Sin embargo, es notable que los cultores del conocimiento situado y de las determinaciones materiales y simbólicas de cada grupo de actores o sociedades tiendan a proponer una suerte de amalgama entre la “ciencia del Norte” (Harding) o las culturas “Euro-americanas” (Anderson, Law) como si fueran parte de un mismo e indivisible “paquete” moderno que ha logrado imponerse, como en la tesis de Basalla, para luego irradiarse hacia otros continentes y sociedades. Así, “Ciencia del Norte”, “Occidente”, o “Euroamérica” aparecen como una auto-refutación de sus propios enunciados.

Por otro lado, una amalgama semejante se tiende a hacer entre los países “del Sur” (con la paradoja agregada de que algunos de ellos, como México o el norte de África estén en el “Norte”) como si formaran parte de un mismo conglomerado más o menos similar. Posiblemente el caso más evidente de esta operación sea el de Wagner (2009) quien, con un admirable optimismo ve oportunidades allí donde históricamente se vieron debilidades y obstáculos estructurales. Lo cierto es que el “mundo en desarrollo” o “no hegemónico” o “periférico” es un mosaico multicolor de culturas, tipos y niveles de desarrollo, tradiciones y relaciones difícilmente comparables más que en su mayor dimensión negativa, y que es su no pertenencia al mundo “euro-americano”. Por lo demás, es imposible comparar sociedades o regiones que tuvieron una muy temprana institucionalización de la “ciencia moderna” (como México o Argentina en América, o los países del Norte de África, aunque ellos con mayor influencia directa de las metrópolis, o ciertos países con desarrollo equivalente en Asia) de otros localizados en las mismas regiones –algunos de ellos analizados por Wagner– que cuentan en total con unos pocos cientos de investigadores “modernos”.

Vale la pena señalar que la mayor parte de los textos comentados por los autores que mencionamos, y que dan cuenta de estudios CTS postcoloniales, en realidad se refieren al estudio de la tecnociencia *en* los países no hegemónicos o periféricos, con algunos trabajos desarrollados por autores locales –en particular los que escriben en inglés–, pero donde predominan aún las investigaciones de los “euroamericanos”. Esos estudios tienden a ignorar sistemáticamente toda la producción latinoamericana que lleva, al menos, 40 años de existencia. Creo que aquí la razón es muy simple, y el único que la hace explícita es el propio Law: no pueden leer español y portugués. En todos los textos analizados, no hay una sola referencia que no esté escrita en inglés, y una sola a un investigador CTS de América Latina: ¿qué alcance, pues, pueden tener todos estos trabajos que ignoran a una de las regiones, supuestamente “postcoloniales” con mayor producción en CTS? ¿No necesitarían, quienes eso escriben, constreñirse a constatar que sus limitaciones lingüísticas –que los propios latinoamericanos no aceptamos en nuestros estudiantes– les dificultan un acercamiento serio a la cuestión?

Particular atención revela la idea, propuesta por MacLeod y retomada por varios autores, incluidos Anderson y Adams, de “sepultar las dicotomías”, tales como “moderno *versus* tradicional” e incluyendo bien particularmente la dicotomía “centro-periferia”. Proponen en cambio centrarse en conceptos tales como el de “trading zones” propuesto originalmente por el historiador de la física Peter Galison (1997) y en los intercambios más ricos entre actores –de allí la recuperación o la ampliación de ANT–, que aquellas dicotomías parecen

ocultar. Naturalmente, es cierto que aquellas dicotomías fueron frecuentemente usadas para imponer una visión mecánica, en donde los dominadores –la ciencia “occidental” y, más generalmente las sociedades “occidentales”– imponían una visión más o menos monolítica a sus subordinados de las colonias o regiones subdesarrolladas, lo que invisibilizó las culturas locales, los conflictos, las hibridaciones, las zonas de intercambio y demás.

Hago aquí un breve intermedio para comentar las localizaciones geográficas y los usos de los puntos cardinales usados corrientemente. El primero es el uso análogo de Occidente para “Europa” primero y para “Euroamérica” más recientemente. Eso supone, claro, la oposición con Oriente, en particular el lejano oriente, pero deja mal situado o simplemente fuera del mapa a América Latina, excepto que se tome la bonita expresión de Alain Rouquié –sin embargo bastante ignorada– de considerarla como el “extremo occidente”.²² El segundo problema cardinal es la definición –también muy extendida– del “Norte” y del “Sur”, que en la segmentación hemisférica ubica en el “Sur” a países del hemisferio Norte como México, Argelia, Egipto, Libia, Cuba, Paquistán o Irán. A pesar de esos evidentes inconvenientes geográficos, ambas expresiones se siguen usando como análogos de “centros” y “periferias”, cuya distinción se pretende, por otra parte, erradicar, como comentaremos enseguida.

De modo que, volviendo a las dicotomías utilizadas como recurso retórico, es cierto que pueden ocultar, bajo un tinte simplificador, “zonas de negociación” (*trading zones*), espacios de hibridación, procesos de aprendizaje y de circulación de saberes más complejos que la simple transferencia de un contexto a otros, entre otras cuestiones. En ese sentido, parece necesario, por cierto, romper la rigidez de aquellas dicotomías. Pero nos enfrentamos, entonces a otro problema, porque disolviendo por completo las dicotomías, y por lo tanto las dimensiones centrales y periféricas, le tendencia es fuerte a perder de vista que estamos frente a profundas asimetrías, tanto en las capacidades de actuar en diversos territorios, geográficos o simbólicos, como sobre todo en la disposición de recursos materiales y en una notable asimetría de poder.

Por lo tanto, hace ya algunos años propuse que se abandonara, en efecto, la distinción entre “centro y periferia” para reemplazarla por sus plurales: centros y periferias. Esta definición, que se aleja de la definición inmediata de una región geográfica tildada automáticamente como “centro” o como “periferia”, pone el acento en tres cuestiones que deben ser analizadas en forma conjunta: por un lado, el nivel de análisis

²² Rouquié (1998: 16) señala de un modo muy elegante que “América latina apareció durante mucho tiempo como el tercer mundo del Occidente o como el occidente del tercer mundo. Lugar ambiguo en el cual el colonizado se identifica con el colonizador”.

más adecuado para dar cuenta de los fenómenos socio-cognitivos que nos interesan, y que discutimos en la primera parte de este texto. En segundo lugar, el lugar de la ciencia en cada una de las sociedades, incluyendo muy particularmente a sus instituciones, a los diversos actores y al conjunto de relaciones locales y culturales que enmarcan los procesos de producción y uso (o no) de los conocimientos. En tercer lugar, y más importante, los aspectos relacionales, es decir de qué modo, dado un determinado nivel de análisis, por ejemplo el de un campo científico determinado, se vinculan los grupos de un país, una institución o una región determinada con otros grupos en otras zonas del mundo.

Combinando estas tres dimensiones, estamos entonces en condiciones de considerar los diferentes centros y periferias que quedan delineados en el interior de cada campo científico o tecnocientífico, en la medida en que podremos encontrar que en los países “Occidentales” o del “Norte” no todo lo que se genera en términos de conocimiento es igualmente “central” y que a menudo podría ser “periférico” en la dinámica de un campo determinado. Así, una misma institución –por ejemplo, una universidad de los Estados Unidos- podría resultar completamente hegemónica en un campo determinado, y relativa o totalmente periférica en otro.

Este esquema nos permite, al mismo tiempo, romper con la dicotomía según la cual todo el conocimiento que se produce en los países de menor desarrollo socioeconómico sería inmediatamente periférico y viceversa, como pregonaba Cueto (1989) hace varias décadas, y su concepto de “excelencia científica en la periferia”. También nos permite observar dinámicamente los cambios en la medida en que esto se produce; hemos mostrado, recientemente (Jensen, Levin y Kreimer, 2016) que la producción de artículos científicos en China, en el campo específico de las nanociencias y nanotecnologías, pasó de ocupar un lugar completamente marginal en el total de todos los países, a convertirse en el principal productor mundial (superando en cantidad a los Estados Unidos) en un período de 20 años.

Tomar en cuenta los aspectos relacionales, es decir el modo en que se vinculan individuos y grupos de diferentes regiones, también nos permite incorporar las zonas de negociación, de aprendizaje mutuo y de hibridación, pero conservando férreamente la mirada sobre las asimetrías de poder que se ponen de manifiesto en esas relaciones. Citemos sólo algunas asimetrías, producto del trabajo empírico que hemos realizado durante años con algunos colegas. En relación con la elección de las agendas, teorías y métodos, es usual que los temas sean definidos por los grupos con mayor acceso a recursos, equipamiento, usualmente localizados en sociedades más ricas. Del mismo modo, en la división del trabajo en proyectos

de colaboración, las tareas que más frecuentemente se asignan a los grupos “periféricos” están relacionadas con la recolección y el procesamiento de la información. Finalmente, pero no menos importante, en esos casos de vínculos asimétricos, los productos de los conocimientos producidos en colaboración son generalmente industrializados en los contextos más ricos, con empresas y otros agentes más dispuestos o con mejores condiciones para utilizar productivamente los saberes científicos.

4. LOS CAMPOS CIENTÍFICOS EN AMÉRICA LATINA, EL POR QUÉ DE ESTE LIBRO Y SU CONTENIDO

Existe en la actualidad una literatura significativa sobre la emergencia, desarrollo y dinámica de diversos campos científicos en América latina, aún si los cultores de los estudios postcoloniales la desconocen, entre otras razones porque en su mayoría ha sido publicada en español y portugués. El momento más interesante de estudio de los diversos campos científicos ha sido cuando se asumieron, *grosso modo*, los supuestos que formuló Pestre (1995) en relación con la emergencia de la sociología del conocimiento científico y las consecuencias para el trabajo histórico. Según él, con las debidas distancias:

En un sentido (...) la historia de las ciencias se encuentra en una posición homóloga a la que prevalecía en los años 1930 para la disciplina histórica en su conjunto. [Marc Bloch, Lucien Febvre y otros] redefinían los objetos legítimos de la disciplina y proponían ampliar su jurisdicción anexando otras prácticas disciplinarias. (...) Análogamente con lo que ocurre en historia de las ciencias se tornaron caducos los marcos utilizados hasta entonces. (pp. 447-8)

De un modo similar, durante los últimos 30 años, diversos trabajos intentaron comprender la dinámica de las ciencias en América Latina. Saldaña, uno de los historiadores, hace un interesante cruce entre la reafirmación de la perspectiva de Pestre más general a la “historia social de la ciencia” digamos, transnacional, y las condiciones para este estudio en América latina. Señala Saldaña (1996) que

La evolución que se produjo en la teoría de la historia de la ciencia permitió que se abriera el campo a la actividad científica de regiones culturales antes excluidas, en nuestro caso a Latinoamérica. Con ello emergieron a la mirada de los historiadores de la ciencia personajes y circunstancias, textos, instituciones, prácticas, políticas y teorías, nunca antes concebidos.

Es interesante el modo en que la emergencia de una historia social de la ciencia –y, en un sentido más general, los estudios sociales de la ciencia– produjo un doble movimiento: por un lado, al plantearse la ruptura de los modelos universales y formularse la necesidad de dar cuenta de las dimensiones locales y concretas de los procesos de organización social, de producción de conocimiento, etc., surgen nuevas cuestiones que antes, cuando la mirada estaba sólo centrada en las “grandes teorías” no se podrían observar. Pero ese mismo movimiento de relocalización de los saberes es el que habilita a pensar de otro modo a la ciencia en “otros contextos” fuera de “Occidente” o del “Norte”, como señalamos en la sección anterior.

En un texto reciente (Vessuri y Kreimer, 2016) hemos dado cuenta de la rica producción sobre la emergencia de diversos campos científicos, instituciones, trama de relaciones sociales y políticas en América Latina desde la época colonial hasta la actualidad. Por lo tanto, y en honor a no extender más este artículo, remito a dicho texto para el lector interesado en la historia y la historiografía de la ciencia en esta región.

Debemos ahora, una vez que hemos justificado debidamente el nivel de análisis escogido y los abordajes conceptuales y debates que nos sirven de base para estos estudios, justificar dos cuestiones adicionales: ¿por qué la Argentina, y por qué este período? Comencemos como corresponde, es decir, por la segunda:

Así como hemos presentado en la primera parte de este texto a los diversos niveles de análisis y, en la segunda, la cuestión de los centros y de las periferias, nos corresponde constatar que la segunda mitad del siglo XX fue testigo de un conjunto de transformaciones profundas en la organización o “parcelamiento” de saberes en torno al estudio del mundo físico y natural. Ello ocurrió por diversas razones que, en el plano más universal no habremos de profundizar aquí, ya que ha sido suficientemente discutido en la literatura. Pero señalemos que ello se produjo en parte como consecuencia de la guerra, como el caso emblemático de la movilización de conocimientos, personas, instituciones y recursos en torno de la física nuclear, y la emergencia de la llamada “big science” (Galison y Heavly, 1992); en parte como consecuencia de los cambios en el propio nivel de análisis, como en el caso de la biología molecular (Löwy y Gaudillière, 1998; Abir-Am, 2002) o la ecología (Hagen, 1992) que desafiaron a la biología tradicional, una en un nivel mucho más pequeño y la otra en el nivel de los sistemas. Algo similar ocurrió, unos años más tarde, con la emergencia de las “nano” que trastocaron y atravesaron (y están atravesando), gracias a un nuevo cambio en el nivel de análisis, campos bien establecidos como la física, la química y la bioquímica (Klein, 2011; (Bozeman, Laredo, & Mangematin, 2007; Meyer, 2007). Otros cambios sobrevinieron por la redefinición del obje-

to, atravesando o reorganizando campos ya establecidos, de los cuales “se llevan” una porción, como en el caso de las ciencias del mar. Por su lado, la biotecnología surge más como desarrollo instrumental sustentado en diversas disciplinas -básicamente la biología molecular, pero también la genética y la bioquímica- y a partir de las intervenciones se reconfigura el campo mismo, atravesando las fronteras tradicionales entre el trabajo con humanos, la investigación en animales y con plantas (Orsenigo, 1989; Sasson, 1988).

En todo caso, el panorama disciplinario, de especialidades y de campos no se asemeja mucho, hacia comienzos del siglo XXI, al que habíamos conocido hacia la primera mitad del siglo XX. Las razones de estas transformaciones son, ciertamente múltiples y complejas, y difícilmente podamos encontrar una explicación causal que nos explique al mismo tiempo la emergencia y la reconfiguración de todos los campos de un modo satisfactorio. Enfatizamos, sin embargo, que se trata de un período de una extrema fertilidad para quienes pretendemos observar y comprender los procesos de transformación en las prácticas y en los regímenes de saber.

En cuanto a la localización geográfica, y más allá del obvio interés que nos despierta siempre nuestro propio vecindario, la elección de la Argentina se podría resumir en el título de un libro de hace ya varios años que, referido a Buenos Aires lo consideró como “una modernidad periférica” (Sarlo, 1988). En efecto, dentro de los países globalmente considerados “periféricos”, la Argentina ha sido uno de los que más tempranamente adoptó las bases del imaginario moderno, en diferentes esferas de la vida social: tanto en la expansión de su sistema educativo desde fines del siglo XIX, lo que permitió incorporar en forma muy eficaz a las oleadas de inmigrantes que llegaron desde Europa en la transición entre siglos, como en el desarrollo de instituciones, ampliación de sus clases medias, desarrollo de investigaciones e instalación de nuevos campos del conocimiento, todo ello mediado por una élite cosmopolita y europeísta en forma mucho más acentuada que en otros países, tanto del propio continente como en relación a otras regiones periféricas. Todo ello no borró, por cierto, su carácter periférico, sino que más bien puso en contraste un desarrollo socio-cultural considerable que coexistió con las restricciones objetivas de su posición relativa en el mundo, lo cual marcó una tipicidad particularmente interesante como objeto de estudio. En términos estrictos de la dinámica científica la Argentina alcanzó, en algunos campos, en las primeras décadas del siglo XX, un desarrollo singular que llevó a que tuviera un premio Nobel en medicina en 1947, y que luego uno de sus discípulos lo obtuviera también en 1970.

Es, pues, esta aparente contradicción rampante entre modernidad y periferia, cierta ambición incrustada en cierto *habitus* de la socie-

dad –particularmente porteña, pero probablemente extensible a varias otras ciudades- de “estar en la moda”, de seguir las tendencias que se juzgan como novedosas en el amplio espacio cosmopolita, que hace del estudio de la emergencia de nuevos campos científicos en la Argentina un espacio de observación particularmente interesante.

LOS CAMPOS ELEGIDOS Y LOS AGRADECIMIENTOS

Los nueve campos que hemos escogido para el trabajo responden a dos lógicas independientes: por un lado, a observar, entre los muchos cambios acaecidos en esta medio siglo, aquellos casos que tuvieran un interés o una relevancia particular, en función de los actores movilizados, de las instituciones, del tipo de vínculos internacionales, de los desafíos en términos de instrumentación, de la reconfiguración de saberes existentes, entre otras cuestiones. Pero, en segundo lugar, debimos trabajar en función de las acumulaciones previas por parte de nuestras propias investigaciones. Así, con mucha pena debimos dejar fuera de este libro a campos de un interés particular, como la ecología, las neurociencias o la física nuclear, en la medida en que las investigaciones socio-históricas sobre ellos no habían comenzado o no estaban suficientemente maduras. Vamos ahora a los que sí hemos podido abordar:

Susana García tomó como objeto a las ciencias del mar u oceanográficas, Matthieu Hubert a las nanociencias y nanotecnologías, Cecilia Gárgano a la genética vegetal, Oscar Vallejos a la emergencia y desarrollo de la informática, Adriana Feld y Gabriel Matharan a la petroquímica, Federico Briozzo a la medicina nuclear, Adriana Stagnaro a la biotecnología, y Pablo Kreimer y Hugo Ferpozzi a la larga transición desde la biología molecular a la bioingeniería.

Todos los capítulos fueron sometidos a un largo proceso de producción colectiva: una vez discutidos los campos y los abordajes, se hizo una primera revisión de los avances por parte de los otros autores. Una segunda etapa fue el envío de cada artículo a un experto localizado fuera de la Argentina, para tener una evaluación lo más rigurosa posible. Los autores debieron hacer modificaciones a los textos y volver a someterlos, para la revisión final por parte del editor.

En este sentido quiero agradecer particularmente a los colegas que nos ayudaron a hacer este trabajo de revisión y que nos aportaron sus saberes y su tiempo: Hebe Vessuri (México-Venezuela-Argentina), María Jesús Santesmases (España), Miguel García Sancho (España-Reino Unido), Ana María Ribeiro de Andrade (Brasil), Alexis Mercado (Venezuela), Margaret Lopes (Brasil) y Claudio Gutiérrez (Chile).

BIBLIOGRAFÍA

- Abir-Am, P. G. 2002 "The Rockefeller Foundation and the rise of molecular biology" en *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 3(1), 65-70.
- Amin, S. 1973 *Le développement inégal* (Paris: Editions de Minuit).
- Anderson, W. 2009 "From subjugated knowledge to conjugated subjects: science and globalisation, or postcolonial studies of science?" en *Postcolonial Studies*, 12:4, 389-400.
- Anderson, W. y Adams, V. 2008 "Pramoedya's Chickens: Postcolonial Studies of Technoscience" en Edward J. Hackett, Olga Amsterdamska, Michael Lynch y Judy Wajcman (Eds.) *The Handbook of Science and Technology Studies* (Cambridge MA: MIT Press).
- Arvanitis, R. 2011 "Que des réseaux! Compte rendu de Caroline Wagner. The New invisible college. Science for development» en *Revue D'anthropologie Des Connaissances*, 5(1), 178-185. Disponible en: <http://doi.org/10.3917/rac.012.0178>
- Barnes, B. y Edge, D. 1982 "Science as Expertise" en Barnes, B. y Edge, D. (eds.) *Science in Context: Readings in the Sociology of Science* (Cambridge MA: The MIT Press).
- Basalla, G. 1967 "The spread of Western science. A three-stage model describes the introduction of modern science into any non-European nation" en *Science*, 156 (3775) pp. 611-22.
- Ben-David, J. y Collins, R. 1966 "Social, Factors in the Origins of a New Science: The Case of Psychology" en *American Sociological Review*, Vol. 31, N° 4 (Aug., 1966), pp. 451-465.
- Bensaude-Vincent, B. 2001 "Materials science and engineering: an artificial discipline about to explode?" en *History of Recent Science and Technology*. Disponible en : www.library.caltech.edu
- Blanckaert, C. 2006 "La discipline en perspective. Le système des sciences à l'heure du spécialisme (XIXe-XXe siècle) en Boutier, J., Passeron, J.- C. y Revel, J. (eds.) *Qu'est-ce qu'une discipline?* (Paris : Éditions de l'EHESS).
- Bozeman, B., Laredo, P., y Mangematin, V. 2007 "Understanding the emergence and deployment of "nano" S&T" en *Research Policy*, 36(6), 807-812.
- Bourdieu, P. 1997 *Les usages sociaux de la science. Pour une sociologie clinique du champ scientifique* (Paris: Editions de l'INRA).

- Bourdieu, P. 2001 *Science de la science et réflexivité* (París: Raisons d'agir).
- Buch, A. 2006 *Forma y función de un sujeto moderno. Bernardo Houssay y la fisiología argentina (1900-1943)* (Buenos Aires: Editorial de la UNQ).
- Burke, J. G. 1966 *Origins of the Science of Crystals* (University of California Press, Berkeley).
- Cambrosio, A. y Keating, P. 1983 "The Disciplinary Stake: The Case of Chronobiology" en *Social Studies of Science* vol. 13 N° 3, pp. 323-353.
- Cardoso, F. H. y Faletto, E. 1969 *Dependencia y desarrollo en América Latina* (Buenos Aires: Siglo XXI).
- Chubin, D 1976 "The conceptualization of Scientific Specialties" en *The sociological Quarterly*, Vol 17, N° 4.
- Ciencia Hoy 2001 "Entrevista a Lewis Pyenson. Realizada por Miguel de Asúa y José Antonio Pérez Gollán". Volumen 11 - N° 65. Pp. 58-63. Octubre/Noviembre 2001
- Collins, H. M. 1975 "The Seven Sexes: A Study in the Sociology of a Phenomenon, or the Replication of Experiments in Physics" en *Sociology*, 9, 2, pp. 205-224.
- Collins, H. M. 1981 "What is TRASP?: The Radical Programme as a Methodological Imperative" en *Philosophy of the Social Sciences*, 11 (2, pp. 215
- Cueto, M. 1989 *Excelencia científica en la periferia: actividades científicas e investigación biomédica en el Perú 1890-1950* (Lima: Grade).
- Cukierman, H. 2007 *Yes, Nos temos Pasteur. Manguinhos, Oswaldo Cruz e a historia da ciência no Brasil* (Rio de Janeiro: FAPERJ/Relume Dumará).
- Drori, G. 1993 "The relationships between Science, Technology and the Economy in Lesser Developed Countries" en *Social Studies of Science*, vol. 23, pp. 201-15
- Galison, P. 1997 *Image & logic: A material culture of microphysics* (Chicago: The University of Chicago Press).
- Galison, P. y Hevly, (eds.) 1992 *Big Science. The Growth of Large Scale Research* (Stanford: Stanford University Press).
- González Casanova, P. 1969 *Sociología de la explotación* (Buenos Aires: Siglo XXI).

- Gunder Frank, A. 1965 *Capitalismo y subdesarrollo en América Latina* (Buenos Aires: Signos).
- Gustin, B. 1973 "Charisma, recognition and the motivation of scientists" en *American Journal of Sociology* N°78, pp. 19-34.
- Hacking, I. 1992 "The self-Vindication of the Laboratory Sciences" en Pickering, A., (Ed.) *Science as practice and culture* (Chicago: University of Chicago Press).
- Hagen, J. B. 1992 *An entangled bank: the origins of ecosystem ecology* (New Jersey: Rutgers University Press).
- Haraway, D. 1991 "A Cyborg Manifesto: Science, Technology, and Socialist-Feminism in the Late Twentieth Century" en *Simians, Cyborgs and Women: The Reinvention of Nature* (New York: Routledge).
- Harding, S. 2008 *Science from below* (Durham y Londres: Duke University Press).
- Harrison, M. 1995 Lewis Pyenson "Civilizing Mission: Exact Sciences and French Overseas Expansion, 1830-1940" en *The British Journal for the History of Science*, Vol. 28, N° 1, (March), pp. 119-120.
- Headrick, D. 1995 "Review of Pyenson 1993" en *The American Historical Review*, Vol. 100, N° 4 (Oct., 1995).
- Heilbron, J. 2004 "A Regime of Disciplines. Toward a Historical Sociology of Disciplinary Knowledge" en Camic, C. y Joas, H. (eds.) *The Dialogical Turn. New roles for Sociology in the Post Disciplinary Age* (New York/Oxford: Rowman and Littlefield).
- Hill, S. 1986 "The Hidden Agenda of Science Studies for Developing Countries" en *Science & Technology Studies*, Vol. 4, N° 3/4 (Autumn - Winter, 1986), pp. 29-32
- Inkster I. 1985 "Scientific enterprise and the colonial 'model': observations on Australian experience in historical context" en *Social Studies of Science*, 15(4), pp.:677-704.
- Kenney, M. 1986 *Biotechnology: The University-Industrial Complex* (Yale University Press: New Haven).
- Klein, E. 2011 *Le small bang des nanotechnologies* (Paris : Odile Jacob).
- Knorr Cetina, K. 1983 "Scientific communities or transepistemic arenas of research? A critique of cuasi-economic models of research" en *Social Studies of Science*, N° 12, 1, pp. 101-30

- Kreimer, P. 1999 *De probetas, computadoras y ratones: La construcción de una mirada sociológica sobre la ciencia* (Buenos Aires: Editorial UNQ).
- Kreimer, P. 2007 “CTS ¿para qué? ¿Para quién?” en *REDES, Revista de Estudios sociales de la ciencia*, vol. 13, N°26
- Kreimer, P. 2015 “Co-producing Social Problems and Scientific Knowledge: Chagas Disease and the Dynamics of Research Fields in Latin America” en *Sociology of Science Yearbook*, Vol. 29
- Kreimer, P., Vessuri, H., Velho, L. y Arellano, A. 2014 “El estudio social de la ciencia y la tecnología en América Latina: miradas, logros y desafíos” en Kreimer, P. Vessuri, H. Velho, L. y Arellano, A., *Perspectivas latinoamericanas en el estudio social de la ciencia, la tecnología y la sociedad* (México: Siglo XXI).
- Kreimer, P. y Thomas, H. 2006 “Production des connaissances dans la science périphérique: l'hypothèse CANA en Argentine” en J. B. Meyer y M. Carton *La société des savoirs. Trompe-l'œil ou perspectives?* (Paris : L'Harmattan).
- Kreimer, P. y Zabala, J. P. 2009 “Quelle connaissance et pour qui? Problèmes sociaux, production et usage social de connaissances scientifiques sur la maladie de Chagas en Argentine” en *Revue d'anthropologie des connaissances* 2008/3, N° 5, pp. 413-439.
- Kuhn, T. 1970 *The Structure of Scientific Revolutions* (Chicago: The University of Chicago Press).
- Lafuente, A. y Sala Catala 1992 “Ciencia y mundo colonial: el contexto iberoamericano” en Lafuente, A. y Sala Catalá (eds.) *Ciencia_ colonial en América* (Madrid: Alianza).
- Latour, B. 1987 *Science in Action. How to Follow Scientists and Engineers through Society* (Cambridge: Harvard University Press).
- Latour, B. y Woolgar, S. 1979 *Laboratory Life: The Construction of Scientific Facts* (Beverly Hills: Sage).
- Law, J. y Wen-yuan Lin 2015 “Provincialising STS: postcoloniality, symmetry and method”. Conferencia pronunciada en 2015 Denver Bernal Prize plenary. Disponible:<http://www.heterogeneities.net/papers.htm>
- Lemaine, G., Weingart, P., MacLeod, R y Mulkay, M. (Eds.) 1976 *Perspectives on the Emergence of Scientific Disciplines* (Paris/ Chicago/La Haya: Mouton).

- Lenoir, T. 1993 "The discipline of nature and the nature of disciplines" en E. Messer-Davidow, D. R. Shumway y D. Sylvan (eds.) *Knowledges: Historical and Critical Studies in Disciplinarity* (Virginia: University Press of Virginia).
- Lenoir, T. 1997 *Instituting Science. The Cultural Production of Scientific Disciplines* (Stanford: Stanford University Press).
- Lepenes, W. y Weingart, P. 1983 "Introduction", en Graham, L., Lepenes, W., y Weingart, P. (eds.) en *Functions and Uses of Disciplinary Histories* (Dordrecht : Reidel).
- Levin, L., Jensen, P. y Kreimer, P. 2016 "Does size matter? The multipolar international landscape of nanoscience" en *Plos One*, en prensa.
- Losego, P. y Arvanitis, R., 2008 "La science dans les pays non hégémoniques" en *Revue d'Anthropologie des Connaissances*, Vol. 2, N° 3
- Löwy, I., y Gaudillière, J. P. 1998 *Disciplining cancer: Mice and the practice of genetic purity. In The Invisible Industrialist* (Reino Unido: Palgrave Macmillan).
- MacKenzie, D. 1981 *Statistics in Britain, 1865-1930: the social construction of scientific knowledge* (Edimburgo: Edinburgh University Press).
- MacLeod, R. 1982 "On Visiting the 'Moving Metropolis': Reflections on the architecture of imperial science" en *Historical Records of Australian Science*, vol. 5, N°3, 1982, pp. 1-16
- MacLeod, R. 2000 "Introduction: Nature and Empire: Science and the Colonial Enterprise" en *Osiris*, Vol. 15
- Marcovich, A., y Shinn, T. 2011 "Where is disciplinarity going? Meeting on the borderland" en *Social Science Information*, 50(3-4), pp. 582-606.
- Marini, R. M. 1973 *Dialéctica de la dependencia* (Buenos Aires/Bogotá: CLACSO/Siglo del Hombre Editores).
- Merton, R. K. 1938 "Science, Technology and Society in Seventeenth Century England" en *Osiris*, Vol. 4. (1938), pp. 360-632.
- Meyer, M. 2007 "What do we Know About Innovation in Nanotechnology? Some Propositions About an Emerging Field Between Hype and Path-Dependency" en *Scientometrics*, vol. 70, N°3, pp. 779-810
- Mignolo, W. 2002 "The geopolitics of knowledge and the colonial difference" en *The South Atlantic Quarterly*, 101(1), 57-96.

- Morange, M. 1994 *Histoire de la biologie moléculaire* (París: La Découverte).
- Moravcsik, M. 1985 "Science in the Developing Countries: An Unexplored and Fruitful Area for Research" en *4S Review*, Vol. 3, N° 3, pp. 2-13
- Mullins, N. 1973 "The Development of Specialties in Social Science: The Case of Ethnomethodology" en *Science Studies*, Vol. 3, N°3 (Jul.), pp. 245-273
- OCDE, s/f. Main Science and Technology Indicators. Disponible en: <http://www.oecd.org/sti/msti.htm>
- Orsenigo, L. 1989 *The Emergence of Biotechnology—Institutions and Markets in Industrial Innovation* (Londres: Frances Pinter).
- Dear, P. 1994 "Book Review: Civilizing Mission: Exact Sciences and French Overseas Expansion 1830-1940" (s/d.).
- Pestre, D. 1992 « Les physiciens dans les sociétés occidentales de après-guerre Une mutation des pratiques techniques et des comportements sociaux et culturels » en *Revue Histoire moderne et contemporaine* 39-1, janvier-mars.
- Pestre, D. 1995 « Pour une histoire sociale et culturelle des sciences. Nouvelles définitions, nouveaux objets, nouvelles pratiques » en *Annales. Histoire, Sciences Sociales*. 50° année, N° 3, pp. 487-522
- Pickering, A. 1995 *The mangle of practice time, agency, and science* (Chicago, University of Chicago Press).
- Pickering, A. 1999 *Constructing quarks: a sociological history of particle physics* (Chicago: Chichester, University of Chicago Press)
- Prebisch, Raúl 1951 "Crecimiento, desequilibrio y disparidades: interpretación del proceso de desarrollo" en *Estudio Económico de América Latina* 1949 (Buenos Aires: CEPAL).
- Pyenson, L. R. 1985 *Cultural Imperialism and Exact Sciences. German Expansion Overseas, 1900-1930* (New York/ Bern/Frankfurt).
- Pyenson, L. R. 1993 *Civilizing Mission: Exact Sciences and French Overseas Expansion, 1830-1940* (New York: Johns Hopkins University Press).
- Raj, K., 2000 "Colonial Encounters and the Forging of New Knowledge and National Identities: Great Britain and India, 1760-1850" en *Osiris*, Vol. 15, Nature and Empire: Science and the Colonial Enterprise (2000), pp. 119-134

- Raj, K. 2015 "Go-Betweens, Travelers, and Cultural Translators" en B. Lightman (ed.), *Front Matter, in A Companion to the History of Science* (New Jersey: John Wiley & Sons).
- Reed, B. C. 2014 *The History and Science of the Manhattan Project, Undergraduate Lecture Notes in Physics* (Berlin: Heidelberg).
- Rodriguez Medina, L. 2014 *Centers and Peripheries in Knowledge Production* (New York/Londres: Routledge).
- Rostow, W. W. 1962 *The Stages of Economic Growth* (London: Cambridge University Press).
- Rouquié, A. 1998 *Amérique Latine. Introduction à l'extrême occident* (Paris : Editions du Seuil).
- Saldaña, J. J. 1996 *Historia social de las ciencias en América Latina* (Mexico DF: UNAM).
- Sarlo, B. 1988 *Una modernidad periférica: Buenos Aires 1920 y 1930* (Buenos Aires: Nueva Visión).
- Sasson, A. 1988 *Biotechnologies and development* (Paris: Unesco/CTA).
- Secord, J. A. 2004 "Knowledge in transit" en *Isis* (4), pp. 654-72.
- Shils, E. 1975 *Center and Periphery: Essays in Macrosociology* (Chicago: University of Chicago Press).
- Shapin, S. y Schaffer, S. 1985 *Leviathan and the Air-Pump* (Princeton: Princeton University Press).
- Shinn, T. 1988 "Hiérarchies des chercheurs et formes des recherches" en *Actes de la Recherche en Sciences Sociales*, 74, sept, pp. 2-22.
- Shinn, T. 2000 « Formes de division du travail scientifique et convergence intellectuelle: La recherche technico-instrumentale » en *Revue française de sociologie*, Vol. 41, N° 3 (Jul- Sep), pp. 447-473
- Sismondo, S. 2004 *An Introduction to Science and Technology Studies* (Malden: Wiley-Blackwell).
- Stent, G. 1968 "That Was the Molecular Biology That Was" en *Science*, New Series, Vol. 160, N° 3826 (Apr. 26), pp. 390-395
- Stichweh, R. 1992 "The sociology of scientific disciplines. On the genesis and stability of the disciplinary structure in modern science" en *Science in Context*, 5 (01) 3, pp. 3-15
- Stichweh, R. 1996 "Science in the system of world society" en *Social Science Information* N° 35, 327-340.

- Varsavsky, O. 1969 *Ciencia, Política, Cientificismo* (Buenos Aires: Centro Editor de América Latina).
- Vessuri, H. 1994 “L’institutionnalisation de la science” en Salomon, J. J., Sagasti, F. y Sachs, C. *La quête incertaine. Science, Technologie, Développement* (Paris : Economica).
- Vessuri, H. y Kreimer, P. 2016 “La science latino-américaine: tensions du passé et enjeux du présent” en Kleiche-Dray (ed) *Les ancrages nationaux de la science mondiale* (Paris: Edition des Archives contemporaines).
- Wagner, C. S. 2009 *The new invisible college: Science for development* (s/d: Brookings Institution Press).
- Wallerstein, I. 1974 *The Modern World-System, vol. I: Capitalist Agriculture and the Origins of the European World-Economy in the Sixteenth Century* (New York/London: Academic Press).
- Whitley, R. 1972 “Blackboxism and the sociology of science: a discussion of the major developments in the field” en *The Sociological Review Monograph* N° 18, pp. 61– 92
- Whitley, R. 1976 “Umbrella and Polytheistic Scientific. Disciplines and Their Elites” en *Social Studies of Science*, 6 (1976), pp. 471-97.
- Winner, L. 1993 “Upon Opening the Black Box and Finding It Empty: Social Constructivism and the Philosophy of Technology” en *Science, Technology and Human Values*, vol. 18 N° 3 362-378.

EL MAR EN LA CIENCIA ARGENTINA: LAS CIENCIAS MARINAS A MITAD DEL SIGLO XX

Susana V. García

En los años posteriores a la Segunda Guerra Mundial, especialmente en el contexto de la Guerra Fría y de lo que se ha considerado como la emergencia de un nuevo ciclo de desarrollo económico, científico y tecnológico, se acentuó la dimensión estratégica de las investigaciones oceanográficas (Rollo, et al, 2014). De forma paralela, se generaron preocupaciones y reclamos de los países ribereños por el dominio de sus plataformas continentales y la necesidad de rever el Derecho del Mar (Vanderpool, 1983). A medida que se expandían las posibilidades técnicas y se pronosticaba un mayor aprovechamiento de los recursos vivos y minerales de las aguas y el subsuelo marino, sumado a la importancia estratégica de conocer el ambiente marino para las operaciones militares, se ampliaría el campo de las investigaciones oceanográficas, creando extensiones para dominios cada vez más vastos e interdisciplinarios. En la década de 1950, y especialmente durante la siguiente década llamada la “edad dorada” de las investigaciones marinas, se observa una rápida expansión de las ciencias marinas a nivel internacional, incluyendo la creación de instituciones, comisiones de planificación y coordinación, proyectos de cooperación internacionales y bilaterales, nuevas tecnologías y sub-campos de estudio. Ese crecimiento ocurrió en muchos países, y la Argentina no estuvo ajena a ese movimiento, en el cual diversos intereses militares, científicos y económicos fueron in-

vocados para la promoción de esos estudios. En este capítulo se busca mapear la organización e institucionalización de las ciencias marinas en el contexto argentino y sus relaciones con los programas de investigación y agencias internacionales que surgen a mediados del siglo XX.

Varios investigadores han reconocido que las investigaciones oceanográficas no han conformado una disciplina científica distintiva, sino más bien un campo híbrido donde convergen especialistas de diferentes disciplinas y donde se incorporan aproximaciones que involucran aportes de las ciencias biológicas, físicas, matemáticas, químicas, geológicas, geofísicas y meteorológicas para el estudio de un territorio particular (cf. Benson y Rehboock, 2002). En ese sentido, las ciencias marinas constituirían más bien una reunión de científicos formados en diferentes disciplinas y tradiciones que encuentran una causa en común en tratar de entender la compleja naturaleza de los fenómenos marinos. Esto llevó al historiador y oceanógrafo Eric L. Mills (1993) a señalar el problema de qué denotaba la “oceanografía” y cómo eso afectaba a la construcción de la historia de este campo de estudios. La oceanografía no aparece como una disciplina única, bien definida y teóricamente unificada, cuya historia pudiera ser circunscripta a un relato lineal, neto y lógico de desarrollo, tal como se intentó dar cuenta en ciertos trabajos tradicionales y en textos de enseñanza, donde a menudo se equiparó la historia de la oceanografía con la historia de las expediciones marítimas. Por otro lado, frecuentemente la historia de las ciencias marinas ha sido escrita por sus practicantes, quienes por lo general han focalizado en el área o la institución en la que trabajaron, haciendo de ello el hilo conductor del relato. En muchos de estos casos, se ha tendido a hacer reminiscencias, cronologías o reconocimientos públicos. Algunas de estas tendencias están presentes en los relatos sobre el desarrollo de las investigaciones marinas en la Argentina.

En general, las ciencias marinas no han constituido un objeto de interés de los historiadores ni de los estudios sociales de la ciencia en la Argentina. En los últimos años, se ha comenzado a examinar las relaciones entre la actividad pesquera y las investigaciones sobre la fauna marina a principios del siglo XX (García 2009, 2014) y para un período posterior su vinculación con la institucionalización de las ciencias del mar (Cañete, 2010, 2011). También existen varios trabajos históricos confeccionados por científicos u oficiales navales ligados a alguna rama de las ciencias marinas. Entre los primeros se destacan los dedicados a la oceanografía biológica (cf. Ehrlich y Sánchez, 1990; Angelescu y Sánchez, 1997; Balech, 1971), mientras los segundos prestan más atención a varias ramas e instituciones de la oceanografía física, especialmente las actividades del Servicio de Hidrografía Naval (Alvarez, 1976; Abelleyra, 1993). En ambos casos, los relatos y las periodizaciones coinciden en

señalar que a mediados de la década de 1950 se inicia un momento muy intenso y creativo en las investigaciones marinas del país, que se continúa en la siguiente década. Asimismo, Cañete (2010,2011) considera al período entre 1946 y 1966 como el lapso constitutivo de las ciencias del mar como “campo disciplinar”, cuya institucionalización ejemplifica con la creación del Instituto interuniversitario de Biología Marina en 1960. Tomando como base estos trabajos, en las siguientes páginas se busca profundizar al impulso que cobran las ciencias del mar durante esos años tanto en el ámbito científico-académico como entre los sectores navales y cómo se conjugaron factores locales con la tendencia “internacionalista” que cobraron las investigaciones oceanográficas en esos años.

LAS CIENCIAS MARINAS SUDAMERICANAS TRAS LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL

En octubre de 1949 se realizó en Mar del Plata el Primer Congreso Nacional de Pesquerías Marítimas e Industrias Derivadas, promovido por el Ministro de Marina y terminado de organizar por el Museo Argentino de Ciencias Naturales de Buenos Aires con la colaboración de varias instituciones y asociaciones. Por ese entonces, el museo porteño contaba con las colecciones y los estudios más importantes de organismos marinos del país, con la mayoría de los pocos investigadores dedicados a estos temas y con una languideciente estación marina en el Puerto de Quequén, establecida en 1928 en la casilla dejada por la empresa constructora del puerto. Sin una embarcación propia, las colecciones y observaciones en el mar se había realizado con la colaboración de algunas empresas pesqueras (García, 2014) y los barcos del Ministerio de Marina, especialmente los asignados a trabajos hidrográficos. En esos casos, los naturalistas se habían embarcado como “pasajeros” sin intervenir en la planificación del itinerario ni las actividades de esas embarcaciones, siendo la recolección de muestras biológicas y datos oceanográficos una tarea secundaria a la rutina de la pesca o los levantamientos hidrográficos o las tareas de balizamiento de la costa.

Desde 1946, el museo porteño estaba bajo la dirección del delegado interventor, el geólogo Agustín Riggi. Si bien durante esa intervención se generó el alejamiento de algunos investigadores como Enrique Balech, especializado en estudios del plancton y las corrientes marinas y encargado de la Estación marina de Quequén y a la que volvería a vincularse años después, paralelamente el personal científico relacionado con la “hidrobiología”¹ se amplió con la contratación

¹ En la siguiente década, ese término aplicado a las investigaciones marinas sería reemplazado por el de oceanografía.

de científicos europeos que escapaban de la crisis de la postguerra en sus países. Se ha reconocido que estos investigadores tuvieron un papel destacado en promover nuevos enfoques en los estudios biológicos del mar y en el desarrollo de la investigación pesquera. Entre ellos, se encontraban los rumanos: Zaharia Popovici, quien permaneció once años en el país, y Víctor Angelescu, quien se radicó en la Argentina y formó un grupo de trabajo en biología pesquera con los investigadores argentinos: Francisco Gneri, Alberto Nani y Elvira Siccardi, entre otros². También se puede mencionar al parasitólogo alemán Lothar Szidat, quien trabajó por un tiempo en la Argentina. Poco después, llegó el biólogo ruso Esteban Boltovskoy, quien se instaló en el país y se destacó por sus investigaciones sobre los foraminíferos y las corrientes del mar argentino. Al iniciarse la década de 1950, en el museo porteño se comenzaron a preparar laboratorios y entrenar personal para tratar con problemas de geología submarina y química del agua marina, continuando con el estudio de organismos marinos.

Desde su llegada a la Argentina, a través publicaciones y presentaciones, Popovici realizó una importante campaña promocionando la importancia de los estudios oceanográficos del mar argentino y su relación con los planes del gobierno de Perón. En el discurso inaugural del Primer Congreso Nacional de Pesquerías Marítimas, el director del museo porteño, Agustín Riggi, también señalaba que ese evento respondía a los planes del gobierno para intensificar los estudios científicos y la explotación de los recursos marinos, recordando el decreto presidencial n° 14.708 con fecha 11 de octubre de 1946, donde se declaraba la soberanía sobre el llamado Mar Epicontinental Argentino y su plataforma submarina y se expresaba el propósito de proseguir: “en la forma cada vez más intensiva, los estudios científicos y técnico en todo lo referente a la exploración y explotación de las riquezas de los tres reinos, que tantas posibilidades ofrecen en el Zócalo Continental Argentino y en el mar epicontinental correspondiente”.

Ese primer congreso dedicado a temas marítimos se proyectó alrededor de tres grandes temáticas: la investigación oceanográfica, los problemas económico-sociales ligados a la pesca y la caza marítima, y las cuestiones jurídicas y de legislación vinculadas a esas explotaciones. Entre las conclusiones de la primera temática, se recomendaba la creación de un instituto oceanográfico nacional, vinculado al Ministerio de

2 Entre 1952 y 1953, esos investigadores extranjeros comenzarían a vincularse con otras instituciones que estaban reorganizando sus departamentos de investigación: Angelescu y su grupo con el Departamento de Investigaciones Pesqueras de la Secretaría de Agricultura y Ganadería, mientras Popovici, y luego el resto, con el Departamento Oceanográfico del Servicio Hidrográfico. Posteriormente se vincularían a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires.

Marina, como un organismo coordinador de las instituciones científicas del país y otras organizaciones relacionadas con los problemas del mar. Asimismo, el congreso sugirió la creación de cátedras de oceanografía biológica en los doctorados de ciencias naturales, propuesta que se concretará en la siguiente década en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Buenos Aires. Su primer profesor sería Popovici hasta su traslado e instalación definitiva en Perú en 1959, siendo reemplazado por su compatriota Angelescu y su grupo. Hacia 1953 también se incorporaría la materia de oceanografía física, como obligatoria en la formación de meteorólogos y como optativa en los planes de estudio de biólogos y geólogos.

Un creciente interés por las investigaciones marinas se evidenció en otros países sudamericanos. De forma paralela al congreso de Mar del Plata, en octubre de 1949 se realizó en Chile un primer congreso latinoamericano de oceanografía, biología marina y pesca, organizado por la Estación de Biología Marina³ de la Universidad de Chile con el apoyo de varias instituciones chilenas y una pequeña ayuda económica de la UNESCO, organismo que ese año había establecido una oficina de Cooperación Científica para América Latina en Montevideo. La convocatoria para este congreso se difundió por los canales diplomáticos y los círculos científicos, contando con la participación de representantes de los países costeros. De la Argentina participarían miembros de la Armada, del Museo de La Plata y Enrique Balech. Inicialmente el congreso se había pensado como una reunión de biología marina orientada hacia la pesca, pero luego se incorporó la palabra oceanografía al nombre del congreso, mostrando la importancia que habían adquirido las investigaciones sobre las condiciones físicas del mar junto con los estudios biológicos en una definición amplia de las ciencias del mar. Junto a ello, se remarcó el carácter internacional de estas ciencias, ya que sus objetos de estudio como corrientes, condiciones físicas del mar o especies de importancia comercial eran las mismas para varios países y su estudio no podía restringirse a los límites nacionales. Siguiendo la reactivación de los Consejos internacionales para la investigación científica del mar entre los países del Hemisferio norte (Rozwadowski, 2004), se proponía la creación de un consejo similar para los países latinoamericanos, con la idea de unificar y estandarizar los métodos y unidades de análisis de forma que los datos pudieran ser usados por los investigadores

³ Esta estación, ubicada en una población pesquera al norte de la bahía de Valparaíso, se había creado en 1941 y desde 1948 publicaba una revista dedicada a estos temas. Según Antezana y Bahamonde (2002) esta institución tuvo un papel importante en la integración de los intereses dispersos para investigación, el entrenamiento en las ciencias marinas y sus aplicaciones a la pesca comercial.

de diferentes países. Esto ya se había planteado con poco éxito en 1929, cuando el director del Instituto Oceanográfico Español, Odón de Buen, trató de organizar un consejo oceanográfico ibero-americano.

A fines de la década de 1940, los organizadores del congreso en Chile eran más optimistas y observaban en varios países sudamericanos un movimiento creciente por los estudios del mar. Entre ello, se mencionaban las Jornadas Oceanográficas realizadas en 1946 en Perú, donde además se estaba investigando bastante en torno a las condiciones oceánicas sobre la industria del guano, corrientes marinas y la pesca de atunes, entre otros temas desarrollados por los investigadores extranjeros contratados por la Compañía administradora del guano, empresa que contaba con un Departamento Oceanográfico⁴. En Colombia se estudiaba la posibilidad de establecer dos estaciones de biología marina, una en el Caribe y otra en el Pacífico, mientras en Brasil a fines de 1946 se había creado el Instituto Paulista de Oceanografía con la contratación de especialistas europeos (Gonçalves Varela, 2014). En Uruguay, algunos buscaban desde hacía un tiempo establecer una estación marina, mientras paralelamente se intentaba reorganizar el Servicio Oceanográfico y de Pesca (SOYP), un organismo creado por el gobierno en 1911 para la investigación y la explotación de fauna marina, pero cuya administración y funcionamiento no satisfacían las aspiraciones científicas (Morador, 1970)⁵. Los organizadores del congreso chileno, también mencionaban un cierto impulso por las ciencias del mar en la Argentina, tal como observaron en su visita al museo de Buenos Aires. A pesar del entusiasmo de los investigadores chilenos y la participación de los delegados de varios países, en esos años no se pudo concretar el funcionamiento de un comité internacional permanente para la exploración científica de los mares latinoamericanos. No obstante, la

4 La Compañía Administradora del Guano fue fundada en 1909 con el objeto de administrar de “forma eficiente” el guano de las islas peruanas. Para ello, el Estado le asignó el cuidado y extracción de este recurso en todas las islas del litoral peruano. La empresa contrató inicialmente a destacados ornitólogos para el estudio de las aves guaneras y con el tiempo, ampliaron las investigaciones hacia la biología de los peces que le servían de alimento y las condiciones marinas. De esto último se encargaría el oceanógrafo alemán Erwin Schweigger.

5 Por la Ley 10.653, del 21 de septiembre de 1945, se decretaba un nuevo régimen y reorganización del Servicio Oceanográfico y de Pesca, asignándole una triple función científica, comercial e industrial en relación con la explotación de la fauna acuática. Sin embargo, se proyectó más como una empresa estatal que como una institución de investigación científica. Igualmente se incorporaron figuras importantes ligadas a las investigaciones oceanográficas como el español Fernando de Buen Lozano como asesor del Departamento Científico del SOCYP. Según Morador (1970), en 1957 y 1961 se propusieron planes para el relevamiento de los recursos marinos en los que intervendría esta institución, pero eso no prosperó.

realización de este evento puede leerse como un indicador del impulso y la visibilidad que se quería dar a las ciencias marinas en Sudamérica, donde en algunos países se comenzaron a promover nuevas líneas de investigación con la llegada de especialistas europeos. A ello se agregaría la importancia que cobraron las investigaciones oceanográficas para las estrategias navales y el apoyo de militares entrenados en ciencias marinas como se examina más adelante.

En 1950, la Academia Nacional de Ciencias de EEUU publicó un directorio internacional de oceanógrafos para proveer direcciones para intercambio de correspondencia y para visitas a colegas en otros países. Con ello se buscaba promover la cooperación internacional a través de contactos personales. También constituía un primer paso hacia el autoreconocimiento de una comunidad científica en este campo, aunque se reconoció que esa lista era incompleta por las dificultades en la recopilación de información y en la definición de las áreas y los investigadores que debían o no incluirse. Ambos problemas continuaron en las siguientes ediciones. En una segunda edición en 1955 se consignaron más biólogos marinos y países, listándose 1355 nombres provenientes de 60 países, en contraste con la primera edición donde se mencionaban 750 investigadores de 48 países. El término “oceanógrafo” fue usado en un sentido amplio para incluir a los trabajadores en cuatro campos principales: geología marina, oceanografía física, biología marina y oceanografía química, dejando de lado inicialmente a las investigaciones pesqueras. En 1960 se contaron 2265 oceanógrafos de 79 países, un incremento que se dio especialmente en la oceanografía biológica y con la incorporación en el listado de los biólogos pesqueros⁶. Para entonces, se había realizado un primer congreso internacional de oceanografía, llevado a cabo en 1959 en el edificio de las Naciones Unidas en Nueva York, y cuya amplia concurrencia y calidad de los trabajos superó las expectativas de los organizadores, mostrando la cantidad de científicos que se interesaban en los fenómenos marinos⁷. Varios investigadores de

6 En el caso de Argentina, mientras en el directorio de 1955 se listaron 6 personas, de los cuales cinco eran oficiales navales vinculados a la oceanografía física; en 1960 se mencionan doce investigadores, predominando los dedicados a la ictiología y la biología pesquera, aunque por entonces existían más investigadores que se estaban sumando a este campo de estudios y comenzarían a expandirse los espacios institucionales y de enseñanza de estas ciencias.

7 El siguiente congreso internacional de oceanografía se reunió en Moscú en 1966. Ese mismo año tuvo lugar un primer congreso de historia de la oceanografía, realizado en el Museo Oceanográfico de Mónaco. Esto había sido precedido por un simposio internacional de historia de los laboratorios marinos y las expediciones científicas marinas. Así, mientras las ciencias marinas expandían sus áreas de investigación, programas de entrenamiento e instituciones, se creaba su historia y surgía una especialidad dedicada a su estudio dentro del campo de la historia de las ciencias.

la Argentina y otros países sudamericanos participaron en ese evento. Por entonces, se había comenzado a formar una comunidad de investigadores marinos en Latinoamérica que mantenía activos contactos, auspiciados en gran parte por la oficina regional de la UNESCO. A partir de 1954 se realizaron reuniones latinoamericanas de expertos en las ciencias del mar y al iniciarse la década de 1960 se impulsó la formación de un Consejo Latinoamericano de Oceanografía. Paralelamente se realizarían cursos latinoamericanos de entrenamiento en ciencias marinas con alumnos y profesores de distintos países. La Argentina contaría con dos instituciones en la costa que ofrecerían este tipo de cursos durante la década de 1960.

LA OCEANOGRAFÍA EN EL ÁMBITO MILITAR

La segunda guerra mundial tuvo un profundo impacto sobre las investigaciones oceanográficas, especialmente en el desarrollo de la oceanografía física y en el patronazgo militar (Rainger, 2000; Oreskes, 2000; Hamblin, 2005). Las relaciones entre la Armada y la oceanografía resultaron cruciales para ajustar los requerimientos de nuevas tecnologías y estrategias bélicas. Además, la guerra incentivó varias áreas de indagación sobre el ambiente marino ligadas a la navegación submarina, los sistemas de detección acústica, las minas sumergibles y las operaciones de desembarque y con hidroaviones, entre otras cuestiones (Cassell, 1956). Los oceanógrafos empleados en instituciones militares, especialmente en los Estados Unidos, trabajaron sobre los efectos de la temperatura y salinidad en la transmisión acústica, la batitermografía, los ruidos generados por los organismos marinos, los sedimentos de los fondos y sus efectos en la propagación del sonido, la acción de las corrientes sobre las minas sumergibles, la interacción de la atmósfera y océano para la predicción de olas y las condiciones meteorológicas, entre otros temas que se continuaron investigando tras el conflicto bélico (Rainger, 2000).

La importancia de estas investigaciones para las Marinas de Guerra y las estrategias de defensa fueron difundidas en el *Boletín del Centro Naval*, la publicación especializada en temas marítimos editada por el círculo argentino de oficiales navales desde 1882. Una parte de esa propaganda fue realizada por miembros de la Marina argentina que se entrenaron en los Estados Unidos. Cabe recordar, que las Fuerzas Armadas argentinas tenían una larga tradición en el envío de oficiales a perfeccionar estudios en el exterior en las áreas tecnológicas consideradas prioritarias en cada época. Después de la primera guerra mundial, EEUU se fue transformando en el país más elegido para el perfeccionamiento de los oficiales egresados de la Escuela Naval. Eduardo Ortiz (1994) señala que la Armada americana dio facilita-

des de entrenamiento en sus grandes unidades navales a los oficiales argentinos, mientras EEUU terminaría compitiendo con Gran Bretaña como proveedor de equipo naval. Oficiales argentinos se formaron en universidades norteamericanas en áreas como meteorología naval, oceanografía y geofísica, cuando todavía no estaban organizadas esas carreras o recién se impulsaban en la Argentina. Según Richard Vetter (1959), como en otros países de Sudamérica, varios de los que estarían involucrados en la oceanografía en la década de 1950 recibieron parte de su entrenamiento en EEUU, especialmente en el Instituto Scripps de Oceanografía de la Universidad de California, una de las instituciones norteamericanas más importantes en ciencias marinas que ofrecía una formación de postgrado en este campo.

Terminada la segunda guerra mundial, cuatro oficiales argentinos fueron enviados a capacitarse en oceanografía en ese instituto. Desde mediados de 1930, el Instituto Scripps estaba experimentando un importante crecimiento y una transformación en sus programas de investigación y enseñanza, moviéndose de los estudios biológicos a una mayor atención hacia los aspectos físicos, químicos y geológicos de la investigación marina. En 1946 se incrementó significativamente la matriculación de alumnos. Cerca de la mitad eran oficiales navales, lo que demuestra el interés de las fuerzas armadas por contar con miembros entrenados en oceanografía (Rainger, 2003). En esa época, la formación comprendía un primer semestre con cursos en oceanografía física, química del agua marina, biología del mar, geología submarina y matemática aplicada, y otro semestre con seminarios más especializados en oceanografía física, mareas, corrientes y estadística (Inman, 2003). A ello se agregaban los trabajos de investigación que realizaban los alumnos bajo la dirección de los investigadores del instituto. Se ha reconocido que el investigador noruego Harald Sverdrup, director de esa institución entre 1936 y 1948, tuvo un papel importante en el desarrollo de una escuela de investigación en Scripps y en un nuevo entendimiento de la oceanografía desde la perspectiva dinámica desarrollada en su país (Rainger, 2003). Entrenado en una tradición que enfatizaba en la física, química y la moderna meteorología, sus trabajos incluyeron investigaciones polares y estudios sobre la interacción agua-aire y la energía transferida entre la atmósfera y el océano, un área de investigación explorada por uno de los estudiantes argentinos, el capitán Luis Capurro, quien al regresar a la Argentina tendría un papel destacado en la promoción de las investigaciones oceanográficas. Las ideas de Sverdrup sobre la interacción entre oceanografía y meteorología así como su esfuerzo en la construcción de la oceanografía como una disciplina multifacética, tratando de acercar varias especialidades relacionadas con el océano dentro de una gran unidad científica

tuvieron eco entre los oficiales argentinos⁸. Además, en aquella institución estos marinos aprenderían el manejo y procesamiento de datos con nuevos instrumentos y se establecerían contactos para futuros proyectos de cooperación internacional.

Entre 1946 y 1949, los capitanes Luis Capurro, Rodolfo Panzarini, Héctor Iglesias y Héctor Etchebehere, estudiaron en Scripps, recibiendo el título de *Master* en Oceanografía. Se ha reconocido que al regresar estos oficiales ejercieron una influencia importante en el desarrollo de la oceanografía argentina. Los dos primeros, luego se doctorarían en la Universidad de Buenos Aires y junto con Iglesias fueron los primeros profesores de oceanografía física de esa casa de estudios, materia establecida hacia 1953 al crearse la carrera de Meteorología y que se ofrecería como optativa para la formación de biólogos y geólogos. Paralelamente estuvieron a cargo de su enseñanza en la Escuela de Aplicación para Oficiales⁹. Panzarini se encargaría por décadas de la cátedra de oceanografía física en la Universidad de Buenos Aires, redactando varios textos para su enseñanza. Al regresar de Scripps, había promovido la idea de un servicio nacional o instituto de oceanografía, señalando la unidad de las ciencias del mar y la necesidad de encarar en forma interdisciplinaria los problemas marinos. Participó, al igual que los otros oficiales en las campañas antárticas y en los trabajos oceanográficos desarrollados en ellas. En octubre de 1955, asumió la presidencia del Instituto Antártico Argentino que pasó a depender del Ministerio de Marina, y el cual dirigió hasta 1968¹⁰.

La recopilación de datos y los estudios oceanográficos cobraron mayor importancia con las campañas a la Antártida y especialmente con el espacio que ganaron estas investigaciones dentro del Servicio Hidrográfico de la Armada. En 1953 se impulsó una jerarquización de las actividades oceanográficas dentro de esta repartición al crearse el Departamento de Oceanografía, ampliando los recursos y actividades que hasta ese momento había desempeñado una sección del Departamento de Hidrografía¹¹. Como se reconoció posteriormente: “con este

8 El texto *The Oceans* (1942) escrito por Svedrup con la colaboración de otros investigadores, se convirtió en el texto básico de enseñanza, alcanzando una amplia popularidad. Como señala Rainger (2003), los principios del equilibrio dinámico se volvieron un aproximación unificadora de la oceanografía pudiendo ser aplicado a sus distintas ramas.

9 En 1954 se creó la Orientación Navegación en la Escuela de Aplicación para Oficiales, la cual comprendería tres habilitaciones: Oceanografía, Hidrografía y Meteorología.

10 Entre 1962 y 1968, Panzarini fue vicepresidente del SCAR (Scientific Committee Antarctic Research) y luego miembro honorario. Junto a Capurro formó parte del Comité Argentino de Oceanografía creado por el CONICET en 1964.

11 Entre mediados de la década de 1920 y la década de 1940, la Oficina de Oceanografía de esa repartición había estado a cargo de un químico, quien como recordaría el biólogo marino Balech, “era el hombre múltiple que hacía análisis químicos, granulométricos,

paso se consolidaba el objeto de elevar el nivel de una actividad cuya importancia para la guerra y las operaciones anfibias había quedado demostrada durante la segunda guerra mundial, aparte de numerosas consideraciones de orden científico y económico” (SHN, 1979: 37).

El nuevo Departamento de Oceanografía comenzó a funcionar en 1954, bajo la dirección del capitán Luis Capurro¹² y con la participación de Marciano Balay, encargado desde hacía años del estudio de mareas, y Popovici, contratado para la sección de Batitermografía. Se adquirió moderno instrumental oceanográfico en Alemania, EEUU y Gran Bretaña y se dispuso de un buque exclusivamente para trabajos oceanográficos. A partir de este momento comenzó un período muy activo en campañas oceanográficas y en la recolección de datos para determinar las condiciones del mar en sus aspectos físicos, químicos y biológicos, la estratificación térmica del agua y las características geológicas del fondo submarino. También en 1954 la Armada incorporó su primer rompehielos, el “General San Martín”, construido en Alemania y equipado con moderno instrumental de radares, sondas ecoicas, batitermógrafo, laboratorios y otros equipos para relevamientos oceanográficos y meteorológicos en los mares antárticos.

LA COLABORACIÓN INTERINSTITUCIONAL Y LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL

Entre 1954 y 1958 el Departamento Oceanográfico del Servicio Hidrográfico realizó una serie de cruceros de recolección sistemática

tabulaba y fichaba datos, conservaba material, fabricaba sondas químicas, etc” (Balech, 1971: 8). Balech reconocía la ayuda de este químico en la compilación de datos para sus estudios sobre la distribución del plancton marino en relación con las características y movimientos de las masas de agua. Con él compartió sus inquietudes oceanográficas en “una época que la oceanografía era, en la Argentina, sólo una palabra” (Balech, 1971:8).

12 Luis Capurro, nació en Buenos Aires en 1920 y egresó de la Escuela Naval en 1940. Tomó cursos de especialización en Artillería y armas submarinas, en Oceanografía en la Instituto Scripps, en la Escuela de Guerra Naval y en la Universidad de Buenos Aires, donde en 1951 obtuvo el título de Doctor en Ciencias. A partir de 1949 fue comandante de buques oceanográficos. Dirigió el Departamento de Oceanografía hasta 1957, cuando pasó a ser comandante del rompehielos “San Martín” durante la Campaña Antártica vinculada al Año Geofísico Internacional. Fue delegado argentino en varias asambleas internacionales de oceanografía. Luego estuvo en EEUU, como investigador del Departamento de Oceanografía y Meteorología del Texas A&M College y Director asociado del Centro Mundial de Datos “A” de Oceanografía. A su regreso a la Argentina, dirigió el Servicio de Hidrografía entre 1962-1965 y participó en Comisión Oceanográfica Argentina. Entre 1965 y 1971 volvería a trabajar a la Universidad de Texas, después integraría la Comisión Intergubernamental de Oceanografía de las Naciones Unidas, cuya secretaría estaba en París, para luego dirigir un proyecto de desarrollo de las ciencias marinas de esta agencia en México, donde continuó residiendo y fomentando las ciencias marinas. Falleció en ese país en el 2015.

de datos en distintas épocas del año por el litoral marítimo de la provincia de Buenos Aires hasta el talud continental, conocidas como “Operación Merluza”, que despertaron mucho entusiasmo entre los biólogos marinos¹³. Las investigaciones y el plan de tareas a desarrollarse en cada crucero fueron coordinados con varios investigadores e instituciones científicas, participando químicos, biólogos y geólogos junto con técnicos y oficiales de la Marina. Se eligió como zona de investigación la de mayor actividad pesquera vinculada a la captura de la merluza, por la importancia económica que tenía para el país y por la posibilidad para coordinar la actividad de los buques oceanográficos con la de los barcos pesqueros de altura. Fue el programa de mayor extensión espacial y temporal, cubriéndose las áreas de pesca de altura más importante. Se buscó conocer las características fisicoquímicas y biológicas del mar en distintas estaciones del año durante varios años, correlacionando esa información con datos bioestadísticos de la merluza y su ciclo de vida. Otros estudios incluyeron las interrelaciones entre el océano y la atmósfera en vista de futuras predicciones del clima con datos oceanográficos, así como la distribución del plancton y nutrientes en relación con la corriente fría de Malvinas y la cálida de Brasil. El estudio de las zonas de convergencia, afloramientos y distribución de las aguas de esas corrientes y sus organismos sería uno de los grandes temas de la oceanografía argentina.

Durante esos años se llevaron a cabo otras campañas para el estudio de ciertas especies marinas de importancia económica, combinadas entre la Sección Ictiología del museo porteño, el Departamento de Investigaciones Pesqueras del Ministerio de Agricultura y Ganadería y el Servicio de Hidrología Naval, por la accesibilidad de un buque oceanográfico. Esas campañas generaron una mayor sistematicidad en los datos recolectados y varias publicaciones editadas por el Servicio Hidrográfico. Como recuerdan Angelescu y Sánchez (1997: 21): “el sistema de la combinación entre las investigaciones oceanográficas y pesqueras adoptado en el lapso 1952-1960 se mantuvo en los siguientes años como una estrategia básica en la programación de las campañas a desarrollar en todas las áreas de pesca del Mar Argentino”.

Varias de esas campañas correspondieron a las actividades desarrolladas como parte del programa del Año Geofísico Internacional, un período de concentrada cooperación en investigaciones en distintas ramas de la geofísica, incluida la oceanografía. Para ello a fines de 1956 se incorporaron quince especialistas en plancton,

13 Después de los primeros cruceros, en el *Boletín del Centro Naval* se comentaba que los resultados obtenidos habían superado las expectativas y que con este tipo de trabajos: “la joven oceanografía argentina entra en una fase nueva”.

ictiología, biología pesquera, geología, química, magnetismo y prospección como adscriptos civiles al Departamento Oceanográfico del Servicio Hidrográfico, además de técnicos y oficiales navales. Capurro presidió el grupo nacional encargado de definir los trabajos en el campo de la oceanografía. El compromiso argentino a participar en el Año Geofísico Internacional asumido en 1954, se mantuvo aún después del cambio de gobierno y se contó con importantes recursos para adquirir instrumental y un buque oceanográfico. De hecho, la Marina recibió la mayor parte del presupuesto asignado para la participación en ese programa. El Año Geofísico constituyó un esfuerzo internacional de recopilación de datos promovido por el Consejo Internacional de Uniones Científicas, como una tercera empresa análoga al Primer y Segundo Año Polar, realizados en 1882-83 y 1932-33. Mientras una comisión especial de ese consejo bosquejó un plan general y proveyó instrucciones especiales, cada país estableció su propio programa nacional, equipos y planes de trabajo. Para coordinar las tareas se realizaron reuniones plenarias y regionales. La cooperación de los gobiernos nacionales fue fundamental en términos de financiamiento y apoyo logístico. Participaron más de 60 países y miles de científicos. Un total de 80 barcos salieron al mar durante los 18 meses que duró el programa para recopilar información según patrones acordados en las conferencias internacionales previas. Un aspecto novedoso fue el uso de satélites artificiales para llevar a cabo esas tareas. En octubre de 1957, la Unión Soviética puso en órbita el *Spunik*, el cual sería el primero de una serie de diez satélites lanzados durante el Año Geofísico¹⁴. Todas las naciones participantes acordaron que los datos reunidos, una vez compilados y analizados, serían enviados a alguno de los centros de datos mundiales para su distribución y uso. Para promover la libre circulación de la información en el contexto de la Guerra Fría, se crearon dos centros principales de datos: uno en Washington y otro en Moscú, y otros especializados en otras naciones. Se promovió la difusión de nuevo instrumental y de técnicas de recolección y procesamiento de datos, publicándose manuales en distintos idiomas. También se fomentó la cooperación científica a nivel internacional e interdisciplinario.

14 Como señalan Podgorny (2005), Hamblin (2005), entre otros autores: el éxito soviético provocó cierta ambigüedad de reacciones entre los científicos entusiastas de la cooperación internacional. En los ambientes políticos la reacción fue más contundente. En EEUU, al mes de lanzarse el *Spunik*, el Comité Asesor del Presidente en cuestiones científicas se reunía para discutir el estado de la ciencia en el país. En su informe definió los campos en los que se debería invertir para competir con los soviéticos. Entre más de una docena de disciplinas se mencionaba la geofísica, la oceanografía, la meteorología y la radioastronomía (Podgorny, 2005).

El Año Geofísico Internacional se tomó como modelo de cómo concebir relaciones internacionales a través de la ciencia. Como señala Hamblin (2005) fue la mayor empresa científica que pudo atravesar los bordes políticos e ideológicos de la Guerra Fría. Generó una corriente de entusiasmo científico, mientras que la ciencia adquirió un nuevo estatus en las políticas y las leyes internacionales. Para cumplir los propósitos de este programa, siete países suspendieron los reclamos territoriales en la Antártida, mientras 11 naciones establecieron 55 estaciones de investigación. Inglaterra ocupó quince, seguida por la Argentina con ocho. Los reclamos territoriales, particularmente los conflictivos intereses de Chile, Argentina y Gran Bretaña fueron suspendidos, pero no abandonados. Terminado este programa, se firmó el Tratado de la Antártida en 1959, aceptado en 1961, que preservaba el estatus de esta región como una reserva internacional para la ciencia¹⁵. Por otro lado, las actividades realizadas durante el Año Geofísico dieron lugar al nacimiento de varios comités científicos internacionales responsables de coordinar y planear las investigaciones. Además de los centros mundiales de datos, uno de los más importantes fue el Comité Científico para la investigación del Océano (SCOR) que se constituyó en el ente principal de enlace y colaboración entre oceanógrafos. En 1961, en el marco de la UNESCO se creó la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI), contando inicialmente con más de 70 miembros. Su fin era fomentar y coordinar los estudios oceanográficos de todo el mundo, incluyendo especialmente el intercambio de datos oceanográficos e información científica, promoviendo además la asistencia mutua en las disciplinas marinas. En Sudamérica, la UNESCO ayudó a realizar reuniones entre científicos de los distintos países, la movilidad de profesores y estudiantes y fomentar la enseñanza de las ciencias marinas durante la década de 1960.

De forma paralela a los preparativos y el desarrollo del Año Geofísico Internacional, el Servicio Hidrográfico argentino comenzó a realizar otros trabajos de cooperación internacional con instituciones norteamericanas. Entre 1957 y 1961 junto con el Observatorio Geológico Lamont de la Universidad de Columbia se efectuaron campañas de refracción sísmica que permitieron reunir información sobre la constitución geológica de la plataforma continental argentina y establecer los límites de las cuencas sedimentarias de interés petrolífero, donde se concentrarían las investigaciones a partir de 1960. Además se realizaron investigaciones sobre propagación del sonido, magnetismo, sondeos en profundidad, perforaciones del fondo marino, captura de especies

¹⁵ Sobre el papel de la ciencia en el Tratado Antártico, el desarrollo de la ciencia antártica y el cambiante carácter de su "internacionalismo", véase Elzinga (1993).

de agua profundas, entre otras actividades (SHN, 1970). Posteriormente se desarrollaron otros programas con esa institución. En los primeros cruceros hubo intercambio de personal científico y técnico entre el buque del Instituto Lamont y el del Servicio Hidrográfico. Varios oficiales argentinos se entusiasmaron con ese tipo de investigaciones, los descubrimientos realizados y la capacidad de trabajo del director de aquel instituto, el reconocido científico Maurice Ewing, quien participó en todas estas campañas y apoyó la incorporación de esos oficiales en el instituto Lamont, para formarse y trabajar en áreas de geofísica y geología marina. Al iniciarse la década de 1960, en esas campañas también se embarcaron algunos geofísicos e ingenieros de YPF y de la Facultad de Ingeniería de Buenos Aires. En otros cruceros oceanográficos también se contó con un asesor oceanográfico de la UNESCO. En 1964 el Servicio Hidrográfico firmó un convenio con esa agencia, por la cual la UNESCO prestaría asistencia técnica y facilitaría instrumental para intensificar las investigaciones oceanográficas. Paralelamente se hicieron convenios con YPF para efectuar la exploración y el relevamiento geofísico de la plataforma continental submarina y con otras instituciones del país para desarrollar trabajos sobre oceanografía física y biológica. En esos años el interés por los recursos pesqueros y petroleros intensificaría la actividad de las ciencias marinas.

Entre 1962 y 1965, el capitán Luis Capurro dirigió el Servicio de Hidrografía Naval. A poco de asumir, publicó un folleto sobre la misión de este servicio. Como en el pasado, se insistía que la Marina de Guerra y su servicio hidrográfico debían actuar en el desarrollo de los “intereses marítimos” y en la formación de una “conciencia marítima” entre la población. Se asignaba al Servicio tres órdenes de tareas: una primera y clásica actividad de “servicio público”, contribuyendo a la seguridad de la navegación en las vías marítimas de interés para el país y facilitando al navegante las ayudas necesarias en forma de cartas náuticas, avisos y tablas de mareas. Una segunda tarea de índole militar, relacionada con la información necesaria para el conocimiento geográfico de las áreas marítimas estratégicas, especialmente la determinación de las condiciones ambientales para las operaciones submarinas. Eso incluía: “todos los conocimientos que estudia y analiza la oceanografía (características físicas y químicas del océano, geomagnetismo, gravimetría, geología submarina, etc) y la meteorología (aspecto sinóptico y sinóptico-climatológico)” (SHN, 1963).

Como tercera tarea se señalaba: “contribuir a desarrollar las ciencias marinas que puedan interesar no solamente al problema militar sino también al adelanto económico del país” (SHN, 1963). Vinculado con ello, se procuraba fomentar el entrenamiento de recursos humanos y la promoción de las investigaciones marinas en las universi-

dades. También se mencionaba la necesidad de trabajos de cooperación internacional, especialmente con instituciones norteamericanas: “ello se debe a que la capacidad científica y técnica en el país en materia de Ciencias de la Tierra no está lo suficientemente adelantada para que de esas campañas-cuyo costo es elevado- se obtengan los resultados deseables, sobre todo en el análisis de los datos obtenidos” (SHN, 1963:10).

En esa época, la falta de computadoras¹⁶, personal capacitado y otros elementos para efectuar ciertos cálculos hacía imposible algunos análisis o demandaban una enorme cantidad de tiempo, recursos y personal. La cantidad de información recolectada con las nuevas tecnologías e instrumentos en las operaciones de los buques de investigación generaba que las inversiones necesarias para el ordenamiento, procesamiento, evaluación e interpretación de los datos fueran cuatro o seis veces mayores que los costos operacionales del barco, lo cual demandaba entre 1500 y 2500 dólares diarios. Por otro lado, se reconocía que para entender los fenómenos oceanográficos locales era necesario vincularlo con las condiciones oceánicas de zonas muy apartadas. En ese sentido, la cooperación internacional ayudaba a compartir datos y a generar una mayor densidad de información. Tal trabajo cooperativo podía articular los recursos y programas de investigación nacionales o locales con los de instituciones extranjeras, en proyectos mutuamente beneficiosos. En el caso del instituto Lamont para los estudios de refracción sísmica se necesitaba contar con un segundo buque y apoyo logístico, lo cual fue provisto por el Servicio Hidrográfico argentino para los estudios en el Atlántico sur, que dieron por resultado el conocimiento sobre las cuencas y las capas de sedimentos de la plataforma continental del Mar Argentino.

Por otra parte, en esa época la libertad para realizar investigaciones sobre las plataformas continentales comenzaba a restringirse con la Convención internacional de Ginebra sobre la Plataforma Continental realizada en 1958, donde se acordó la necesidad del consentimiento de los estados costeros para realizar exploraciones y explotaciones del lecho marino adyacente (Vanderpool, 1983). No obstante, se establecieron ciertas previsiones para que los estados ribereños no negaran el pedido de las instituciones científicas calificadas para conducir investigación básica sobre la plataforma continental, en la medida que se invitara a participar en esos estudios al estado ribereño y se publicaran los resultados. Esto más adelante traería el problema de establecer los límites entre la investigación básica y las prospecciones en búsqueda de yacimientos petrolíferos y otros recursos mineros (Galassi, 2013). En la

¹⁶ Sobre el desarrollo de la informática en la Argentina véase el trabajo de Vallejo en este libro.

Argentina, los permisos para esto último estarían a cargo de Yacimientos Petrolíferos Fiscales.

El Servicio Hidrográfico argentino, además de los trabajos geofísicos realizados con el Observatorio Geológico Lamont, entre 1962 y 1964 trabajó con el Agricultural and Mechanical College de Texas. Con esta institución se llevaron a cabo investigaciones sobre la circulación oceánica y la fertilidad de las aguas, a través de la medición de la concentración de pigmentos y las nuevas técnicas de determinación de la productividad primaria por absorción del carbono radiactivo catorce. Con estos programas se esperaba obtener un mayor conocimiento de los recursos biológicos y de los minerales (sólidos y líquidos) del Mar Argentino. Al terminar el Año Geofísico Internacional, Capurro había estado trabajando como investigador del Departamento de Oceanografía y Meteorología de la Texas A&M University, desempeñándose además como director asociado del Centro Mundial de Datos "A" de Oceanografía con sede en Estados Unidos. Al retirarse del Servicio Hidrográfico en 1965 volvería a trabajar en aquella institución hasta 1971. Durante la década de 1960, tanto ese centro de la Universidad de Texas como el instituto Lamont tendrían algunos becarios e investigadores visitantes de la Argentina.

Al iniciarse la década de 1960 una preocupación importante por las ciencias marinas en la Argentina fue la formación de recursos humanos. Las acciones adoptadas por el Servicio Hidrográfico habían sido la especialización de sus oficiales y técnicos civiles en las universidades nacionales y extranjeras y a través de los trabajos conjuntos con técnicos y científicos extranjeros. Además se gestionaba la formación, dentro del escalafón del personal subalterno de la Marina, del cuerpo de hidrógrafos, oceanógrafos y meteorólogos, con una preparación de técnico marino. Para ello hacia 1963 se comenzaron a dictar unos primeros cursos en la Escuela de Mecánica de la Armada. Paralelamente, se impulsaba el desarrollo de las ciencias marinas en el ámbito civil, promoviendo:

que las universidades encaren la inclusión, en sus programas de estudio, de carreras en ciencias marinas. Para ello se aspiraba a financiar programas de estudio e investigación que incluyeran problemas de interés para el Servicio de Hidrografía Naval. La aceptación de estos programas de largo plazo por parte de algunas universidades lleva implícita la creación de carreras de ciencias marinas y, por consiguiente, la posibilidad de interesar a estudiantes y profesionales civiles (SHN, 1963).

Junto a ello se ofrecieron becas a estudiantes universitarios para tomar parte en campañas especializadas y la posibilidad de embarcarse en los

buques del Servicio que realizan trabajos en el mar. Se trató de conseguir, además, que las universidades nacionales incluyeran en sus programas de estudio las carreras de Hidrografía y Oceanografía. Mientras la carrera de Ingeniero hidrógrafo encontraría un espacio en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires a partir de 1959, el primer plan de estudios para formar oceanógrafos se organizó en una institución privada: el Instituto Tecnológico de Buenos Aires (ITBA). Esta institución, inspirada en el Massachusetts Institute of Technology, fue creada por un grupo de oficiales navales a fines de 1959, poco después de haberse sancionado la Ley n° 14557 de 1958 que posibilitaba el funcionamiento de las universidades privadas. La idea inicial era establecer una universidad privada laica, de pequeño tamaño y alto nivel académico, especializada en ingeniería y áreas afines. Para su instalación se recibió un crédito del gobierno de Arturo Frondizi. Poco después, el presidente de la Suprema Corte de Justicia, Benjamín Villegas Basavilbaso, un ex oficial de marina, donó los honorarios de un importante juicio con la condición de organizar la enseñanza de temas relacionados al mar (Rodríguez, 1999). De esta forma, el Instituto comenzó a dictar hacia 1963 la carrera de Licenciado en Oceanografía, con un programa de cuatro años de estudio orientado hacia la oceanografía física. Paralelamente, en esos años se expandiría la enseñanza y los espacios institucionales de la biología marina en las universidades nacionales.

LA EXPANSIÓN INSTITUCIONAL DE LAS CIENCIAS MARINAS

En agosto de 1956, el profesor de Biología Animal, Santiago Olivier, presentó a las autoridades de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata una propuesta para la creación de un instituto oceanográfico y limnológico en Mar del Plata. Un tiempo antes, este biólogo junto con otros investigadores del museo platense había fundado la Asociación Oceanográfica y Limnológica, pero que tuvo corta vida. Ahora proponía la creación de un instituto marino universitario. Citaba como antecedentes las tentativas desde 1898 para establecer un laboratorio marino en Mar del Plata y las recomendaciones del Primer Congreso Nacional de Pesquerías Marítimas de 1949. A nivel internacional, incluidos varios países latinoamericanos, se observaba un incremento de estaciones marinas mayormente dependientes de las universidades, que funcionaban como departamentos más o menos autónomos y bajo la dirección de un comité ejecutivo especial. Como ejemplos, mencionaba la Estación de Biología Marina de Montemar dependiente la Universidad Nacional de Chile y el Instituto Oceanográfico de San Pablo, que por entonces había pasado a depender de la universidad. En la Argentina, la localidad de Mar del Plata presentaba las mejores ventajas para este tipo de instituciones: contaba con la flota pesquera y la industria de conservas de pes-

cado más importante del país, y además de sus condiciones ambientales y del fácil acceso desde La Plata y Buenos Aires, era el principal centro turístico de la Argentina. Todo ello respondía a las cuatro funciones del instituto proyectado: 1) científica, vinculada al estudio sistemático del mar epicontinental argentino y los ambientes lacustres cercanos; 2) técnica, en relación con los procedimientos de pesca e industrialización de los productos del mar, 3) docente, complementando los cursos de la universidad, 4) extensión universitaria, a través de un acuario público y conferencias. La propuesta fue apoyada por el Centro de Estudiantes de la Facultad, pero los problemas con el decano interventor de ese momento, hicieron que quedara reservado su tratamiento. A fines de 1957, fue elevada al nuevo decano, Sebastián Guarrera, un botánico especializado en el estudio de algas. La propuesta contaba ahora con el apoyo del Centro de Graduados, el cual argumentó que la institución debía responder a la realidad del momento y colaborar científicamente para incrementar el aprovechamiento de los recursos naturales del mar. Los graduados, además, esgrimieron motivos relacionados con las incumbencias profesionales de las ciencias naturales y la competencia profesional e institucional con las ciencias veterinarias. En efecto, la Facultad de Ciencias Veterinarias de La Plata había creado hacia 1955 una Escuela de Pesca y Caza marítima en Mar del Plata, que se veía como un paso previo a la creación de un instituto oceanográfico. Aunque los egresados de ciencias naturales aplaudían esa iniciativa, consideraban que “es la Facultad de Ciencias Naturales el único organismo que de acuerdo con la orientación de sus estudios debe realizarlo, ya que la oceanografía y limnología, con todas sus especialidades, son ramas de las ciencias naturales y es aquí donde se enseñan”¹⁷.

La idea de crear un instituto marino fue atendida durante la gestión de Guarrera, contándose con el apoyo del gobierno bonaerense y de la Municipalidad de Mar de Plata que prometía ceder un espacio para el instituto proyectado. De forma paralela, en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires se había hablado de las posibilidades para fundar un instituto oceanográfico, mientras otros sectores apuntaban a establecer uno en Bahía Blanca bajo jurisdicción de la nueva Universidad Nacional del Sur, el cual se creó en los papeles en 1957. Por su parte, la Facultad porteña organizó un laboratorio de Hidrobiología, donde se nuclearía un grupo importante de Oceanografía biológica ligados antes al museo de Buenos Aires. Para esos científicos, el ámbito universitario se volvió un espacio más atrayente de trabajo gracias a la implementación del régimen de dedicación exclusiva después de 1958.

17 Documentos del Archivo Histórico del Museo de La Plata.

La propuesta de un instituto marino en Mar del Plata se concretó en 1960 con un convenio entre las universidades nacionales de La Plata, Buenos Aires y Bahía Blanca, dando lugar a la creación del Instituto de Biología Marina, cuyo primer director fue Santiago Oliver hasta su renuncia en 1966, después del golpe de Estado. En el tiempo y las negociaciones que mediaron entre la propuesta inicial de Oliver y su concreción, la idea de una institución de oceanografía en sentido amplio cambió hacia un instituto más centrado en la investigación básica y la biología marina, para transformarse más tarde en el principal centro de investigación pesquera del país. Allí se nuclearon los principales investigadores en estas áreas y gracias a la afluencia de estudiantes se pudieron armar grupos de trabajo. Según recuerda Olivier (1990), la organización y consolidación del instituto no fue fácil: “los recursos humanos eran escasos y faltaba experiencia”. Los cargos docentes con dedicación exclusiva permitieron contar con un mínimo de personal estable para realizar trabajos durante todo el año en Mar del Plata, cumpliendo con las obligaciones docentes a través del dictado de cursos de verano para el entrenamiento de estudiantes de ciencias naturales o viajando para dar algunas clases en la universidad de Buenos Aires o en La Plata. Ambas universidades, especialmente La Plata, y el Consejo Interuniversitario otorgaron algunos fondos para el acondicionamiento del edificio cedido por el gobierno provincial, mientras que el CONICET subsidió los proyectos de algunos investigadores. El financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo fue fundamental para adquirir el equipamiento más costoso. Gracias al Proyecto de Desarrollo Pesquero, acordado entre el gobierno argentino y la FAO (Food Agricultural Organization, de las Naciones Unidas), se obtuvieron importantes recursos para las investigaciones pesqueras y las disciplinas relacionadas. Poco antes de implementarse ese proyecto y mientras distintas comisiones elaboraban propuestas de trabajo, el CONICET promovió la creación del Comité Nacional de Oceanografía en 1964 (que luego tomaría el nombre de Comité Argentino de Oceanografía), con la participación de representantes de 16 instituciones científicas y reparticiones estatales, con la finalidad favorecer la coordinación de las investigaciones oceanográficas en el país y las de este en el orden internacional.

El proyecto con la FAO con sede en Mar del Plata se puso en marcha en 1965 y duró siete años, llevándose a cabo importantes investigaciones y la formación de recursos humanos. Además de becarios argentinos, hubo de Brasil, Uruguay, Chile, Perú, Ecuador, Colombia, Venezuela y Panamá (Olivier, 1990). Treinta y tres expertos internacionales fueron asignados al proyecto y trabajaron en una estrecha colaboración con científicos argentinos. Cuando el proyecto con la FAO concluyó, algunos grupos de trabajos fueron disueltos y varios inves-

tigadores del Instituto de Biología Marina renunciaron con la intervención de 1974. De 37 científicos que trabajaban antes de 1974, para 1976 quedaban 15 y varios de ellos se irían después. Por entonces la situación del Instituto de Biología Marina era crítica, se adeudaban desde sueldos hasta los gastos más básicos como luz, gas y teléfono. Después del golpe militar de 1976, el instituto dejó de depender de las universidades y quedó bajo la órbita de la nueva Secretaría de Intereses Marítimos y los investigadores que quedaban fueron empleados por el CONICET. Erlidch y Sánchez (1990) señalan que esto formó parte de la tendencia del régimen militar de esa época a expandir la ciencia fuera de la universidad. El instituto con nuevos recursos fue reorganizado en el Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero.

En 1960, también se creó otra institución de investigación marina ligada a la universidad. Por un acuerdo entre la Universidad de Buenos Aires, a través del Departamento de Botánica de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, y el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) se fundó el Centro de Investigación de Biología Marina, bajo la dirección del botánico Oscar Kühnemann (Piacentino y Dighe-ro, 2013). Se contaron con laboratorios en un predio del INTI en Buenos Aires y en la costa patagónica. En relación con esto último, se buscó activar el funcionamiento en la Estación Algológica de Puerto Deseado creada en 1953, pero que prácticamente no había desarrollado tareas. Además, se dispuso de una pequeña estación en Rawson y desde 1963 con otra en Ushuaia, por acuerdo con la gobernación de Tierra de Fuego y la Armada. Las estaciones de Puerto Deseado y de Ushuaia contaron con alojamiento y laboratorios para tareas de muestreo y estudios de campo. Las actividades se desarrollaron principalmente en los meses de verano. Se formó una Asociación de Amigos del Centro de Investigaciones de Biología Marina que otorgaba becas a alumnos universitarios dedicados a las ciencias marinas. Los investigadores nucleados en este Centro, realizaron trabajos sobre flora, fauna y ecología marina. En Puerto Deseado se hicieron estudios para el aprovechamiento industrial de algas, un recurso que adquirió una gran importancia comercial a mitad de siglo XX. Para ello se contó con el asesoramiento de técnicos noruegos. También en esa estación se realizaron entre 1961 y 1971, cursos de verano con estudiantes y profesores de varios países latinoamericanos, patrocinados por la UNESCO, de forma paralela a los ofrecidos en el Instituto de Biología Marina de Mar del Plata. Cuando el Centro de Investigaciones de Biología Marina dejó de contar con el apoyo del INTI, pasó a depender del CONICET y finalmente fue cerrado en 1984.

La década de 1960 también presencié otras iniciativas por fomentar las ciencias marinas. En la Universidad de la Patagonia “San Juan Bosco” entre 1964 y 1965 se ofrecieron cursos de verano sobre

oceanografía, plancton, mareas, geofísica marina, entre otros temas, a cargo de varios especialistas de la Universidad de Buenos Aires y el Servicio Hidrográfico. En la Universidad del Sur se había dispuesto en 1957 la creación de un Instituto de oceanografía en Bahía Blanca, que no logró ponerse en funcionamiento. Posteriormente, en octubre de 1966 el CONICET creó el Instituto Nacional de Oceanografía con sede provisional en Buenos Aires con el objeto de desarrollar investigaciones en el campo de la oceanografía física. Paralelamente, por un convenio de cooperación entre la Armada Argentina y el CONICET se había adquirido en EEUU el buque de investigaciones “Austral”. Finalmente se decidió integrar estas iniciativas para crear el Instituto Argentino de Oceanografía (IADO) en Bahía Blanca, vinculado a la Universidad del Sur y con la ayuda del CONICET y la Armada, que se encargaría del mantenimiento y operaciones del buque. Bahía Blanca con su puerto militar y una universidad aparecía como el lugar ideal para un instituto de oceanografía. Un exoficial naval que estaba trabajando en el instituto Lamont, Alberto Lonardi, fue llamado por el presidente del CONICET, Bernardo Houssay, para proyectar la nueva institución. Se contaba con fondos del Banco de Desarrollo Interamericano y otros recursos. Con mucho entusiasmo se construyó un gran edificio pensando en un rápido crecimiento de las ciencias marinas, pero eso fue difícil de llenar. El edificio terminó albergando otras dos instituciones. Después de cuatro años, Lonardi volvió a EEUU dándose cuenta que su proyecto había sido demasiado grande y con un plan a largo alcance, pero el instituto no creció como había planeado¹⁸. A pesar de diversas dificultades y reorganizaciones, el Instituto Argentino de Oceanografía logró mantenerse.

CONSIDERACIONES GENERALES

En este trabajo se ha procurado examinar el impulso que cobraron las investigaciones marinas y su institucionalización en la Argentina durante las décadas de 1950 y 1960 así como la complejidad de la definición de este amplio campo llamado “ciencias del mar” y de su construcción como un área de indagación interdisciplinaria e internacional. Los esfuerzos por crear institutos oceanográficos, realizar campañas de investigación y buscar el reconocimiento de una comunidad de investigaciones marinos llevarían a una definición amplia de este campo de estudios, buscando una unidad en su objeto de estudio más allá de las diferentes tradiciones de trabajo, formación y adscripciones disciplinares de sus practicantes o de las fronteras nacionales.

¹⁸ Entrevista a Alberto Lonardi, realizada en Buenos Aires, el 27 de Agosto de 1997, en el marco del Proyecto de Historia Oral del Instituto Lamont.

En la Argentina varios factores se conjugaron localmente con el impulso internacional de las ciencias marinas en la segunda posguerra: la llegada de especialistas europeos y el regreso de oficiales navales argentinos formados en oceanografía en el exterior que tendrían un papel muy activo en la promoción y organización de investigaciones marinas; el aumento de egresados en las carreras de ciencias naturales que permitiría la conformación de grupos de trabajo y las especializaciones en el estudio de determinados organismos marinos o temáticas; la creación del CONICET y el régimen de dedicación exclusiva en las universidades; la ampliación de la soberanía sobre la plataforma continental, y los intereses geopolíticos de en la Antártida, en entre otros aspectos del período llamado “desarrollista”. A ello se agregaron los proyectos de cooperación internacional, especialmente el Año Geofísico Internacional, y el papel de agencias como la UNESCO, que patrocinó reuniones e intercambios entre investigadores de Latinoamérica así como cursos de entrenamiento y asistencia técnica, y la FAO, en relación a los programas de desarrollo pesquero en la década de 1960. En los inicios de esa década se expandirán los espacios institucionales de las ciencias marinas, especialmente en torno a la biología marina y sus aplicaciones en la explotación de los recursos marinos. También se presencia los intentos de formular una política oceanográfica nacional, en donde la preocupación por la formación de recursos humanos aparece como un punto central.

Sin embargo, el entusiasmo en esos años no fue suficiente para asegurar el funcionamiento y el crecimiento continuo de las ciencias marinas y sus instituciones en la Argentina. Por el contrario, su desarrollo fue marcado por discontinuidades, por momentos de intensa actividad, seguidos de otros de decline y falta de recursos y apoyo e intervenciones políticas. Tal como señalan Ehrlich y Sánchez en el caso de la biología marina:

“el contexto socio-político inestable, en cual se desenvolvió la ciencia marina en la Argentina, el crecimiento espasmódico de los institutos, la falta de una política científica clara capaz de unificar criterios y esfuerzos, los mecanismos burocráticos responsables de impedir o paralizar proyectos o acuerdos, son algunas de las razones para considerar el progreso discontinuo de la oceanografía biológica en la Argentina” (Ehrlich y Sánchez, 1990: 497).

Finalmente, podemos agregar que este trabajo se ha concentrado en un capítulo del desarrollo de las ciencias marinas considerado como un momento muy intenso y creativo en las investigaciones marinas de la

Argentina, como reconocieron los propios actores de la época. No obstante, aún faltan investigaciones detalladas sobre el desenvolvimiento de las ciencias marinas durante las siguientes décadas y la movilidad de los científicos en la búsqueda de espacios para proseguir sus investigaciones así como el papel del financiamiento y apoyo de las agencias nacionales y organismos internacionales. Todavía quedan por escribirse muchos otros capítulos sobre la historia de las ciencias y políticas del mar en la Argentina.

BIBLIOGRAFÍA

- Antesana, Tarsicio y Bahamonde, Nibaldo 2002 "History of Marine Science in Chile" en Benson, Keith y Rehbock, Philip (orgs.) *Oceanographic History, the Pacific and beyond* (Washington: University of Washington Press).
- Alvarez, José (comp.) 1976 *Evolución de las ciencias en la República Argentina, 1923-1972. Tomo V: Meteorología, Oceanografía y Radiopropagación* (Buenos Aires: Sociedad Científica Argentina).
- Angelescu, Víctor y Sánchez, Ramiro 1997 "Exploraciones oceanográficas y pesqueras en el Mar Argentino y la región adyacente del Atlántico Sudoccidental (Años 1874-1993)" en Boschi, Enrique E. (ed.) *El Mar Argentino y sus Recursos Pesqueros* (Mar del Plata: INIDEP). Tomo 1.
- Balech, Enrique 1971 *Notas históricas y críticas de la oceanografía biológica argentina* (Buenos Aires: Servicio de Hidrografía Naval).
- Cañete, María Victoria 2010 "De actores, saberes e instituciones. La creación de las Ciencias del Mar en la Argentina" en Frederic, Sabina; Graciano, Osvaldo y Soprano, Germán (orgs.) *Estado argentino y las profesiones liberales, académicas y armadas* (Rosario: Prohistoria).
- 2011 "Instituciones y políticas públicas en la expansión pesquera de la Argentina, 1946-1976", *Anuario CEEED* (Centro de Estudios Económicos de la Empresa y el Desarrollo de la Facultad de Ciencias Económicas, UBA). Vol. 3, N° 3.
- Casellas, Alberto 1954 "La oceanografía y su utilización para fines militares" en *Boletín del Centro Naval*. Vol. 74, N° 631.
- Ehrlich, Martín y Sánchez, Ramiro 1990 "Lights and Shadows in Biological Oceanography Research in Argentina. A Historical Review" en *Deutsche Hydrographische Zeitschrift*. N° 22.

- Elzinga, Aant 1993 “Antartica: the construction of a Continent by and for Science” en Crawford, Elisabeth; Shinn, Terry y Sörlin, Sverker (eds.) *Desnationalizing science. The Context of international Scientific Practice* (Kluwer Academic Publishers).
- Galassi, Andrea 2013 *La investigación científica marina y el régimen de los océanos en el siglo XXI*, Tesis de Maestría en Relaciones Internacionales, Universidad del Salvador (Buenos Aires).
- García, Susana V. 2009 “El estudio de los recursos pesqueros en la Argentina de fines del siglo XIX”, *Revista Brasileira de História da Ciência*, vol. 2, N° 2.
- 2014 “La pesca comercial y el estudio de la fauna marina en la Argentina (1890-1930)” en *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, vol 21, N° 3
- Gonçalves Varela, Alex 2014 “O Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo: um capítulo do proceso de emergencia e consolidação das ciencias oceanográficas no Brasil, 1946-1969” en *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, vol 21, N° 3.
- Hamblin, Jacob 2005 *Oceanographers and the cold war: disciples of marine science* (Washington: University of Washington Press).
- Inman, Douglas 2003 “Scripps in the 1940s: The Sverdrup Era”, *Oceanography*, vol. 16, N° 4.
- Mills, Eric 1985 *Biological Oceanography: An Early History, 1870-1960* (Ithaca-Nueva York: Cornell University Press).
- 1993 “The Historian of Science and Oceanography after Twenty Years”, *Earth Sciences History*, vol. 12, N° 1.
- Morador, José Luis 1970 *La investigación científica*. Colección *Nuestra Tierra*, N° 43 (Montevideo: Ed. “Nuestra Tierra”).
- Oreskes, Naomi 2000 “Laissez-tomber: Military patronage and women's work in mid-20th-century oceanography” en *Historical Studies in the Physical and Biological Science*, vol. 30, N° 2.
- Ortiz, Eduardo 1994 “Ciencia, enseñanza superior y Fuerzas Armadas en la Argentina 1850-1950” en *Ciclos en la historia, la economía y la sociedad*, vol. 4, N° 6.
- Piacentino, Gabriela y Dighero, Alicia 2013 “Inicios de las Ciencias del Mar en la Patagonia Argentina. Historia del Primer Centro de investigación de Biología Marina, CIBIMA” en Lértora Mendoza, Celina (ed.) *XVI Jornadas de historia del pensamiento científico* (Buenos Aires, FEPAI).

- Podgorny, Irina 2005 "La Tierra en el laboratorio. Las Ciencias de la Tierra en el Siglo XX", en Estany, Anna (ed.) *Enciclopedia iberoamericana de Filosofía. Filosofía de las ciencias naturales, sociales y matemáticas* (Madrid: Trotta/CSIC).
- Rainger, Ronald 2000 "Science at crossroads: The Navy, Bibini Atoll, and America oceanography in the 1940s" en *Historical Studies in the Physical and Biological Science*, 2000, vol. 30, N° 2.
- 2003 "Adaptation and the Importance of Local Culture: Creating a Research School at the Scripps Institution of Oceanography" en *Journal of the History of Biology*, vol. 36, N°3.
- Rodríguez, José 1999 "La Armada argentina y el ITBA" en *Boletín del Centro Naval*, vol. 117, N° 795.
- Rollo, Maria Fernanda; Queiroz, Maria Inês y Brandao, Tiago 2014 "O mar como ciência: instituições e estratégias da investigação sobre o mar em Portugal no século XX (da Primeira República à democracia)" en *Hist. cienc. saude-Manguinhos*, vol.21, N° 3.
- Rozwadowski, Helen 2004 "Internationalism, Environmental Necessity, and National Interest: Marine Science and other sciences" en *Minerva*, 2004, N° 42.
- Sanchez, Ramiro 2002 "Early Exploratory Voyages and Antarctic Expeditions: the Argentine perspective" en Benson, Keith R. y Rehbock, Philip F (orgs.) *Oceanographic History, the Pacific and beyond* (Washington: University of Washington Press).
- Servicio de Hidrografía Naval (SHN) 1963 *Misión del Servicio de Hidrología Naval*, (Buenos Aires: Armada Argentina).
1970. *Anales del Servicio de Hidrografía Naval, Tomo 1: Años 1952-1963*. (Buenos Aires: Servicio de Hidrografía Naval)
- 1979 *Centenario del Servicio de Hidrografía Naval*. (Buenos Aires: Armada Argentina).
- Vanderpool, Chistopher 1983 "Marine Science and the Law of the Sea", *Social Studies of Science*, vol. 13.
- Vetter, Richard 1959 *International and National Organizations of Oceanographic Activities* (Washington: National Research Council).

LA EMERGENCIA DE LA NANOCIENCIA Y NANOTECNOLOGÍA EN ARGENTINA

Matthieu Hubert

INTRODUCCIÓN

En la conformación de campos tecnocientíficos confluyen el mundo de la investigación académica y el de las políticas públicas. Por un lado, los nuevos campos no surgen “de la nada” y la emergencia de un campo está necesariamente vinculada con algún tipo de reconfiguración disciplinar a partir de campos preexistentes. Por otro lado, en muchos casos¹, las políticas públicas parecen jugar un papel central en la estructuración de campos que fueron considerados, en determinados momentos, como prioritarios. Esa tensión entre dinámicas internas (científicas) y externas (políticas) está muy presente en el caso de la nanociencia y nanotecnología². En efecto, este campo se presenta no sólo como resultado de la “convergencia” de investigaciones anteriores por parte de científicos formados en física, química, ciencia de los materiales y biología (Roco y Bainbridge, 2003), sino también como área prioritaria en las agendas de las instituciones y políticas de ciencia y

¹ Por lo menos desde que se institucionalizaron las políticas científicas, después de la segunda Guerra mundial.

² El campo de la nanociencia y la nanotecnología agrupa a las investigaciones cuyo objeto posee una o varias dimensiones características a la escala del nanómetro. Muchos sectores industriales (energía, electrónica, telecomunicación, materiales, etc.) están involucrados en la producción y el uso de este conjunto de conocimientos y tecnologías transversales.

tecnología, tanto en los países más industrializados (Schummer, 2007) como en los de menor desarrollo (Invernizzi, Hubert y Vinck, 2014).

Este capítulo tiene por objetivo presentar ciertos aspectos de este doble proceso, científico y político, a través del cual surge y se institucionaliza la nanociencia y la nanotecnología en Argentina. La propuesta es mostrar algunos mecanismos característicos de la conformación de un nuevo espacio de investigación y su estructuración progresiva como campo tecnocientífico -es decir un área de investigación que alcanzó cierto nivel de institucionalización. Varios conjuntos de datos y materiales fueron usados para reconstruir esa historia: entrevistas a investigadores del campo y registros de visitas a sus laboratorios³; revisión bibliográfica de artículos académicos e informes institucionales relacionados con el desarrollo de la nanociencia y nanotecnología en Argentina.

En el texto, distinguiré dos niveles de análisis para caracterizar la emergencia y la institucionalización de esa área en Argentina: el nivel científico, en el cual la emergencia de un espacio de investigación en nanociencia y nanotecnología resulta de la (re)orientación de investigaciones hacia temáticas y objetos de investigación que fueron agrupados bajo la denominación común de “nano” en la escala internacional; el nivel político, en el cual esa área se afirma como prioritaria en las agendas de las instituciones y políticas de ciencia y tecnología en Argentina. Esos dos niveles, a pesar de sus numerosas interacciones, serán distinguidos para entender las dinámicas de conformación del campo⁴. El texto está dividido en dos partes, que retoman la distinción entre los dos niveles mencionados.

1. LA CONFORMACIÓN DE UN ESPACIO DE INVESTIGACIÓN

A nivel científico, se pueden identificar y diferenciar dos tipos de factores para dar cuenta de la emergencia de la nanociencia y nanotecnología en Argentina: primero, el papel que juega la inserción internacional de algunos actores locales que importaron nuevas técnicas y prácticas experimentales desde afuera (1.1); segundo, algunos procesos característicos de las comunidades científicas involucradas a nivel nacional e internacional (1.2).

3 Aunque no aparecen citados como fuentes a lo largo del texto, informaciones de entrevistas y registros de visitas sirvieron para reconstruir esa historia.

4 En particular, veremos que esa distinción corresponde también a un corte temporal, ya que la afirmación de la nanociencia y nanotecnología como objeto de política científica aparece en 2003-2004, más de una decena después de las primeras investigaciones en el campo en Argentina.

1.1. NUEVOS INSTRUMENTOS, “PIONEROS” Y CIRCULACIÓN INTERNACIONAL DE PRÁCTICAS EXPERIMENTALES

La nanociencia y nanotecnología está generalmente definida en términos de tamaño –una definición que incluye los objetos y las actividades que tienen dimensiones características generalmente situadas entre 1 y 100 nanómetros⁵. Sin embargo, esa definición no proporciona un criterio muy preciso de pertenencia y no existe una definición consensual del área. Muchas actividades se pueden incluir o excluir según los intereses propios de los actores involucrados (« *there is much room for hype* », Schummer, 2007). Los científicos agregan generalmente otros criterios característicos o condiciones de pertenencia. Algunos consideran que un objeto o un material se pueden considerar como “nano” si es necesario aplicar la teoría cuántica para entender su comportamiento, aunque otros evalúan que poseer algunas propiedades físico-químicas específicas a esa escala (por ejemplo los efectos “de superficie”) es una condición suficiente. Se considera también que el tipo de instrumentación necesaria para caracterizar y fabricar los nano-objetos y materiales es característico de esa tecnociencia emergente.

Este último criterio tiene bastante peso porque, en muchos relatos históricos sobre la emergencia de la investigación en nanociencia en nanotecnología, la invención del microscopio de efecto túnel está mencionada como un evento fundador (Mody, 2006). Su descripción en términos de primera herramienta que permite visualizar y manipular un único átomo acompaña la mayoría de los discursos de divulgación e información científica sobre esa nueva tecnociencia. Inventado en 1981 por Gerd Binnig y Heinrich Rohrer en un centro de investigación de IBM en Zurich (Suiza), abrió el camino hacia la caracterización y fabricación de nano-objetos a partir de sus componentes elementales que son los átomos. Además del propio microscopio de efecto túnel, un conjunto de nuevos instrumentos fueron inventados, hace más de 30 años, a partir del principio de funcionamiento diseñado por Binnig y Rohrer. Se conformó así una nueva familia de técnicas capaces de fabricar y caracterizar nano-partículas o materiales cuyo potencial tecnocientífico se explica por su carácter transversal y genérico. Esa familia, llamada “microscopia de sonda de barrido”, no solo aportó constantemente nuevas posibilidades de “investigación técnico-instru-

⁵ La mayoría de las definiciones toman en cuenta el aspecto dimensional de los objetos estudiados y manipulados. Sin embargo, como muestra Brice Laurent (2013) comparando el trabajo de varias instituciones de regulación de la producción y el uso de los nanomateriales (la Organización Internacional de Normalización, la Comisión Europea y la Agencia Francesa de Normalización), cada una adopta una definición sensiblemente diferente en función de su propia concepción de la relación entre evaluación científica y regulación política.

mental” (Shinn, 2000), sino que también abrió nuevos pasos y temas de investigación científica.

Los científicos argentinos no quedaron afuera de las nuevas perspectivas abiertas por esas nuevas técnicas instrumentales. En particular, a fines de los años 80, “el Dr. Arría, Director del INIFTA (Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas), se puso en contacto con investigadores españoles que estaban vinculados con los grupos que habían inventado estos instrumentos”⁶. En ese marco, el Dr. Roberto Salvarezza, entonces investigador asistente del CONICET en la Universidad de la Plata, consiguió una “beca externa” para realizar una estadía postdoctoral de tres años (1988-1991) en el Departamento de Física de la Materia Condensada y en el Departamento de Fisicoquímica de la Universidad Autónoma de Madrid en España. Ahí estudió temas relacionados con la “aplicación de la microscopía de efecto túnel y técnicas de simulación a la formación electroquímica de nuevas fases”⁷. Además, durante su estadía, consiguió en 1989 otra beca del centro de investigación de IBM en Zurich (el centro donde trabajaban los inventores de la microscopía de efecto túnel) para asistir a un curso sobre el uso de esa nueva microscopía –un curso llamado “Basic concepts and applications of scanning tunneling microscopy and related techniques”⁸. Así, en 1991, cuando el Dr. Salvarezza vuelve a la Universidad de la Plata en Argentina con una sólida formación y algunos contactos con grupos reconocidos en el manejo de esas nuevas técnicas experimentales, “el INIFTA compra el primer microscopio de efecto túnel y desde aquel momento se forma el Laboratorio de Nanoscopia y Fisico-Química de Superficies”⁹. El nuevo Laboratorio de Nanoscopia y Fisico-Química de Superficies desarrolló sus actividades en continuación con la experiencia postdoctoral del Dr. Salvarezza en Europa (reproduciendo localmente las condiciones de trabajo experimental que había encontrado en el extranjero) y se convierte en uno de los grupos más importante en esa área emergente en Argentina¹⁰.

6 Dra. María Elena Vela (Laboratorio de Nanoscopia y Fisicoquímica de Superficies del INIFTA), citada en *U238. Tecnología nuclear para el desarrollo*, 2013, n.6, p.34.

7 CV del Dr. Roberto Salvarezza.

8 CV del Dr. Roberto Salvarezza.

9 Dra. María Elena Vela (Laboratorio de Nanoscopia y Fisicoquímica de Superficies del INIFTA), citada en *U238. Tecnología nuclear para el desarrollo*, 2013, n.6, p.34.

10 El INIFTA tiene “alrededor de 300 publicaciones con referato desde 2000 hasta la actualidad, lo que constituye el 20% del total de las publicaciones del país” (en el campo nano), según *U238. Tecnología nuclear para el desarrollo*, 2013, n.6, p.34.

Si bien la trayectoria del Dr. Salvarezza es el caso más emblemático y comentado en los relatos sobre la emergencia del campo de la nanociencia y nanotecnología, no es el único. En efecto, más de dos tercios de los investigadores que aparecen en el listado de 2008 de la Fundación Argentina de Nanotecnología (FAN) tuvieron una experiencia laboral o de posgrado en el exterior¹¹. A partir de esta base de investigadores argentinos formados en parte en centros internacionales de I+D¹², varios institutos locales desarrollaron actividades en nanociencia y nanotecnología a lo largo de los años 90 y 2000. En particular, el Instituto de Química-Física de los Materiales, Medio Ambiente y Energía (INQUIMAE) de la Universidad de Buenos Aires y el Centro Atómico Bariloche de la Comisión Nacional de Energía Atómica fueron dos focos centrales de ese desarrollo (cf. 2.2).

Así, los científicos argentinos se incorporan rápidamente en la dinámica global de la nanociencia y nanotecnología, en la cual el número de artículos en cuyo título figura el término “nano” se duplica cada 19 meses entre 1986 y 1995 (Braun, Schubert y Zsindely, 1997). En este caso, la emergencia del nuevo espacio de investigación está fuertemente ligada a la circulación internacional de algunos investigadores que “importaron” nuevas prácticas y técnicas experimentales. Esos contactos prolongados con grupos pioneros y reconocidos por sus avances de investigación técnico-instrumental permiten una inserción rápida en temas de fuerte crecimiento a nivel internacional.

1.2. UNA COMBINACIÓN DE PROCESOS DE “REDENOMINACIÓN”, CONVERGENCIA Y REVALORIZACIÓN

Previo al apoyo explícito por parte de las políticas públicas, a nivel nacional o internacional, la conformación de un espacio de investigación en nanociencia y nanotecnología resultó también de la (re)orientación de investigadores formados en disciplinas bien ancladas en la Argentina –como física, química y ciencia de los materiales– hacia temáticas y objetos de investigación agrupados bajo la denominación común de “nano” en la escala internacional. Para los científicos locales, el objetivo de esa reorientación hacia la nanociencia y nanotecnología es doble (Invernizzi, Hubert y Vinck, 2014): a nivel internacional, se trata de mantenerse como actores científicos legítimos, trabajando sobre los

11 Son al menos 34 de los 48 investigadores listados. En algunos casos la información no estaba disponible en el listado o buscando en internet. Se puede encontrar los listados de 2008 y 2012 en el sitio web de la Fundación Argentina de Nanotecnología: www.fan.org.ar.

12 Las experiencias internacionales son generalmente postdoctorados en los países más industrializados, excepto un caso de postdoctorado en la Universidad Estadual de Campinas y algunos casos de estudios doctorales en el exterior.

temas más avanzados y reconocidos por las comunidades científicas internacionales; a nivel nacional, se trata de acceder a mejores condiciones de trabajo y aumentar su prestigio científico local. Además de este doble objetivo que no es específico de la nanociencia y nanotecnología, se puede caracterizar la evolución de las agendas de los investigadores haciendo una distinción entre tres procesos que se combinan para conformar el nuevo espacio de investigación.

Un primer proceso tiene que ver con un simple mecanismo de “redenominación” de investigaciones preexistentes a respecto de las cuales se puede argumentar un vínculo con la nanociencia y nanotecnología. De hecho, muchos químicos consideran que los nano-objetos designan elementos conocidos desde mucho tiempo bajo otro nombre (“antes se llamaba coloides, ahora se llama nanos”, por ejemplo). Del mismo modo, algunos investigadores dicen haber hecho “nano” antes de saberlo, aunque otros prefieren rechazar la etiqueta “nano”, que sería solamente una cuestión de “moda”. A este nivel, es imprescindible tomar en serio el carácter discursivo de la definición de un tema o un objeto de investigación¹³. Este trabajo de definición no es solamente retórico sino que tiene además una dimensión estratégica: como las “retóricas disciplinares” (Pinch, 1990), permiten precisar las fronteras legítimas de los colectivos de investigación. Así muchos investigadores pueden ajustar parcialmente la definición de sus propias investigaciones en función de su manera de posicionarse al respecto de la nanociencia y nanotecnología –y, eventualmente, de una estrategia de acceso a los importantes recursos que esa nueva área ofrece.

Sin embargo, la orientación de las agendas de investigación hacia la nanociencia y nanotecnología no puede reducirse a ese proceso de “redenominación” de investigaciones preexistentes. Está vinculada, además, con reconfiguraciones más fundamentales que asocian nuevos instrumentos, abordajes y conocimientos. Se puede caracterizar esas reconfiguraciones haciendo una distinción entre dos otros tipos de procesos que jugaron un papel importante.

Por un lado, a la escala nanométrica, las distinciones entre materia inerte y viva, o entre moléculas químicas y materia aglomerada, pierden en parte sus significaciones. Según las grandes visiones de “convergencia” entre disciplinas y especialidades de investigación que acompañan los discursos de promoción de la nanociencia y nanotecnología, los objetos de investigación de la física, de la química y de la biología deberían “naturalmente” converger en razón de su tamaño

¹³ Un trabajo más profundo de cientometría, que excede la presente contribución, permitiría evaluar ese carácter discursivo cuantificando la evolución de las palabras claves usadas en las publicaciones.

común (Roco y Bainbridge, 2003). A nivel del laboratorio, esas visiones se traducen parcialmente en colaboraciones entre investigadores, técnicos e ingenieros de diferentes campos y áreas de especialización. Por ejemplo, las nanopartículas que los químicos sintetizan pueden caracterizarse gracias a técnicas e instrumentos que los físicos manejan desde mucho tiempo (microscopía electrónica clásica, caracterización por rayos X, etc.). Esas cooperaciones entre disciplinas y comunidades existentes permiten diversificar la gama de nanopartículas que se sintetizan, caracterizan y funcionalizan de manera de cumplir ciertos comportamientos y aplicarse en dispositivos técnicos más complejos (los micro/nanosistemas electromecánicos, por ejemplo). Para muchos investigadores (muchos químicos, en particular, que enfatizan la continuidad de las prácticas), esta diversificación y sistematización de los estudios de materiales y objetos a escala nanométrica es lo que caracteriza más fuertemente la nanociencia y nanotecnología. En ese sentido, la evolución de las agendas de investigación hacia la nanociencia y nanotecnología traduce una evolución gradual y continua de campos y especialidades existentes que “convergen” puntualmente para tener acceso a nuevos objetos o técnicas (pluri- o interdisciplinaridad).

Por otro lado, la (re)orientación de las agendas de investigación hacia la nanociencia y nanotecnología se enmarca en una proliferación de promesas al respecto de su potencial de resolución de problemas socio-económicos (Roco y Bainbridge, 2003). Esas promesas justificaron el lanzamiento de grandes programas de investigación en nanociencia y nanotecnología por parte de las agencias norteamericanas y europeas a principio de los años 2000. Además, organizaciones internacionales como el Banco Mundial (BM) o el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) promovieron una política de desarrollo económico estrechamente relacionada con la innovación tecnológica desde los años 90 (Foladori et al., 2012). Por ser un amplio conjunto de tecnologías genéricas y transversales, la nanotecnología se inscribe perfectamente en esa retórica que justifica su integración como área estratégica en las políticas de ciencia y tecnología de los países latinoamericanos¹⁴. En particular, se argumenta que, en el marco de un cambio de paradigma tecnológico, aumentan las posibilidades para reducir la brecha con los países más avanzados y que, a diferencia de rupturas tecnológicas previas, el carácter global de la investigación en nanociencia y nanotecnología situaría a los países “emergentes” o “en desarrollo” en una posición más

14 Foladori et al. (2012) muestran que el discurso de la “economía del conocimiento” acompaña el lanzamiento, en Argentina, Brasil y México, de políticas de nanociencia y nanotecnología que se orientan hacia objetivos de competitividad económica e innovación tecnológica.

favorable para impulsar la nueva tecnociencia, promover el desarrollo y reducir la pobreza. Ese argumento se puede ilustrar, por ejemplo, con la electrónica molecular: está considerada como un paradigma tecnológico alternativo para la producción de micro/nanochips que podría reemplazar el modelo actual del transistor a base de silicio (Choi y Mody, 2009). En ese sentido, la afirmación de la nanociencia y nanotecnología como nueva área tecnocientífica debería producir un cambio mucho más radical de lo que se plantea con la idea de convergencia entre investigaciones preexistentes: se trata de una brecha en la cual se abren nuevas posibilidades tecnocientíficas, que marca el inicio de una transición en la cual nuevos actores y tecnologías podrían conseguir una posición dominante. Esa retórica de ruptura, asociada a su supuesto potencial socio-económico, tiene una traducción a nivel tecnocientífico: la alineación de la agenda de investigación hacia la nanociencia y nanotecnología se conjuga con la (re)valorización simbólica de su orientación hacia la resolución de problemáticas socio-económicas.

Por consiguiente, se pueden identificar tres procesos que se combinan en la (re)orientación de las agendas de investigación hacia la nanociencia y nanotecnología: un proceso de continuación de investigaciones existentes bajo otro nombre (“redenominación”); un proceso de evolución progresiva gracias a la identificación de nuevas complementariedades entre disciplinas y comunidades preexistentes (“convergencia”); y un proceso de (re)valorización simbólica de la aplicabilidad socio-económica a la cual, supuestamente, las investigaciones en nanociencia y nanotecnología deberían apuntar. A lo largo de los años 90 y 2000, esos procesos acumulativos conforman progresivamente un nuevo espacio tecnocientífico. Sin embargo, no son suficientes para garantizar su institucionalización –es decir su constitución como campo tecnocientífico. En el caso de la nanociencia y nanotecnología en Argentina, tal institucionalización empieza efectivamente durante los años 2000.

2. LA INSTITUCIONALIZACIÓN DE UN ÁREA PLURIDISCIPLINARIA

2.1. UNA NUEVA PRIORIDAD DE POLÍTICA PÚBLICA

Cuando Estados Unidos lanzó la *National Nanotechnology Initiative* en 2000 se incentivó el desarrollo de las nanociencias y nanotecnologías en el resto del mundo, en particular en América Latina (Invernizzi, Hubert y Vinck, 2014). Esta orientación estuvo fuertemente promovida por organizaciones internacionales y por grandes empresas multinacionales que empezaron a invertir en ese sector de I+D (Foladori et al., 2012). La nanociencia y nanotecnología fueron también una oportunidad movilizadora por las comunidades científicas locales que investigaban el tema y necesitaban fondos crecientes para armar nuevos proyectos

que requerían inversiones en equipamientos de alta tecnología (Hubert y Spivak, 2009). En ese contexto, la entonces Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Nación (SECYT) convirtió en 2003 a la nanociencia y nanotecnología en eje prioritario de su política conjuntamente con las biotecnologías y las tecnologías de la información y la comunicación. En 2004, se abrió una convocatoria de proyectos definidos por la Agencia Nacional de Promoción de la Ciencia y la Tecnología (la “Agencia” de aquí en adelante) en el marco de su “Programa de Áreas de Vacancia” (Andrini y Figueroa, 2008). El resultado de esta convocatoria fue el financiamiento y estructuración de cuatro redes de cooperación (las “redes” de acá en adelante) que reagrupaban cerca de trescientos investigadores argentinos y recibían, cada una, cerca de un millón de pesos.

En paralelo a las actividades de la SECYT, el Ministerio de Economía y Producción apoyó igualmente el desarrollo de esa área emergente con la creación, en 2005, de la Fundación Argentina de Nanotecnología (FAN). Ésta financió, a través de su primera convocatoria a proyectos, 9 “ideas-proyectos” con orientación tecnológica e industrial por un monto cercano a 10 millones de pesos. Mientras que las “redes” correspondían a investigación pública, los proyectos de la FAN estaban directamente orientados hacia los actores privados que debían contribuir con al menos el 20% del financiamiento del proyecto. Tras su incorporación a la jurisdicción del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva a fin de 2007, las actividades de la FAN se diversificaron hacía, entre otras cosas, la sensibilización de los estudiantes universitarios acerca de la importancia de la nanotecnología (programa Nano U), la inversión en proyectos “pre-semilla” de emprendimientos en micro y nanotecnología o la organización de reuniones de intercambio de informaciones (en particular, los encuentros NanoMercosur de 2007, 2009, 2011, 2013 y 2015, que reagrupan actores públicos y privados de la región).

Además de estos dos dispositivos (las “redes” y la FAN) que contribuyeron fuertemente a estructurar y visibilizar la investigación argentina en nanociencia y nanotecnología, varias iniciativas participaron de la institucionalización de esa nueva área. Entre ellas se destaca: en 2005, la creación del Centro binacional Argentino Brasileiro de Nanotecnología y Nanociencia (CABNN), concebido sobre el modelo del centro dedicado a las biotecnologías, y orientado a la organización de talleres y de formación destinados principalmente a investigadores argentinos y brasileños; en 2008, la creación del Centro Interdisciplinario de Nanociencia y Nanotecnología (CINN), que reagrupa cerca de 80 investigadores de las instituciones científicas más activas de Buenos Aires, La Plata y Bariloche, y que recibió un financiamiento de 4 millones de pesos en el marco del “Programa de Áreas Estratégicas” de

la Agencia (García et al., 2012); en 2008, la creación del Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN), que reagrupa a unos 20 investigadores de la CNEA que trabajan en los centros de pesquisa situados en Constituyentes y Bariloche.

Si bien la mayoría de las iniciativas institucionales se llevaron a cabo entre 2003 y 2008, el paisaje institucional se renovó a partir de 2009 con la creación de los “Fondos Sectoriales” por parte del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Antes de examinar esa creación en el apartado 2.3, es necesario analizar los efectos de las primeras iniciativas institucionales en la conformación de comunidades en nanociencia y nanotecnología.

2.2. LOS INSTRUMENTOS PARA ESTRUCTURAR LAS COMUNIDADES “NANO”

A lo largo de los años 2000, la institucionalización de la nanociencia y nanotecnología se traduce en movimientos de acercamiento entre varias comunidades científicas hacia nuevos objetos y problemas de investigación. Albornoz et al. (2008) muestran, a partir de análisis bibliométricos, que esos movimientos se constituyen en torno a tres polos disciplinares (química, física y ciencia de los materiales) sobre los cuales se suman tres áreas o especialidades muy activas (ingeniería, ciencia de los polímeros y bioquímica–biología molecular). Esas convergencias reproducen bastante bien a nivel nacional lo que pasa a nivel mundial (Albornoz et al., 2008: 24). Del mismo modo, reproducen la estructura temática de las cuatro “redes” nacionales mencionadas en el aparte anterior (cf. 2.1): la red “Materiales nanoestructurados y nanosistemas” en la cual se diseñan y se usan nuevas técnicas instrumentales para estudiar fenómenos físicos (como nanomagnetismo y spintrónica) en nanomateriales; la red “Nanociencia y nanotecnología molecular, supramolecular e interfases” que agrupa principalmente las actividades de síntesis por “auto-ensamblado” molecular, de simulaciones computacionales y de caracterización microscópica de nano-objetos y materiales; la red “Diseño, simulación y fabricación de nano y micro dispositivos, prototipos y muestras” cuyo objetivo es establecer una red de laboratorios con capacidad para diseñar, simular y fabricación de muestras, prototipos y dispositivos a nivel micrométrico y nanométrico; y la red “Autoorganización de bionanoestructuras para la transmisión de información molecular en neurobiología y procesos biológicos” que estudia la autoorganización de péptidos bioactivos, hormonas e interfaces relevantes para la neurobiología, la biocatálisis y la bioremediación.

El panorama se presenta de manera sensiblemente diferente cuando se contemplan los financiamientos. En efecto, el peso relativo de cada disciplina o especialidad muestra ciertas diferencias. Por un lado,

la física, la química y las ciencias de los materiales son las especialidades más activas de esa nueva área, con el 37%, 29% et 25% respectivamente de los 99 proyectos PICT en nanociencia y nanotecnología entre 1997-2005 (MINCYT, 2009: 7). Por otro lado, la biomedicina cuenta solamente con el 2% de los financiamientos PICT. Sin embargo, aporta la gran mayoría de las patentes argentinas y la mitad de los proyectos tecnológicos orientados a la industria. En efecto, 9 sobre 11 de dichas patentes son catalogadas como “nanomedicina y nanobiotecnología” (Albornoz et al., 2008) y 6 de los 12 proyectos FONTAR financiados entre 2006 y 2008 pertenecen a la área llamada “biomedicina-farmacía” (MINCYT, 2009). Por consiguiente, las especialidades científicas dominantes no son aquellas que exploran los campos de innovación más dinámicos como la nanomedicina, cuyas aplicaciones son frecuentemente resaltadas en los discursos públicos¹⁵.

El informe 2009 del Boletín Estadístico Tecnológico del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación propone un panorama más detallado de las actividades de nanociencia y nanotecnología en la Argentina, en el cual se enumera los principales temas que investigan las instituciones tecnocientíficas más activas en esa área (MINCYT, 2009: 5). Ese panorama muestra la diversidad de objetos, técnicas, abordajes y conocimientos que se vinculan con las investigaciones en nanociencia y nanotecnología. Muestra también la especialización relativa de algunas instituciones (el Centro Atómico Constituyentes en el Diseño y la Fabricación de micro- y nano-sistemas; la Universidad de Mar del Plata en los estudios de los materiales nano-estructurados; la Universidad de Córdoba en la nano-biomedicina, etc.). Este doble proceso de diversificación y de especialización traduce, finalmente, la estructuración progresiva de varias comunidades “nano” y la coexistencia, adentro de una misma área, de comunidades científicas que tienen poco en común.

2.3. LOS INSTRUMENTOS PARA RELACIONAR ACTORES ACADÉMICOS E INDUSTRIALES

Una de las iniciativas más estructurantes de estos últimos años fue la concepción, por parte del nuevo Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, de los Fondos Sectoriales (FONARSEC). Esos últimos operan, cada uno, en un campo prioritario del ministerio. Entre esos fondos administrados por la Agencia, el Fondo Sectorial de Nanotecnología (FS-Nano) atribuyó entre 75 millones de pesos a los

15 La mayoría de los grupos de nanomedicina en Argentina se concentran en investigaciones terapéuticas (el *targeting* o vectorización de medicamentos o vacunas, por ejemplo). Aunque son muy dinámicas a nivel internacional, las actividades de diagnóstico (los *labs-on-a-chip*, en particular) están mucho menos exploradas en el país.

8 proyectos financiados tras el primer llamado a proyectos en 2009. A ese financiamiento se suma una contribución de al menos el 20%, en cada caso, que proviene de los participantes del proyecto. Los fondos se destinan a financiar la investigación aplicada cuyo objetivo se centre en la concepción y la fabricación de nuevos nanomateriales y nanodispositivos y, luego, su transferencia a la industria involucrada (metalurgia, mecánica, salud, cosmética, agroindustria). Dicha transferencia se organiza en el marco de “consorcios públicos-privados” y se materializa en “plataformas tecnológicas”. El objetivo de esos consorcios es facilitar de manera durable la coordinación entre actores públicos y privados y, asimismo, asegurar el interés comercial de las innovaciones tecnológicas desarrolladas. Se trata también de incitar a los cerca de 600 investigadores argentinos en nanociencia y nanotecnología, que publican cerca de 200 publicaciones por año, a presentar más patentes –solamente 11 para el periodo 2003/2006 (Albornoz et al., 2008) y unos 50 entre 2007 et 2009 (MINCYT, 2009) a nivel nacional.

A partir de 2009, se observa entonces un reforzamiento de la orientación de la investigación en dirección de la industria y de las aplicaciones. Esta mutación toma forma a través de una renovación de los dispositivos de financiación de la investigación pública y privada. En efecto, entre 2003 y 2008, los proyectos de la FAN financiaban investigaciones orientadas a la industria –investigaciones cuyos objetivos consistían en concebir dispositivos técnicos, mientras que las “redes” nacionales estaban destinadas a la investigación fundamental y a la producción de conocimientos genéricos. A partir de 2009, la implementación de los Fondos Sectoriales FS-Nano favoreció la constitución de redes de actores más heterogéneos –actores que participaban conjuntamente en la realización de proyectos predefinidos y seleccionados en el marco de convocatorias a propuestas. Dicho de otra manera, mientras que las primeras políticas públicas de apoyo a la nanociencia y nanotecnología concibieron instrumentos para financiar, por un lado, la investigación pública y, por otro lado, la privada, a fin del decenio surgen nuevos dispositivos que favorecen la coordinación entre investigaciones básicas y aplicadas al seno de “consorcios públicos-privados”.

Esta segunda ola de dispositivos e instrumentos de política científica se encuadra en la creación, en 2008, del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, que toma control de la FAN hasta entonces bajo la tutela del Ministerio de Economía (y así fuera del perímetro de la SECYT). Además, esta renovación está marcada por un cambio de escala del monto de los financiamientos destinados a cada proyecto. Así, el Fondo Sectorial consagrado a la nanociencia y nanotecnología destina 75 millones de pesos a los 8 proyectos seleccionados –es decir alrededor de 10 millones por proyecto de promedio (entre 4 mínimo y

30 máximo). La concentración de inversiones es entonces mucho más fuerte que en los dispositivos preexistentes. En efecto, solamente 4 millones de pesos financiaban las 4 “redes”, 10 millones de pesos para los 9 proyectos de la FAN y 17,7 millones para la centena de proyectos financiados por el Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica (FONCyT) de la Agencia entre 1997 y 2006 (MINCYT, 2009: 7)¹⁶.

CONCLUSIÓN

El objeto de ese texto era poner en evidencia el doble proceso, científico y político, a través del cual se puso en la agenda la nanociencia y la nanotecnología como temática prioritaria. A nivel científico, se identificaron varios mecanismos que, combinados, producen la (re)orientación de las agendas de investigación hacia la nanociencia y nanotecnología: inserción internacional de investigadores locales, red denominación de temáticas preexistentes, convergencia de objetos e instrumentos en la escala nanométrica, y revalorización simbólica de la aplicabilidad socio-económica. A nivel político, se distinguen dos tipos de instrumentos que permiten la institucionalización de la nanociencia y nanotecnología en Argentina: los instrumentos que permiten la estructuración de comunidades “nano” y los que facilitan las relaciones entre actores académicos e industriales. A este nivel aparece más claramente el trabajo no sólo científico sino también político e institucional que se necesita para transformar un área pluridisciplinaria en un campo tecnocientífico que presenta las características de la “nueva disciplinaridad” (Marcovich y Shinn, 2011) –es decir un espacio que combina cierto grado de integración dentro de “fronteras robustas” y alrededor de uno o varios “referentes disciplinarios”, con la “elasticidad” que supone la participación en proyectos interdisciplinarios (los cuales involucran, eventualmente, investigaciones académicas e industriales).

Estas páginas no pretenden erigir al caso de la nanociencia y nanotecnología como específico o singular, sino poner en evidencia por lo menos dos cuestiones y tensiones características de la conformación de este campo tecnocientífico. La primera tiene que ver con el rol estructurante de las políticas públicas en la institucionalización progresiva de la nanociencia y nanotecnología. En este rápido recorrido histórico, mostramos que los instrumentos de la política científica y tecnológica tienen efectos limitados sobre la conformación del campo. En efecto, no dan el impulso inicial que permite la emergencia de un espacio de investigación en nanociencia y nanotecnología: las primeras investigaciones surgen en Argentina por lo menos una dé-

16 Esas comparaciones no toman en cuenta la fuerte inflación que hubo en Argentina en los 10 últimos años (entre 10 y 20% por año desde 2005, según el Banco Mundial).

cada antes de las políticas que los promueven. Además, aunque esos instrumentos de política promueven desde 2003 (sobre todo a partir de 2009) el fortalecimiento de las relaciones entre ciencia e industria, el impacto socio-económico de ese conjunto de nuevas tecnologías parece todavía lejos de las expectativas y de las promesas formuladas para justificar la inversión masiva de fondos públicos en este campo. Sin embargo, mostramos también que los instrumentos de política producen cambios sensibles en las comunidades científicas involucradas (por la estructuración temática que esos instrumentos permiten o facilitan) –y, muy probablemente, en las trayectorias individuales de los investigadores que se involucran en esas temáticas (ver, por ejemplo, Spivak y Hubert, 2012). En ese sentido, la nanociencia y la nanotecnología no constituyen solamente una “etiqueta” de la cual se apropian los científicos de manera oportunista para conseguir fondos: las políticas públicas y las comunidades científicas co-construyen un conjunto de objetos de estudio, proyectos y programas (agregados bajo la denominación común “nano”) que conforman progresivamente (¿y temporalmente?) un campo tecnocientífico.

La segunda cuestión tiene que ver con la relación entre emergencia de un campo de investigación y reconfiguraciones disciplinares. Traduciendo las visiones de “convergencia” entre disciplinas y especialidades tecnocientíficas (cf. 1.2), las políticas de nanociencia y nanotecnología estimularon las colaboraciones entre investigadores, técnicos e ingenieros provenientes de diferentes campos y áreas de especialización. Sin embargo, la realidad de los acercamientos interdisciplinarios es más compleja. A partir de los elementos presentados (cf. 2.2), se puede suponer que ésta reposa más sobre la confrontación o la complementariedad de las disciplinas y especialidades que sobre la “fusión” en un nuevo paradigma (Vinck y Robles, 2011). Dicho de otra manera, las disciplinas y especialidades preexistentes conservan su importancia y, tanto en Argentina como en otros países, el desafío de las investigaciones en nanociencia y nanotecnología es más bien crear nuevos sub-campos (como la nanomedicina, por ejemplo) o integrar avances científicos y técnicos en las disciplinas y especialidades preexistentes (las técnicas de nanoscopia, por ejemplo), que de fundirlas en un campo unificado (como lo sugiere la idea de “convergencia”). Así, por ejemplo, las cuatro “redes” nacionales, formadas para estructurar la investigación argentina en nanociencia y nanotecnología a partir de las comunidades preexistentes, reactualizaron fuertemente las divisiones disciplinarias entre física, química, biomedicina y ciencia de los materiales. Es entonces difícil afirmar que las disciplinas y especialidades se borran a escala nanométrica; tampoco podemos decir que se está conformando una disciplina unida alrededor de las actividades

de investigación en nanociencia y nanotecnología. Sin embargo, y a modo de programa a futuro, parece interesante analizar los cambios que la nanociencia y nanotecnología producen *entre* las especialidades y disciplinas que configuran este campo (en términos, por ejemplo, de prestigio o de competición para el acceso a recursos), tomando en cuenta las especificidades del contexto institucional argentino.

BIBLIOGRAFÍA

- Albornoz, Mario, Barrere, Rodolfo, Bageneta, Martín, Charreau, Hernán, López Monroy, Elizabeth y Matas, Lautaro 2008 *La nanotecnología en Iberoamérica. Situación actual y tendencias* (Buenos Aires: Informe del Centro Argentino de Información Científica y Tecnológica).
- Andrini, Leandro y Figueroa, Santiago 2008 “El impulso gubernamental a las nanociencias y nanotecnologías en Argentina” en Foladori, Guillermo y Invernizzi, Noela (comps.) *Las Nanotecnologías en América Latina* (México DF: M.A. Porrúa, UAZ, ReLANS) p. 27-39.
- Braun, Tibor, Schubert, Andras y Zsindely, Sandor 1997 “Nanoscience and nanotechnology on the balance” en *Scientometrics* Vol. 38, N° 2, p. 321-325.
- Choi, Hyungsub y Mody, Cyrus 2009 “The long history of molecular electronics: Microelectronics origins of nanotechnology” en *Social Studies of Science* Vol. 39, N° 1, p. 11-50.
- Foladori, Guillermo, Figueroa, Santiago, Záyago-lau, Edgar y Invernizzi, Noela 2012 “Características distintivas del desarrollo de las nanotecnologías en América Latina” en *Sociologías* N° 30, p. 330-363.
- García, Marisa, Lugones, Manuel y Reising, Ailin 2012 “Conformación y desarrollo del campo nanotecnocientífico argentino: una aproximación desde el estudio de los instrumentos de promoción científica y tecnológica” en Foladori, Guillermo Záyago-lau, Edgar y Invernizzi, Noela (comps.) *Perspectivas sobre el desarrollo de las nanotecnologías en América Latina* (Mexico DF: Editions M.A. Porrúa) p.13-32.
- Hubert, Matthieu y Spivak, Ana 2009 “Integrarse en redes de cooperación en nanociencias y nanotecnologías: el rol de los dispositivos instrumentales” en *REDES Revista de Estudios Sociales de la Ciencia* Vol. 15, p. 69-91.
- Invernizzi, Noela, Hubert, Matthieu y Vinck, Dominique 2014 “Nanoscience and Nanotechnology: How an Emerging Area on the

- Scientific Agenda of the Core Countries Has Been Adopted and Transformed in Latin America” en Medina, Eden, Marques, Ivan da Costa y Holmes, Christina (comps.) *Beyond Imported Magic. Essays on Science, Technology, and Society in Latin America* (Cambridge, Massachusetts: MIT Press) p. 223-242.
- Laurent, Brice 2013 “Les espaces politiques des substances chimiques. Définir des nanomatériaux internationaux, européens et français” en *Revue d’anthropologie des connaissances* Vol. 7, N° 1, p. 195-221.
- Marcovich, Ann y Shinn, Terry 2011 “Where is disciplinarity going? Meeting on the borderland” en *Social Science Information* Vol. 50, N° 3-4, p. 582-606.
- Mody, Cyrus 2006 “Corporations, Universities, and Instrumental Communities. Commercializing Probe Microscopy, 1981–1996” en *Technology and culture* Vol. 47, p. 56-80.
- MINCYT 2009 *Nanotecnología* (Buenos Aires: Boletín Estadístico Tecnológico del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva).
- Pinch, Trevor 1990 “The culture of scientists and disciplinary rhetoric” en *European Journal of Education* Vol. 25, N° 3, p. 295-304.
- Roco, Mihail y Bainbridge, William (comps.) 2003 *Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science* (Dordrecht: Kluwer Academic Publishers).
- Schummer, Joachim 2007 “The Global Institutionalization of Nanotechnology Research: A Bibliometric Approach to the Assessment of Science Policy” en *Scientometrics* Vol. 70, N° 3, p. 669-692.
- Shinn, Terry 2000 “Formes de division du travail scientifique et convergence intellectuelle. La recherche technico-instrumentale” en *Revue Française de Sociologie*, Vol. 41, N° 3, p. 447-473.
- Spivak, Ana y Hubert, Matthieu 2012 “Movilidad científica y reflexividad. De cómo los desplazamientos de los investigadores modelan modos de producir conocimientos” en *REDES Revista de Estudios Sociales de la Ciencia*, Vol. 18, p. 85-111.
- Spivak, Ana, Hubert, Matthieu, Figueroa, Santiago y Andrini, Leandro 2012 “La estructuración de la investigación argentina en nanociencia y nanotecnología: balances y perspectivas” en Foladori, Guillermo Záyago-lau, Edgar y Invernizzi, Noela (comps.)

Perspectivas sobre el desarrollo de las nanotecnologías en América Latina (Mexico DF: Editions M.A. Porrúa) p. 33-53.

Vinck, Dominique y Robles, Eduardo 2011 “Convergence dans les nanosciences et nanotechnologies. Le cas des micro et nanosystèmes” en Miège, Bernard y Vinck, Dominique (comps.) *Les masques de la convergence. Enquêtes sur sciences, industries et aménagements* (Paris: Éditions des Archives Contemporaines) p. 43-66.

DE MILSTEIN A LA BIOINFORMÁTICA. EMERGENCIA Y DESARROLLO DE LA BIOLOGÍA MOLECULAR EN LA ARGENTINA

Pablo Kreimer y Hugo Ferpozzi

Nos proponemos aquí reconstruir la trayectoria de un campo o, mejor, de una configuración o conjunto de tradiciones socio-cognitivas que comienza en la Argentina en los años 50 del siglo pasado, y que llega hasta nuestros días. Se trata de la emergencia de la biología molecular, que se va conformando como un campo con relativa autonomía hacia fines de la década de 1950, en un proceso que, por cierto, no estuvo exento de conflictos y tensiones. Llevamos el análisis hasta el presente, atravesando diversas inflexiones que responden a dimensiones conceptuales, técnicas, organizativas, institucionales y políticas.

En la medida en que trabajamos con un período suficientemente largo, de más de medio siglo, resulta indispensable determinar los factores que implican “cambios de época” a lo largo de este desarrollo, y que nos imponen cierta periodización, para analizar períodos relativamente consistentes a lo largo del tiempo. Si bien las etapas que proponemos coinciden con secuencias temporales más o menos delimitadas, consideramos que es la configuración de tres variables lo que en realidad determina la caracterización de cada una de las tapas que identificamos en el desarrollo de la biología molecular en la Argentina: (a) la organización social y los modos de producción de conocimiento; (b) la dimensión técnica en la investigación; y (c) los vínculos con actores locales e internacionales.

Por *organización social y modos de producción de conocimientos* entendemos dos aspectos complementarios: por un lado, nos referimos a la organización en el interior de los laboratorios, los espacios de producción. En este sentido, por ejemplo, podemos observar cómo se pasa de una organización centrada en un individuo y sus ayudantes, configuración propia de la investigación biomédica en el país desde las primeras décadas del siglo XX (Cueto 1994; Buch 2006) hacia un modelo centrado en el “grupo” o “laboratorio”¹ como unidad de producción hasta, en períodos más recientes, la puesta en marcha de redes que implican a varios laboratorios y a decenas de investigadores.

Por otro lado, referimos también la noción de organización social para dar cuenta de aspectos institucionales y de modos de configuración más amplios, referidos al conjunto de investigadores del campo, incluyendo aquello que atañe a la configuración y tensiones emergentes de la “cuestión disciplinaria”. Otro aspecto a considerar aquí, fuertemente asociado al anterior, se refiere a la estructuración de las carreras científicas, aspecto que se va modificando a lo largo del período analizado, en la medida en que se operan las reorganizaciones e identificaciones colectivas. En efecto, sobre la estructuración de las carreras influyen, al mismo tiempo, las dimensiones institucionales y de los espacios sociales de organización de la investigación, que van “formateando” trayectorias ideales y fuertemente normadas (Salomon 2008; Whitley 2012), y las características propias de cada campo, que van definiendo diversas jerarquías sociales y cognitivas (Shinn 1988).

En cuanto a las *dimensiones técnicas de la investigación*, nos referimos a todas aquellas cuestiones que influyen en las prácticas concretas de la producción de conocimiento, tales como el uso de instrumentos o equipamientos específicos, formas de experimentación y de representación, así como también los medios de comunicación utilizados por los investigadores. Sin dudas, esta dimensión resulta importante en todo análisis de proceso de producción de conocimientos, como ha sido abundantemente mostrado por la literatura (Löwy and Gaudellière 1998; Heilbron, van Helden, and Hankins 1992; Taub 2011 entre otros). Sin embargo, en el caso que nos ocupa esta dimensión resulta particularmente crucial (como lo es sin dudas en otros campos, pero no en todos), en la medida en que buena parte de los cambios sociales, organizativos y cognitivos se apoyan en la disponibilidad o en la introducción de nuevas configuraciones técnicas, ya sea el cambio de nivel de análisis que opera en los orígenes de la biología molecular,

¹ Hablamos aquí de “laboratorio” en sentido figurado, según los conceptos nativos, que lo equiparan a “colectivo de investigación”.

como en la incorporación de las tecnologías de información y comunicación (TICs) en el último período.

Finalmente, las dimensiones internacionales constituyen un aspecto de suma importancia para el análisis de la emergencia y dinámica de campos científicos. Este aspecto, que a menudo es poco observado en los análisis de la historia y la dinámica de la ciencia, es necesario para entender muchos de los procesos que se observan, los que no pueden reducirse a la mera consideración de dimensiones locales o “contextuales”. Así, como se ha mostrado en diferentes textos (Kreimer 2006; Beigel 2010) la trama de relaciones internacionales de las élites científicas en los países en desarrollo son un elemento fuertemente explicativo de la conformación de tradiciones locales de investigación, de factores que explican la innovación conceptual o metodológica, o la reproducción de los propios campos. Así, por ejemplo, conceptos tales como el de “integración subordinada” o de “ciencia hipernormal” y, más recientemente, la “división internacional del trabajo científico” (Kreimer 2006), resultan claves para comprender, al menos en parte, estos procesos.

Estas variables representan las dimensiones que más nítidamente exhiben transformaciones significativas a lo largo del desarrollo de biología molecular local. A su vez, las transformaciones en estas dimensiones se conjugan, naturalmente, con elementos históricos, institucionales y políticos más amplios que configuran la estructuración del campo. En resumen, hemos identificado las siguientes etapas en el desarrollo de este campo:

1. La biología molecular como campo emergente (1957-1962)
2. Vaciamiento y reemergencia de la biología molecular (1962-1983)
3. Institucionalización y tecnificación de la biología molecular (1983-1995)
4. Reconfiguración de la biología molecular. Biotecnología y genómica (1995-2015)

Aunque pueda resultar redundante en todo escrito que aborde la historia de la ciencia, debemos señalar que las fechas indicadas son más simbólicas y aproximadas que reales. Así, por ejemplo, el período señalado como “vacío” no oculta el hecho de que algunos grupos, en forma incipiente y fragmentaria, hayan realizado algunas investigaciones que, a posteriori, pueden ser incluidas dentro del campo de la biología molecular.

El primer período, como veremos, está fuertemente asociado a la creación de los primeros laboratorios que llevan el nombre de “biología

molecular” en el país (y en América Latina), en el entonces Instituto Malbrán de Buenos Aires, luego desmantelado en 1962. A esta etapa le sucede otra, durante la cual prácticamente no hubo investigaciones ni laboratorios activos dentro del campo. La producción de conocimientos comienza a reactivarse hacia comienzos de los años setenta, de la mano de investigadores que se dedican al estudio del tripanosoma cruzi, agente causal de la enfermedad de Chagas².

1. LA BIOLOGÍA MOLECULAR COMO CAMPO EMERGENTE (1957-1962)

Yo estaba obligado a presentarme como biólogo molecular porque, cuando me preguntaban qué hacía, yo estaba cansado de explicar que era una mezcla de cristalógrafo, biofísico, bioquímico y genetista, una explicación difícil de entender para mis interlocutores.
(Crick 1965).

La cita anterior muestra en qué medida el campo de la biología molecular era nuevo y escasamente estabilizado en los años siguientes al hecho científico clave (en el sentido de Latour and Woolgar 1979) que marcó el origen de la biología molecular: la publicación, por parte de James Watson y Francis Crick, del *paper* que daba cuenta de la estructura del ADN bajo la forma de la famosa doble hélice, publicado en la revista *Nature* en 1953. Naturalmente, este campo (como cualquier otro espacio social) fue construyendo su propia narrativa, “inventando su tradición” durante los años siguientes. Gunther Stent, físico alemán refugiado en los Estados Unidos durante la guerra, fue el encargado de establecer una versión canónica, compuesta por tres corrientes disciplinarias centrales:³

- Estructural: relacionada con la arquitectura de las moléculas biológicas, representada por Linus Pauling en CalTech, Max Perutz, en el Cavendish Laboratory en Cambridge; Rosalind Franklin y Maurice Wilkins en el King College de Londres. También en Cambridge, se encontraba Frederik Sanger;
- Bioquímica: relacionada con el cómo las moléculas biológicas interactúan en el metabolismo celular y en la herencia, cuyo re-

2 Como mostraremos más adelante, las investigaciones sobre *T. cruzi* articularon una parte importante de la biología molecular local durante las últimas cuatro décadas.

3 Como otras tantas historias, el establecimiento del origen de la biología molecular no estuvo exento de controversias y de luchas para establecer quienes fueron los legítimos fundadores del campo. Así, esta narrativa fue discutida: John Kendrew sostiene que Stent desconoce o minimiza la labor de la escuela de radiocristalografía de proteínas fundada por Bernal en Inglaterra (Kendrew 1967). Para un análisis de estas controversias véase Stent (1968), Abir-Am (1997; 1999) y Kreimer (2010).

presentante era el grupo francés compuesto por André Lwoff, François Jacob, Jacques Monod y Elie Wollman del Instituto Pasteur de París.

- Informativa: relacionada con la forma en que la información se transfiere de una generación de organismos a otra y en como esa información se traduce en moléculas biológicas. El enfoque fue desarrollado por el Phage Group con las figuras de Max Delbrück, Salvador Luria y Alfred Hershey.

Como vemos, la organización de este campo en el plano internacional estaba, hacia el fin de los años 50 del siglo pasado, en un proceso de conformación y de articulación de tradiciones disciplinarias bien diversas: física, cristalografía, bioquímica, genética. Ello iba conformando lo que Shinn (2000) describió como el pasaje de un régimen disciplinario a uno de transición: los campos originales convergen, en una primera etapa, en la redefinición de sus objetos, mientras que van abandonando los marcos institucionales de sus disciplinas de origen y van estableciendo las bases para un nuevo espacio temático-conceptual, metodológico y técnico. Según Shinn, los regímenes disciplinarios son relativamente fáciles de identificar, puesto que están radicados en departamentos universitarios o instituciones de investigación más o menos tradicionales, con espacios de identificación e interacción (y de legitimación, debemos agregar nosotros) bien delimitados. En cambio, los regímenes de transición obligan a los practicantes a salir de sus espacios tradicionales, para ir a buscar métodos, instrumentos o materiales en otros campos disciplinarios o institucionales. Pueden regresar luego a su propio campo, renovándolo, o bien avanzar hacia la conformación de campos disciplinarios nuevos, o bien hacia “comunidades de investigación técnica”. Parece útil analizar el desarrollo de la biología molecular como un régimen de transición que se va nutriendo de diferentes afluentes disciplinarios (genética, bioquímica, cristalografía orgánica, etc.) y, a medida que se van institucionalizando y estabilizando las prácticas o conformando un nuevo “dogma” (Stent 1968) o paradigma, se va conformando un nuevo campo disciplinar.

Aún si este campo está hoy no sólo muy firmemente establecido, sino que, en cierto sentido, se ha convertido en hegemónico en el amplio espacio de las ciencias de la vida, es conveniente no “naturalizar” su conformación: no deja de resultar sorprendente –y la historia de la ciencia no abunda en estos procesos– que espacios de investigación autónomos confluyan hacia una nueva unificación teórica y experimental. Como lo señala François Jacob, uno de sus precursores, “...la fisiología celular, la genética, la bioquímica, la virología, la microbiología se

fundieron en una disciplina común a la que se acuerda en llamar por el nombre de biología molecular.” Jacob (1975, p. 55). A ello se debe agregar, aspecto importante, que el nuevo campo incorporó técnicas que provenían de la física, como la ultracentrifugación, la electroforesis y las moléculas “marcadas” (Morange 1994).

Ese proceso continuó, *grosso modo*, hasta los años 60, ya que sólo había en el mundo un puñado de grupos que trabajaban en temas claramente inscriptos bajo la etiqueta de “biología molecular” y la expresión “biólogo molecular” no significaba aún la pertenencia a un campo determinado, sino más bien una innovación que pretendía designar un *híbrido* nuevo que todavía no podía ser identificado con claridad por parte de los actores implicados.

De hecho, el proceso de consolidación recién comienza en la segunda mitad de la década de 1960 cuando se produjo, según Morange, una “toma del poder” por parte de los biólogos moleculares, a través de la cual recibieron subsidios importantes en detrimento de otros campos, y también fueron tomando “el control de las revistas científicas, a través de la creación de revistas enteramente nuevas consagradas a la nueva ciencia, o por una modificación de las políticas editoriales de las antiguas. Y también el control de la enseñanza y la introducción de la biología molecular en los programas de estudio” (Morange 1994, 222)

* * *

En la Argentina la biología molecular tuvo su origen –temprano y accidentado– en 1957, cuando se crearon los primeros laboratorios en el entonces Instituto Nacional de Microbiología Dr. Malbrán, como consecuencia de un marco de modernización del antiguo Instituto Bacteriológico del Departamento Nacional de Higiene, y dentro de un proceso más amplio de renovación institucional que implicó, por entonces, la formación y renovación del “complejo institucional de ciencia y tecnología” en el país (Kreimer 1996; Feld 2014; Prego 2010). En efecto, mientras por esos años se creaba el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), y se reorganizaban los institutos de Tecnología Industrial (INTI), de Tecnología Agropecuaria (INTA) y la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Ignacio Pirotsky (quien era al mismo tiempo miembro del Directorio de CONICET) asumió la intervención del Instituto Malbrán.

Este Instituto, que había tenido un pasado muy “moderno” y donde habían trabajado importantes investigadores del campo de la bioquímica, como Rudolf Krause y Alfredo Sordelli, y que apuntaba a tener el dinamismo de un “Instituto Pasteur” o del Instituto Oswaldo Cruz en Río de Janeiro, se había ido quedando “adormecido” en

un conjunto de prácticas relativamente rutinarias, relacionados con la producción de sueros y vacunas y al control epidemiológico, y con un personal –mayormente bioquímicos– que trabajaba en forma parcial, compartida con otras tareas.

Pirosky, por su parte, había trabajado durante la década de 1940 en el Instituto Pasteur de París, en el laboratorio de André Lwoff, y cuando asumió la dirección del Malbrán tenía un ambicioso proyecto de modernización y de orientación a la investigación. Enseguida convocó a un amplio concurso para reclutar jóvenes investigadores, con personal full-time, en contraste con la organización tradicional de esta institución.⁴ Además se definió que el Instituto *debía ser un centro de capacitación técnica y de investigación científica* (Pirosky 1986: 33), y se estableció un sistema de becas externas para enviar a los estudiantes al extranjero.

A diferencia de lo que ocurrió en otros países, donde la biología molecular surgió del cruce de múltiples campos disciplinarios, su emergencia en la Argentina se debe en mayor medida a la existencia de una tradición muy fuerte en el campo de la investigación biomédica y bioquímica. Encarnada en la figura de Bernardo Houssay, junto con otros investigadores “pioneros”, la tradición continuó con discípulos como Luis Leloir, Juan Lewis, Eduardo Braun Menéndez, Ranwel Caputto, entre otros. Justamente, va a ser en el seno del instituto dirigido por Leloir donde se producirán, a mediados de la década del 70, la consolidación y la institucionalización de la investigación en biología y genética molecular como un campo disciplinario en la Argentina.

El reconocimiento internacional de Houssay y sus discípulos es un elemento fundamental para comprender la consolidación progresiva de esta escuela en la Argentina, la cual utilizaba su integración al campo científico como medio de consagración. Esto forma parte del llamado modelo de “internacionalización liberal”, donde el reconocimiento y el prestigio en el plano local eran altamente dependientes del reconocimiento internacional.

En el Instituto Malbrán se crearon, en 1957, los laboratorios de genética bacteriana, primeros pasos dentro de campo naciente. Vale la pena preguntarse cómo fue que, en un momento tan temprano, y cuando este nuevo campo no estaba aún institucionalizado en el plano internacional, se les ocurrió crear estos primeros laboratorios. La respuesta –al menos parcial– la podemos encontrar en la trama de

4 A través del concurso se incorporaron 90 profesionales. Cuando se mira retrospectivamente, impresiona la trayectoria que siguió la mayor parte de los jóvenes que se reclutaron en ese año: muchos de ellos son parte de las figuras más relevantes de la ciencia argentina (e internacional) de la segunda mitad del siglo XX.

relaciones internacionales de los protagonistas de la época: como señalamos, Ignacio Pirosky estaba vinculado y en permanente contacto con la llamada “escuela francesa”, del grupo dirigido por André Lwoff. Este grupo, integrado además por Jacques Monod y François Jacob obtendría el premio Nobel, en 1964, gracias a sus trabajos sobre el ARN mensajero. En la creación de este laboratorio fue crucial la invitación que le hizo Pirosky a André Lwoff para pasar un tiempo trabajando en Buenos Aires. Lwoff se excusó pero, en cambio, le pidió a Elie Wollman (antiguo compañero de Pirosky en París) que viajara por unos meses a Buenos Aires para colaborar con las primeras investigaciones y para establecer un programa de trabajo.

Allí se creó, también, la “División de biología molecular” (que luego englobaría a todos estos laboratorios), que estuvo liderada por César Milstein, y a la que luego se sumarían los laboratorios mencionados más arriba. Milstein se había formado en química en la Argentina y luego estuvo fuertemente ligado a la denominada tradición “estructural” o “inglesa” en biología molecular, gracias a sus trabajos en la Universidad de Cambridge, junto con Frederik Sanger. A Milstein lo acompañaban otros jóvenes investigadores, que luego serían muy importantes en el desarrollo de la disciplina, como Rosa Nagel y Juan Puig.⁵

Es muy importante notar que, de las tres fuertes tradiciones existentes en el mundo, dos de ellas, la inglesa o estructural a través de los contactos de Milstein, y la francesa o bioquímica, a través de Pirosky, estuvieron fuertemente presentes en la creación de los primeros laboratorios en la Argentina.

En el Instituto Malbrán dispusieron, además, la compra de importantes equipos de investigación, ya que el cambio en la orientación de las investigaciones venía acompañado de un cambio técnico sustantivo, y por lo tanto de la necesidad de nuevos instrumentos, por un valor aproximado de 150.000 dólares, lo que era una suma muy importante en ese tiempo.⁶ En efecto, la era de la *big science* había llegado a la investigación biomédica, y ya no resultaba posible trabajar como lo hacían los científicos “bricoleurs” que fabricaban sus propios equipos e instrumentos, o que trabajaban con equipos muy simples y de bajo costo.⁷

5 Los colaboradores de Milstein eran Noel Zwaig, Marta Pigretti, Celia de Milstein, Manuel Brenman, el becario Nazario Mahafud, y los tesisistas Horacio Farach, Teodoro Celis, Inda y Abel Issaly.

6 Entre los equipos que se compraron estaban autoclaves automáticos, centrífugas analíticas, electroforesis, resonancia paramagnética, espectrofotómetro, radioisótopos (Kreimer 2010).

7 Para un análisis de la emergencia de la “Big Science” en las ciencias de la vida, véase Gaudillière, 2001.

Sin embargo, en 1962, el entonces ministro de Salud Pública dispuso la intervención del Instituto Malbrán, desplazó a Pirotsky de la dirección y dio marcha atrás con la mayor parte de los cambios operados durante ese período. Ello se debió a la confluencia de diversos factores. Por un lado, desde el punto de vista político, y luego de sucesivas presiones militares, en 1962 se produjo un golpe de estado que derrocó al presidente Arturo Frondizi. Por otro lado, hizo eclosión un conflicto latente durante esos años, entre un modelo más sanitarista, centrado en el control epidemiológico frente a un modelo más “moderno” centrado en las actividades de investigación científica (que tenía explícitamente como modelo al Instituto Pasteur de París), acompañado de las designaciones full-time y de un nuevo perfil profesional. Sin embargo, este modelo fue siempre relativamente débil y no era compartido más que por los nuevos investigadores y fuertemente resistido por los profesionales tradicionales así como por las autoridades sanitarias, de quienes dependía. Así, la intervención política resolvió *de facto* en favor del regreso al modelo tradicional.

Como consecuencia de la intervención, la mayoría de los investigadores que habían ingresado en el concurso de 1957 renunciaron o fueron cesanteados. A ello debemos agregar que existía, por esos años, una segunda tensión, ya dentro del campo de investigación biomédica, entre modelos de investigación “tradicional” y “moderna”. Los primeros eran sostenidos por los líderes más prestigiosos de dicho campo en el país, Bernardo Houssay y Luis Leloir: a pesar de que ambos, junto con toda una generación de investigadores importantes, habían estado a la vanguardia de un proceso de modernización –sobre todo experimental– en el campo biomédico entre los años 20 y 50 del siglo pasado, éstos se encontraban, hacia los años 60 anclados en un modelo de investigación científica que ya resultaba “obsoleto”.

En efecto Leloir, referente fundamental de la bioquímica en la Argentina (junto con otros investigadores, como Alberto Sordelli) no estaba en condiciones de comprender la emergencia del nuevo campo. Podía percibir el importante cambio técnico que implicaba la naciente biología molecular, pero según él, no se trataba más que de un conjunto de “técnicas auxiliares” de la bioquímica, a la que seguían percibiendo como disciplina hegemónica dentro del vasto campo de la investigación biomédica. Así, no podía observar que el cambio técnico se acompañaba, además, de un cambio en el nivel de análisis y, sobre todo, en el objeto, lo que llevaría a toda una reformulación teórica del campo de las ciencias de la vida. De hecho, cuando Milstein renunció a la División de Biología Molecular en solidaridad con Pirotsky, fue a ver a Leloir, y le pidió incorporarse a la Fundación Campomar. Sin embargo, este se negó, diciéndole que no tenía espacio para incorporarlo en su instituto,

y le dio diversas evasivas donde daba a entender que no le interesaban los temas de la biología molecular.⁸ Para Leloir, la era de la hegemonía de la bioquímica estaba lejos de verse amenazada en los albores de los años sesenta.

El joven Milstein –y muchos integrantes de la “nueva generación”– quería enrolarse en las nuevas corrientes e implementar los cambios metodológicos y conceptuales que esto implicaba. Sin embargo, ante la falta de horizontes para la investigación en el país, decidió retornar a Inglaterra, donde se reincorporó al Laboratorio del MRC de Cambridge, donde trabajó el resto de su vida. Por sus trabajos sobre los anticuerpos monoclonales obtuvo el premio Nobel de Fisiología y Medicina, en 1984, compartido con el británico Niels K. Jerne y el alemán Georg Köhler.

2. VACIAMIENTO, REEMERGENCIA, E INSTITUCIONALIZACIÓN DE LA BIOLOGÍA MOLECULAR (1962-1983)

La corta experiencia de 5 años tuvo un final abrupto: luego del desmantelamiento de los laboratorios existentes en el Instituto Malbrán, la mayor parte de los investigadores que habían participado de la experiencia anterior emigraron al exterior o bien abandonaron las prácticas de investigación en biología molecular. Algunos se desplazaron a otras instituciones, aunque éstas ocupaban todavía un lugar relativamente “periférico” respecto del eje central de la tradición biomédica fundada por Houssay.

Un dato muy significativo refiere al hecho de que, como mencionamos, durante la intervención de Pirosky en el Instituto Malbrán se había comprado una importante cantidad de equipos novedosos, inexistentes hasta entonces en el país. Al cerrarse los laboratorios, estos aparatos fueron “amontonados” en una de las salas del Instituto, sin que nadie los utilizara hasta que, unos años más tarde, ya resultaban obsoletos y la institución se desprendió de ellos como “chatarra”.

La investigación en biología molecular –incluida la emigración de Milstein y de otros investigadores– cayó, pues, en un una suerte de vacío del cual sólo resurgirá una década más tarde, de la mano del retorno de investigadores que habían migrado al exterior y se habían familiarizado con los nuevos enfoques en la biología.⁹

⁸ Entrevista personal con César Milstein, Cambridge, Inglaterra, enero de 1999.

⁹ En un afán de justicia, debemos mencionar que durante este período hubo algunos intentos por conformar laboratorios en el campo de la biología molecular: el grupo de Genética Molecular dentro del Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA, dirigido por José L. Reissig (quien había pasado brevemente por la “Fundación Campomar”), y el grupo de biología molecular dirigido por Gabriel Favelukes en la entonces Facultad de Química y Farmacia de la Universidad Nacional de La Plata, acompañado por el entonces joven becario Oscar Grau. (Entrevistas personales con Reissig, Favelukes y Grau, entre septiembre y octubre de 1999).

El panorama se revierte hacia la primera mitad de la década de 1970, cuando la biología molecular en la Argentina atraviesa un doble proceso de transición antes de consolidarse como un campo de conocimiento autónomo, articulado en una delicada tensión entre la continuidad y el cambio. Esta transición, que tiene ahora como eje a la Fundación Campomar (hoy Fundación Instituto Leloir), se produce, en primer lugar, mediante la incorporación de grupos de investigación cuyas líneas de trabajo son percibidas como innovadoras, aún si se ajustan todavía dentro de los términos del “paradigma bioquímico”. Dicho de otro modo, como si se tratara, esta vez, de una “evolución normal” dentro del paradigma bioquímico antiguamente dominante.

El otro aspecto de la transición conlleva, sin embargo, rupturas más definidas respecto del paradigma bioquímico tradicional: incluye la innovación en técnicas y herramientas de manipulación del material biológico, pero, sobre todo, un marco conceptual novedoso que ya supone un nivel de conocimiento claramente distinto de la bioquímica anterior (y que excede la mera “agregación de líneas” de investigación). Los investigadores que encarnaron este proceso, en la segunda mitad de los años setenta, son aquellos que realizaron su formación en los laboratorios establecidos a comienzos de la década, que luego realizan posdoctorados en el exterior adquiriendo técnicas, conceptos y problemas de investigación que desarrollarán al regresar al país.

Debemos señalar que a lo largo de este período de quince años, la biología molecular experimentó en el plano internacional una serie de avances técnicos y conceptuales sumamente disruptivos pero, sobre todo, un fenomenal avance experimental: primeras secuencias de aminoácidos, aislamiento y purificación de los primeros genes de bacterias, pero también de organismos superiores, caracterización de ARN polimerasa (enzima que copia el ADN en ARN) entre otros trabajos sustantivos. Buena parte de estos desarrollos van a ser incorporados en nuestro país como parte de la “importación” de líneas de trabajo de los investigadores que retornan.

El primer grupo radicado en la Fundación Campomar dentro del nuevo campo fue el de Israel Algranati, que se orientaba al estudio de los “mecanismos de regulación”, o sea aquellos procesos que “aseguran a las distintas sustancias los niveles adecuados para mantener el funcionamiento óptimo de las células vivas”. Este grupo convivía con otros más tradicionales, como los que trabajaban sobre glicoproteínas o sobre hidratos de carbono (tema de trabajo del propio Leloir).

Al grupo inicial fundado por Algranati se plegaron luego nuevos grupos que también desempeñaron un papel importante en el establecimiento de la biología molecular en el país. Ello no parece haber sido una tarea sencilla, según comenta Armando Parodi (2014), otro de los

investigadores más activos en este campo: “Fue Algranati el que primero planteó la posibilidad de estudiar temáticas distintas a las iniciales. Este planteo fue apoyado por Leloir (y desaprobado por otros investigadores) y el hecho de que las investigaciones de Algranati fuesen exitosas determinó que otros siguiesen su ejemplo y que rápidamente el Instituto abarcara en sus estudios a campos muy diversos, diversidad ésta que se conserva actualmente”. Como vemos, en la década que había transcurrido, Leloir logró convencerse de la emergencia del nuevo campo, aunque aún había varios otros que aún lo resistían.

Uno de los otros fue el grupo liderado por José Mordoh, quien se había incorporado a la Fundación Campomar a finales de la década del setenta, luego de finalizar su postdoc junto a François Jacob en el Instituto Pasteur de París, y que trabajaba en el estudio de los mecanismos de multiplicación celular en células humanas normales y cancerosas.

El otro grupo del área era liderado por Héctor Torres quien, al igual que Algranati, se incorporó a Campomar a principios de la década del sesenta. En un principio trabajó en el estudio del metabolismo de los oligosacáridos y de las enzimas que hidrolizan el glucógeno en hígado. Pero a principios de la década del setenta formó su propio grupo dentro del área de mecanismos de regulación. El tema de investigación a lo largo de la década del setenta fue el estudio del mecanismo molecular de la acción de la insulina y la síntesis del AMP-cíclico.¹⁰

El caso de Héctor Torres es muy singular: es uno de los pocos científicos en la institución que conformaron su propio grupo sin haber realizado estudios posdoctorales en el exterior. Al igual que el grupo de Algranati, Torres mantuvo un enfoque que combinaba la bioquímica tradicional con la “nueva” biología molecular: investigaban procesos bioquímicos en la acción de la insulina en el nivel celular (que determinan diferentes niveles del metabolito denominado AMP-cíclico) buscando rastrear mecanismos moleculares. Uno de los medios elegidos para este estudio fue por Héctor Terenzi, quien había realizado el postdoc junto a Storck en Estados Unidos, durante la década del sesenta.

La adopción creciente del enfoque molecular del grupo se debió, por un lado, a la especialización externa de sus integrantes, mecanismo usual en la conformación de tradiciones científicas en la Argentina, y en los países periféricos en general (Kreimer 1998). En este sentido, se debe destacar que, en el año 1975, de los siete integrantes con los que contaba el grupo por entonces, cinco se encontraban realizando estudios

¹⁰ El grupo dirigido por Héctor Torres estaba compuesto por Mirtha Flawía, Héctor Terenzi, Eduardo de Robertis (h), Norberto Judewicz y Patricia Leoni. A partir de 1977, este grupo manifestó un fuerte crecimiento en el número de sus integrantes, incorporándose al mismo María Téllez Iñon, María Maggese, Gerardo Glikin, Alberto Kornblihtt, Luis Molina y Vedia y Juan Reig-Macia

en diversos centros del exterior. Por otro lado, el cambio también obedeció a la expresa preocupación de Torres por incorporar herramientas y técnicas de investigación “modernas”, en particular, aquellas técnicas derivadas del desarrollo de la ingeniería genética. La estrategia de especialización externa del equipo se mantuvo en los años siguientes y cada uno de estos últimos conformará, a su retorno, sus grupos respectivos, extendiendo, así, los alcances de esta tradición, como ha sido el mecanismo usual en este campo.¹¹

El grupo liderado por Torres es el de mayor importancia para explicar la consolidación de la disciplina en la Argentina, por tres razones:

- Por el número de investigadores de reconocimiento en el terreno de la biología molecular que se iniciaron bajo su dirección;
- Porque Torres fue el primero que tomó como objeto de sus investigaciones al *Tripanosoma cruzi*, parásito que es el agente causal de la enfermedad de Chagas;
- Por el hecho de que el programa de investigación desarrollado por Torres fue reconocido por el CONICET en 1981 como el primer programa de ingeniería genética y biología molecular del país.

Sobre la base de este programa, Torres creó en 1983 el primer instituto de investigaciones dedicado enteramente a la biología y genética molecular, INGEBI, como desprendimiento de la Fundación Campomar (Entrevista personal con Torres, Buenos Aires, noviembre de 2000).

Sobre la adopción del *T. cruzi* como objeto privilegiado, vale la pena señalar que ello tiene relación con las políticas públicas vinculadas al tratamiento de la enfermedad que pusieron, desde la década de 1950, a la investigación médica y científica como un recurso importante para abordar la lucha contra la enfermedad de Chagas (incluso se la definió como “problema nacional de salud”).¹² Desde los

11 María Teresa Téllez Iñon fue al Department of Pharmacology and Experimental Therapeutics, de la John Hopkins University y, a finales de la década del setenta partieron a realizar sus postdoc Norberto Judewicz en el Department of Molecular Biology, de la Waskington University; Gerardo Glikin al Department of Biology de la University of Rochester y Alberto Kornblihtt al Sr. William School of Pathology de la Oxford University en Inglaterra.

12 La relevancia de Chagas venía ya dada por sus características históricas y ecológicas. Esta enfermedad es endémica en el continente Americano y su incidencia se da desde el centro de la Argentina hasta el sur de los Estados Unidos. Hay distintas estimaciones para la cantidad de infectados en el mundo: entre siete y ocho millones por parte de las

años setenta y, sobre todo desde los ochenta, la biología molecular va a desplazar del centro de la escena a otras disciplinas en la investigación sobre esta enfermedad. Este proceso radica en las “promesas” que este campo anunciaba, primero en relación con la posible obtención de una vacuna y, luego, con el desarrollo de nuevas drogas y tratamientos (Kreimer y Zabala 2007; Kreimer y Zabala 2006). Podría decirse que, en esos primeros años, la biología molecular y el *T. cruzi* se van “coproduciendo” mutuamente (en el sentido de Jasanoff 2004), ya que este parásito fue el modelo por excelencia para algunos de los investigadores más relevantes de este campo, y que marcarán el proceso de institucionalización de la disciplina (Kreimer 2015). Mientras que los biólogos moleculares ofrecían los mecanismos fortalecer a la enfermedad de Chagas como problema público, construido como problema que podía abordarse en el nivel del ADN, el estudio del *T. cruzi* les ofrecía un modelo que les permitió no solo realizar avances sustantivos en el conocimiento –por ejemplo, de la regulación de las expresión genética–, sino también vinculase con redes internacionales prestigiosas, como veremos en el apartado siguiente.

Para que el estudio de *T. cruzi* acaparase más aún la atención de los grupos de biología molecular y pudiese, al mismo tiempo, comenzar a atraer recursos internacionales –por ejemplo, el apoyo del Programa Especial para Investigación y Entrenamiento en Enfermedades Tropicales (TDR) de la Organización Mundial de la Salud a partir de 1975–, los objetivos “estratégicos” de la investigación debieron plantearse en un lenguaje ambiguo: es decir, por un lado, ofreciendo la posibilidad futura de desarrollar tratamientos médicos como nuevos medicamentos o vacunas; por el otro, adhiriendo a los estándares “universales” (es decir, centrales) de producción de conocimientos científicos de base para la biología.

Por otro lado, la etapa abierta en la década de 1970 representa bien el proceso de “integración subordinada” (Kreimer 1998), caracterizado, entre otras cosas, por el hecho de que los investigadores con fuertes vínculos en el extranjero (donde la mayoría realizó su postdoc) replican conceptos y prácticas del *mainstream* científico.

En efecto, los grupos más integrados en las redes internacio-

estimaciones más optimistas, aunque otras hablan de más de 20. El grueso de los enfermos son pobres rurales. Luego del contagio y durante un tiempo variable, la enfermedad se manifiesta en una fase aguda de etiología infecciosa y pasa a una fase crónica de naturaleza autoinmune. Sus síntomas muchas veces tardan en ser detectados o se solapan con padecimientos relacionados con condiciones de vida desfavorables. Este carácter “invisible” de la enfermedad, sumado al escaso poder de articulación política y de poder de compra de las poblaciones que lo sufren, hacen que la OMS halla catalogado a Chagas como la “más negada de las enfermedades negadas.” (Porrás et al., 2015; WHO, 2012).

nales son con frecuencia también los más prestigiosos en el seno de las instituciones locales. Tienen el poder de determinar la orientación tanto en el plano institucional –las políticas– como en las intervenciones informales, que influyen sobre las agendas, las líneas de investigación prioritarias y los métodos más adecuados. Existe, para esos investigadores, un círculo virtuoso: su prestigio local “de base” les permite establecer vínculos con sus colegas de centros de investigación internacional; y luego, la participación en las redes mundiales (y el reconocimiento externo) hace crecer de un modo decisivo su prestigio –y poder– local.

Como resultado de esta modalidad de relación, los grupos más integrados tienden a desarrollar actividades rutinarias: controles, pruebas tests, de conocimientos que ya han sido bien establecidos por los equipos que asuman la coordinación en las redes internacionales (Kreimer 2006). Ello acarrea una consecuencia importante para la “ciencia periférica”: la definición de las agendas de investigación se hace a menudo en el seno de los grupos centrales y es luego adoptada por los equipos satélites, como una condición necesaria a una integración de tipo complementaria. Pero esas agendas responden, en general, a los intereses sociales, cognitivos y económicos de los grupos e instituciones dominantes en los países más desarrollados.

3. INSTITUCIONALIZACIÓN Y TECNIFICACIÓN DE LA BIOLOGÍA MOLECULAR (1983-1995)

Hasta los años ochenta existían aún escasos grupos de trabajo que utilizaban las técnicas más recientes de ingeniería genética. Además del grupo de Torres, tuvo mucha relevancia el equipo de Andrés Stoppani en el Centro de Estudios Bioenergéticos, que trabajaba sobre ADN nuclear y cinetoplástico de tripanosomas, incorporando nuevas técnicas, en particular las de secuenciamiento. Ello se produjo gracias al regreso de Carlos Frasch, uno de los discípulos de Stoppani, de sus estudios de postdoctorado en Holanda, quien algunos años después habría de incorporarse a la Fundación Campomar. Otro grupo que comienza a abordar estas problemáticas fue el de José La Torre en el Centro de Virología Animal (CEVAN), en donde investigaban sobre el virus de la aftosa.

Por otra parte, los integrantes del grupo formado por Favellukes en la Universidad de La Plata, que durante el régimen militar de 1976 se habían visto forzados a abandonar la Universidad, se reincorporaron con el retorno de la democracia en 1983. Durante esos años, se fueron orientando hacia la biología y genética molecular de plantas. Poco después, este grupo conformó el Instituto de Bioquí-

mica y Biología Molecular en la Facultad de Ciencias Exactas de La Plata, y tuvieron también una participación activa en la promoción de la biología molecular en el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

Hacia el final de los años ochenta el panorama se complejiza, y los laboratorios dedicados a la biología molecular se van multiplicando con el impulso que implicó la recuperación de la democracia, acompañado de una modernización de las instancias de políticas científicas, la normalización del CONICET y otras instituciones, y el regreso de investigadores del exterior. Ya en la década de 1990 Armando Parodi, discípulo de Leloir, formó junto con Carlos Frasch, Rodolfo Ugalde, Juan José Cazzulo y Oscar Campetella, el Instituto de Investigaciones Biotecnológicas de la recientemente creada Universidad Nacional de General San Martín, con un convenio con el CONICET. Todos ellos, menos Ugalde, se habían iniciado, a mediados de la década del setenta, bajo la dirección de Andrés Stoppani en la Facultad de Medicina, y se fueron incorporando sucesivamente a la entonces Fundación Campomar, hoy Instituto de Investigaciones Luis F. Leloir.

Mientras que en los países más avanzados la biología molecular va reconfigurando el conjunto de las ciencias de la vida ("molecularización" de la biología, pero también de otros campos), en la Argentina se verifica, durante estos años, la emergencia de nuevas líneas de investigación en biología molecular en diversas instituciones, que derivan de las líneas tradicionales, y que se corresponden con el peso creciente de la biología molecular en el escenario internacional. Este hecho es importante, porque traspasa las barreras entre las diferentes disciplinas que componen las ciencias biológicas, generando un verdadero régimen "transitorio", según la mencionada clasificación de Shinn (2000), y avanzando luego hacia la conformación de un nuevo régimen disciplinario, si se toma en cuenta sólo a la biología molecular, o de comunidad tecnológica, si se incorpora a la biotecnología en el análisis. Este mismo fenómeno se produce en otros institutos de investigación pertenecientes al ámbito biomédico, como el IBYME (Instituto de Biología y Medicina Experimental, fundado por el propio Houssay), donde existen desde entonces diversas líneas que se apoyan en la biología y genética molecular e ingeniería genética, como las dirigidas por Alberto Baldi (oncología molecular), Lino Barañao (biotecnología aplicada a la reproducción animal), Eduardo Charreau (endocrinología molecular) y Omar Pignataro (endocrinología molecular y transducción de señales). Del mismo modo, se puede encontrar un número significativo de grupos de investigación pertenecientes al

ámbito universitario en las diferentes Facultades de Ciencias Exactas, y en muchos otros espacios institucionales.

4. RECONFIGURACIÓN DE LA BIOLOGÍA MOLECULAR. BIOTECNOLOGÍA Y GENÓMICA (1990-2015)

Como señalamos, la investigación sobre *T. cruzi* es un aspecto muy importante en el desarrollo de la biología molecular en la Argentina, una verdadera coproducción de objeto y campo disciplinario a lo largo de varias décadas (Kreimer, 2015). De hecho, la investigación sobre este tema estuvo en el eje de un cambio importante generado desde los años noventa, cuya manifestación es el Programa para el secuenciamiento del genoma de *T. cruzi*, realizado por diversos laboratorios internacionales. Se cristalizó allí una mayor tecnificación (difusión de secuenciadores automáticos, escaneo y lectura digital, etc.), al tiempo que seguían ciertas continuidades con la investigación más “tradicional”.

Esta nueva etapa en el desarrollo del conocimiento científico no afectó, por cierto, sólo a la biología molecular, sino a la mayor parte de los campos del conocimiento, y sus rasgos principales pueden resumirse en:

- Aumento de la complejidad –y de la dependencia– de los equipamientos en casi todos los campos del conocimiento;
- Frente al laboratorio tradicional, emerge en forma paralela (es decir, sin abandonar la anterior) un cambio de grado en la unidad y en la organización de los problemas a investigar, algunos de los cuales son, ahora más frecuentemente, abordados por "grupos de grupos" o redes de las que participa un número creciente de investigadores;
- Como consecuencia de lo anterior, los costos de de la investigación tienden a crecer –y a menudo son solventadas por consorcios, tanto públicos como en asociaciones público-privado–, aunque también hay procesos e insumos de investigación que continúan industrializándose y reducen exponencialmente algunos costos tradicionalmente altos, como por ejemplo, el secuenciamiento de material genético;
- Cambios en las políticas de ciencia y tecnología de los países más avanzados, organizadas en zonas o áreas de influencia, que promueven redes globales con investigadores de países periféricos: los Estados Unidos, el Espacio Europeo del Conocimiento (ERA, por sus siglas en inglés), más la fuerte emergencia de China en los últimos años;

- Uso intensivo de las tecnologías de información y comunicación (TICs) que permiten interacciones y vínculos remotos en forma virtual y en tiempo real, con intercambios y acumulación crecientes de información en bases compartidas (abiertas o cerradas).

Es en este marco que debemos comentar el proyecto de secuenciamiento del genoma del *T. cruzi* (desarrollado entre 1994 y 2005), apoyado por el Programa Especial para Investigación y Entrenamiento en Enfermedades Tropicales (TDR) de la Organización Mundial de la Salud y el Programa CYTED, entre otros. Este proyecto operó como un verdadero indicador en el cambio producido en el desarrollo del campo de la biología molecular latinoamericana, no tanto por sus hallazgos o aportes a la intervención sobre la enfermedad, sino porque muestra las nuevas configuraciones de la investigación.

Históricamente, la generación del proyecto del genoma *T. cruzi* sucede a la posibilidad de generar un mapa físico del genoma humano. Allí, herramientas y abordajes apenas emergentes hacia fines de los años 80 y principios de los 90 –la bioinformática y la genómica– jugaron un rol fundamental en la redefinición del campo, si bien no gozaron del mismo grado de protagonismo que tuvieron en otras partes del mundo.

Aunque aún es motivo de discusión, los resultados del proyecto de secuenciamiento del genoma del *T. cruzi* (PGTc), como también ocurrió con el del genoma humano (PGH), quedaron lejos de las promesas realizadas: es decir, como fuentes de nuevos abordajes y de expectativas sobre la generación de tratamientos para la enfermedad, tales como vacunas, técnicas de diagnósticos o medicamentos. Siguiendo la literatura sobre el genoma humano, así como las entrevistas que realizamos con los actores vinculados al PGTc, esta sobredimensión en las expectativas provino de suponer una lógica de conjunto o nivel emergente en totalidad de los datos genómicos (McKusick and Ruddle 1987), así como de subestimar los tiempos que requiere la materialización en resultados aplicables concretos. Sin embargo, ambos muestran una forma emergente en la organización del trabajo científico, que incluye una división del trabajo más extendida en torno a las bases de datos genómicas. En el caso del PGTc, lo que aparece puesto de relieve en la presentación del proyecto son las características técnicas del proyecto antes que la relevancia social de la cuestión (v.g., El-Sayed et al. 2005; Ferrari 1997).

* * *

EL PAPEL DE LOS CAMBIOS TÉCNICOS EN LA RECONFIGURACIÓN DE LA BIOLOGÍA COLECULAR: ¿NUEVOS CAMPOS EMERGENTES O MUTACIONES DENTRO DEL PROPIO CAMPO?

Para hablar del papel de los cambios técnicos en la reconfiguración del campo local de la biología molecular, es necesario repasar cuáles fueron éstos, y por qué cambiaron más ampliamente la organización social e intelectual de la biología durante las décadas de 1970 y 1990. Durante este lapso de tiempo, la biología molecular ya había sido dada por muerta al menos dos veces. La primera vez fue en 1968, cuando Gunther Stent publicó el artículo “That was the molecular biology that was”; la segunda, en el artículo “Towards a paradigm shift in Molecular Biology,” de Walter Gilbert, publicado en 1991.¹³ Ambos, que habían sido actores centrales de este campo, habían visto a la biología molecular sumergiéndose en la cotidianidad técnica en los distintos momentos a los que fueron contemporáneos y, junto con ello, en la obsolescencia intelectual y disciplinar. Morange (1994), por su parte, llamó a este áspero tránsito durante la década de 1970 la “travesía del desierto.” Así, más allá de su tono dramático, los diagnósticos tienen en común la preocupación por el agotamiento de las bases intelectuales e institucionales de la biología molecular. Y tienen en común, también, que aquellos ciclos de agotamiento y posterior reemergencia estuvieron fuertemente atados a los cambios técnicos introducidos en la investigación biológica desde mediados de los años setenta.

Aunque posteriormente la literatura ha expuesto diferentes perspectivas sobre estos procesos de agotamiento y cambio, hay una coincidencia bastante extendida acerca de cuáles fueron aquellos, particularmente, sobre los que se modificaron los fundamentos de la investigación biológica desde fines de los años setenta: de un lado, se encuentran las técnicas de intervención del material biológico y, del otro, las herramientas informáticas. Ambos desempeñaron un rol en la emergencia de lo que posteriormente se llamó *discurso informacional* y en la reestructuración *efectiva* de los marcos organizacionales y cognitivos de la biología; aun así, aquí no interpretamos a estas técnicas como un elemento que determine al campo, sino que participó en su

13 “Las primeras tentativas de escribir la historia de una disciplina científica,” escribía Stent, “suelen presagiar su inminente senescencia.” (Stent 1968, 390). En el caso de la biología molecular, el ocaso se plasmaba a través de los ensayos autobiográficos de *Phage and the Origins of Molecular Biology* (publicados en 1967), donde sus autores definían retrospectivamente los orígenes del “nuevo” campo. Para Stent, este era el momento exacto en el cual la biología molecular dejaba ya de ser una vanguardia y se disolvía una vez más en la cotidianidad de la práctica biológica tradicional y la bioquímica. Gilbert (1991), premio Nobel de química en 1980 y pionero de la secuenciación automática de ADN, fue mucho más directo. El resumen de su artículo sentenciaba: “...la biología molecular ha muerto –¡que viva la biología molecular!”.

coproducción y que dio lugar a resultados contingentes según los contextos históricos donde se desplegaron.

Por cambios técnicos nos referimos de manera deliberadamente vaga a una sucesión de innovaciones en los *objetos técnicos* que empezaron a constituir la vida experimental y teórica de la investigación biológica a partir de mediados de la década de 1970 en los países centrales, y sobre los cuales se entrelazaron cambios cognitivos y de organización social. Podemos reducir las innovaciones a dos grandes conjuntos: el primero incluye innovaciones en las técnicas de manipulación de material biológico, como los métodos basados en ADN recombinante, la utilización de marcadores moleculares, o la copia de secuencias a través de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR). El segundo comprende a los procesos complejos de codificación de material biológico en la forma de datos y a las herramientas dedicadas a procesarlos. Incluye, sobre todo, al software bioinformático, las bases genómicas y, de modo más general, a las tecnologías digitales.

Lo importante del primer conjunto de técnicas es que habilitaron la intervención del objeto biológico en el nivel de los elementos individuales del material genético, dando sustento a las prácticas experimentales y a la continuación de investigaciones *desde* la biología molecular, sin tener que subsumirse o retrotraerse a los marcos institucionales y cognitivos que aún pretendía acaparar la bioquímica (Fox Keller 2003). Sin embargo, mientras que hasta la década de 1980 estas técnicas constituían los procesos del trabajo científico más calificados dentro de la práctica del laboratorio, hacia los años noventa las técnicas de manipulación comenzaron a estandarizarse y a volverse fácilmente disponibles a través de la oferta de kits comerciales. Este proceso de industrialización de técnicas representaba para muchos un problema. Gilbert, por caso, temía que transformasen a la biología molecular de entonces en una *tecnología* más que en una *ciencia*: esto es, una “biología molecular de bolsillo” que podía ser practicada “leyendo un libro de recetas o comprando un kit.” (Stevens 2013, 4).

La difusión de estas técnicas en las décadas de 1980 y 1990 fue solidaria con un segundo proceso que reforzó la idea del agotamiento en la biología molecular: a saber, la *inscripción* y posterior *movilización* del material biológico en la forma de datos. Por ponerlo del modo más sintético, inscribir significa convertir materia y energía en algo escrito: en este caso, la inscripción incluía de la manipulación del material biológico al nivel de las unidades individuales del material genético, y su posterior migración en la forma de datos numéricos. El *secuenciamiento* representa un ejemplo

bastante paradigmático de inscripción: determinar el orden de los componentes individuales en las moléculas en el material genético de una célula (los nucleótidos que componen el ADN), y posteriormente representarlos gráfica o textualmente como una secuencia de datos discretos. A partir de 1977, este proceso podía realizarse de manera relativamente automatizada y con la transcripción de los datos hacia el lenguaje digital de las computadoras. A partir de entonces, la acumulación de datos de investigación comenzó a incrementarse exponencialmente, y los costos de secuenciamiento pasaron a disminuir con una ratio similar (Wetterstrand 2015).

Naturalmente, los procesos de inscripción no son una novedad que haya inaugurado la biología molecular.¹⁴ Sin embargo, con la masificación de las técnicas moleculares en los laboratorios, el proceso de inscripción y posterior manipulación de datos pasó a ser visto como una cuestión problemática para la práctica y la organización de la biología. Aquí podemos dar dos razones para que ocurriese esto: la primera proviene de la difusión e industrialización de las técnicas de secuenciamiento, que al igual que con el conjunto anterior (las técnicas de manipulación), desataron polémicas derivadas de la oposición percibida entre la biología molecular como ciencia y como técnica, respectivamente (Gilbert 1991; Lenoir 1999; Kaufmann 2004; Fox Keller 2003). La segunda razón fue la “ola” de datos que se generó con la difusión de estas técnicas: con la posibilidad de inscribir estas secuencias relativamente rápido, barato y fácil, los laboratorios de biología molecular se encontraban lidiando con masas de datos que se encontraban en varios órdenes de magnitud por encima de las que creían poder manejar.

En cualquier caso, el problema de la *cantidad* de datos era también un problema cualitativo: ¿cómo administrar la nueva ola de datos? ¿cómo “generar sentido” a partir de ella para formular y responder a los problemas de la biología? ¿quién era aquel que podía lidiar con ella y qué destrezas debía poseer? ¿seguiría siendo el biólogo? Y si no, ¿cómo se relacionaría con aquél? La respuesta a estas preguntas muchas veces recayó en las ciencias de la computación y en la ingeniería del conocimiento; sin embargo, el tránsito no fue fácil, y menos aún directo.

Los trabajos de Hallam Stevens y Miguel García-Sancho (en el caso de la historia de la bioinformática) o los de Stephen Hilgar-

14 El concepto de inscripción fue inspirado en la idea de *grafema*, esbozada originalmente por Jacques Derrida, y luego retomado por Latour (Latour & Woolgar, 1979; Latour, 1987), Lenoir (1998; 2000) y Rheinberger (1998; 1997; 2010), sobre todo para el caso de la biología molecular.

ter y Alain Kaufmann (sobre las iniciativas de secuenciamiento del genoma humano) han dado cuenta detalladamente de estas dificultades, a saber: el intercambio entre los mundos de las culturas biológicas y de la informática, el conflicto, los modelos de coordinación del trabajo en redes de laboratorio, las pujas por la publicidad o privacidad de los resultados, la especulación y la competencia del científico y de su dominio. El intercambio y los conflictos entre el dominio de la biología, por un lado, y la representación y resolución de sus problemas en términos de datos y de información, por el otro, es el aspecto que más nos interesa para leer, más adelante, la reconfiguración del campo en el contexto de la biología molecular argentina y las amenazas a sus pretensiones de autonomía durante esta última etapa.

Hasta la década de 1980, en los Estados Unidos y en Europa, la introducción de herramientas informáticas en la investigación biológica se había basado, más que nada, en la adaptación que realizaban los propios biólogos sobre las tecnologías ya existentes. Esta dinámica comenzó a modificarse en la segunda mitad de los años setenta, cuando la resolución de los problemas propios de la biología pasó a ser concebida como pertinente para la resolución de problemas en computación y *viceversa*. El mundo de la información y el mundo de la biología comenzaron así a intervenir mutuamente a través de la circulación de actores y de intercambios en *espacios de convergencia ad hoc*, intercambios que no estuvieron exentos de tensiones ni de conflictos (Chow-White and García-Sancho 2011; García-Sancho 2011; Stevens 2013). Sin embargo, a partir de esta etapa, los cruces entre la biología molecular y la información fueron también leídos (o deliberadamente propuestos) como un proceso lineal e inevitable, a través del cual la biología molecular devenía una *ciencia de la información*, proceso al que debía entregarse por completo para asegurar su propia subsistencia frente a los demás campos que todavía forcejeaban por solaparla. Esta idea, sustentada en un *discurso informacional* (la idea de que la naturaleza de los procesos biológicos puede interpretarse e intervenir *como* información) y justificada en las distintas coyunturas del agotamiento descritas antes, operó como idea-fuerza entre los actores y espacios centrales de la biología, y ejerció una influencia significativa en la orientación de grandes programas de investigación y en la definición de políticas relativas a las ciencias biológicas en general (Lenoir 1999; Gilbert 1991; Zukerfeld 2010, vol. 2; Fox Keller 2002).

EL DISCURSO INFORMACIONAL Y LA GENÓMICA COMO DIFERENCIACIÓN EN EL CAMPO

El discurso informacional operó como una guía discursiva para generar propuestas disciplinares, dirigir ambiciosos programas de investigación hacia la informatización y movilizar enormes masas de recursos al servicio de iniciativas globales (Fox Keller 2002; Chow-White and García-Sancho 2011; Hilgartner 1995). Uno de los ejemplos más claros de la cristalización de esas expectativas fue la emergencia de la genómica y su posterior conexión con la concepción y desarrollo del proyecto genoma humano, ya mencionado.

La *genómica*, por caso, apareció definida en la revista del mismo nombre, publicada en 1987: sus proponentes la describían allí como “un matrimonio de la biología molecular y celular con la genética clásica... promovido por las ciencias de la computación.” El propósito de esta nueva disciplina, escribían, era a mapear todos los genes expresados de un organismo más allá de su función, a modo de obtener una “piedra de roseta” a través de la cual interpretar los mecanismos genéticos de las enfermedades y del desarrollo. Esta misma visión acompañó algunos años después al PGH, planteando el advenimiento del pasaje desde una modalidad “reactiva” de la medicina (es decir, que cura al paciente una vez enfermo) hacia una modalidad “preventiva” (a través del diagnóstico y posterior intervención de los genes defectuosos) (McKusick and Ruddle 1987, 1–2).

Si bien desde la última década el rol “emancipador” o determinante de la genómica para con el campo de la biología en su conjunto pasó a ser contestado, en la actualidad prevalece cierta diferenciación “disciplinar” entre las áreas de la genómica y de la bioinformática, por un lado, y una biología experimental de corte más “tradicional,” por el otro, diferenciación que se expresa en perfiles profesionales (formación), prácticas (división del trabajo en la investigación), culturas y manifestaciones institucionales relativamente definidas. En los países centrales, sobre todo, esta diferenciación disciplinar y sus expresiones en *estilos de trabajo* propios son más patentes y se refuerzan mutuamente (Vos, Horstman, and Penders 2008; Hine 2006; Hilgartner 2004; cf. Buta and Sued 2010; Stevens 2013).

Así, en términos institucionales, las dinámicas de interacción y circulación entre la información y la biología dentro de espacios comunes, adquieren una expresión más estable hacia 1988.¹⁵ Es a partir de

15 El significativo *bioinformática* data de 1986-1987 y puede definirse genéricamente como el desarrollo de algoritmos computacionales y software dedicados al procesamiento, almacenamiento, ordenamiento y análisis de datos biológicos. La primera expresión institucional aparece con la formación del Departamento de Biocomputación en el Laboratorio Europeo de Biología Molecular, a la cual García Sancho (2011) interpreta como una estabilización de la circulación de actores, prácticas y materiales entre diferentes mundos académicos y no académicos.

este punto que se vuelve posible pensar en la bioinformática y en la genómica como un entramado de actores y de prácticas con pretensiones de autonomía o de demarcación disciplinaria propia. El desarrollo casi concomitante del PGH a lo largo de la década de 1990 ayudó a que estos campos, apenas emergentes, acrecentaran su importancia simbólica, su capacidad de establecerse institucionalmente, y tuviesen un peso propio mayor en su rol estructurante de la biología como ciencia atada a los datos y a las herramientas digitales (Stevens 2013; Chow-White and García-Sancho 2011; Fox Keller 2003; Lenoir 1999)

* * *

EL DESPLIEGUE DE LOS CAMBIOS EN EL PLANO LOCAL

Nos interesa ubicar las transformaciones que mencionamos en estos nuevos espacios de conocimientos y de prácticas en la Argentina, para comprender su papel frente al campo ya fuertemente estructurado (y casi hegemónico) de la biología molecular. Para ello seguimos la perspectiva que entiende a la genómica y a la bioinformática como resultados de *procesos de coproducción*, es decir, como espacios donde el mundo de la información se vincula bidireccionalmente con el de la vida y da lugar a resultados contingentes según los contextos particulares en donde se desarrolla. Jasanoff (2004) desarrolló la idea de coproducción para analizar los imbricamientos entre ciencia, tecnología y poder. Aquí nuestra ambición es más limitada y retomamos la propuesta –ya plasmada en trabajos sobre la informatización en la biología– para distanciarnos de lecturas históricas deterministas (sociales, políticas o tecnológicas) así como de esquemas relativistas, dentro de los cuáles poco importa la lectura de procesos históricos e institucionales más amplios. Jasanoff plantea cuatro vías de acceso fundamentales para seguir un análisis en el “lenguaje” de la coproducción; nosotros nos basamos fuertemente en el análisis de tres: las instituciones, los discursos y las representaciones. Excluyendo aquí las identidades, estas vías de acceso ofrecen una mirada profunda a la forma en que se realizan las relaciones entre las tradiciones instituidas de la biología molecular y los cambios y continuidades que llegan en las últimas décadas con el influjo de la genómica, la bioinformática y los proyectos de secuenciamiento, incluyendo sus particularidades, diferencias, y contingencias así como sus vinculaciones con otros contextos.¹⁶

¹⁶ Es posible que esto se deba al tratamiento de objetos relativamente menos controversiales en el campo, como sí ocurre más en el campo de la biotecnología, o como lo fue el genoma humano en diversos campos incluyendo al de la biología molecular.

En el caso de la biología molecular Argentina, el contexto está marcado por la señalada preeminencia de la tradición biomédica y por el foco en el abordaje experimental reduccionista que encarnaron figuras como Leloir o Houssay, pero que se expresan también en trayectorias científicas y entramados institucionales típicos que subsisten a pesar de las transformaciones estructurales y de la renovación de las prácticas y de los actores constitutivos del campo (Kreimer 2010). En primer lugar, consideramos que a pesar de las rupturas cognitivas y organizacionales que empiezan a introducirse hacia fines de la década de 1970 y principios de 1980, muchos aspectos de la tradición biomédica local dificultan el desarrollo de la biología computacional (anclada en la bioinformática y/o en la genómica) como un campo disciplinar o institucional propio.

Por otra parte, cuando las herramientas bioinformáticas y los enfoques genómicos ingresaron en la investigación biológica y genética local, lo hicieron con una dinámica diferente a la que recorrían entonces los países centrales, debido a que fueron los mismos biólogos moleculares quienes tomaron contacto con estas nuevas herramientas y métodos, para luego introducirlos en sus propias investigaciones. Esta práctica sigue en buena medida hasta la actualidad. Bassi, González y Parisi (2007), por ejemplo, identificaron el desarrollo y crecimiento de estos campos con distintos proyectos de secuenciamiento de genomas de organismos. Aún hoy, la bioinformática y la genómica tienen una importancia especial en las investigaciones del campo sobre la enfermedad de Chagas, debido a los resultados del mencionado proyecto de secuenciamiento del genoma completo del *T. cruzi*. En efecto, varios de los investigadores argentinos que participaron de esta empresa tuvieron un rol fundamental en la posterior difusión e implementación de abordajes y técnicas genómicas en las instituciones de ciencia y tecnología del país, aunque mantuvieron su rol más “tradicional” como biólogos moleculares.¹⁷

El ingreso de la bioinformática y sus cruces con la biología molecular en Argentina también son, en algún punto, accidentados. El primer laboratorio en llevar el significativo *bioinformática* se encuentra en el Instituto de Investigaciones Biotecnológicas de la Universidad Nacional de San Martín desde mediados de la década de 2000. Fernán Agüero, quien dirige el Laboratorio de Genómica y

17 Del mismo modo, no es infrecuente que los principales laboratorios de biología molecular dedicados a Chagas utilicen intensivamente herramientas y abordajes computacionales sin que esto haya modificado de manera radical el perfil de sus integrantes como biólogos moleculares o la formulación de sus proyectos.

Bioinformática desde 2006, había adquirido su formación en bioinformática en 1999, cuando fue a realizar un curso a Suecia antes de volcarse a la investigación sobre *T. cruzi*. Según Agüero:

...no fue parte de mi tesis, comencé a formarme en bioinformática. Eso fue en el año 1999. El principal problema que yo tenía con mi tesis doctoral es que el organismo que yo trabajo no es un organismo que se puede cultivar en el laboratorio... hay que sí o sí sacarlo de animales infectados. En este caso era de vacas, o de ovejas... no de humanos (...) los frigoríficos empezaban a cerrar, cerraban frigoríficos uno atrás del otro, y nos íbamos quedando sin material biológico.... Entonces, bueno, no tenía material biológico para trabajar así que me fui a hacer el curso de bioinformática a Suecia... hasta que apareciera material (...) Después, rastreando, me encontré con que Ghiringhelli dictaba *algo*, un curso, una materia... en ese momento no estaba enterado yo (entrevista con Fernán Agüero, mayo de 2013).

No es que las herramientas y los conocimientos en bioinformática fuesen inexistentes en la Argentina: desde sus comienzos, en 1993, el propio PGTc había requerido del diseño y puesta en funcionamiento de recursos informáticos para poder almacenar, analizar y ordenar las secuencias que componen el genoma del organismo. Este desarrollo fue liderado, en parte, por Mariano Levin, del Instituto de Genética y Biología Molecular (INGEBI), en coordinación con el Centro de Estudios del Polimorfismo Humano en París (ligado también al secuenciamiento del genoma humano) y con investigadores de otros seis países y en coordinación con la red CYTED. Por otra parte, como menciona Agüero, Daniel Ghiringhelli ya había estado involucrado en los primeros acercamientos formales en el país a las bases genómicas: en 1993 participó junto a Oscar Grau en la Universidad Nacional de La Plata en el montaje de un nodo (el primero fuera de Europa) que proporcionaba acceso a las bases de datos del Laboratorio Europeo de Biología Molecular (EMBL).¹⁸ Más tarde, Ghiringhelli se vinculó con la primera expresión académica formal de la bioinformática con el dictado de la materia dentro de la carrera de biotecnología en la Universidad Nacional de Quilmes en 1999.¹⁹

18 Como señalamos más arriba Grau, discípulo de Favelukes (de la misma generación que Milstein), fue uno de los protagonistas del “renacimiento” de la biología molecular, hacia el fin de los años 60 y comienzos de los años 70 (Kreimer, 2010).

19 La Licenciatura en bioinformática aparece recién en 2006 en la Universidad Nacional de Entre Ríos. En 2011 egresó la primera titulada en bioinformática del país.

Agüero, por otra parte, fue coautor del primer artículo sobre el secuenciamiento del ADN de *T. cruzi*, publicado en 2000 en la revista *Genome Research* (Agüero et al. 2000).

El momento en el que se empiezan a dar estas incorporaciones es sumamente significativo por al menos tres razones: en primer lugar, antes de la provisión de conexiones comerciales a internet (que no llegaron a la Argentina hasta mayo de 1995), el uso que los investigadores hacían de las redes informáticas era un tanto acotado: si bien el CONICET contaba con una conexión a internet que habilitaba comunicaciones institucionales por correo electrónico desde 1986 (llamada Red CERCA), nuestras indagaciones anteriores sobre el tema revelan un uso muy intermitente por parte de los investigadores hasta la segunda mitad de los noventa (Levin y Ferpozzi, 2015). Por otra parte, estos acercamientos a las bases de datos internacionales (o incluso la generación de bases propias con el PGTc) no son, en última instancia, concebidos como “propios” de la genómica o de la bioinformática: a diferencia de lo que ocurrió en el EMBL (y casi paralelamente en los Estados Unidos también), estas áreas han experimentado en Argentina un tránsito más lento y difícil en la estabilización de sus prácticas y de sus saberes y, mucho más aún, en su eventual autonomización (aún incompleta) como campos respecto de la biología molecular y de la biotecnología. Por último, esta época también va a marcar la transición de la biotecnología hacia un *régimen transversal*, en la terminología propuesta por Shinn (2000) –es decir, caracterizado por un papel central de los instrumentos, y una cierta difusión de las identificaciones disciplinarias (Kreimer 2010). El potencial de aplicaciones biotecnológicas, por ejemplo, constituyó uno de los fundamentos para incorporar a la genómica y a la bioinformática como herramientas de soporte a la investigación aplicada por parte del equipo de Grau.²⁰

Hacia 1990, al ampliarse el tamaño de las redes y la intensidad de las colaboraciones internacionales, la división del trabajo científico dentro de estas redes también se expande y reconfigura. En este sentido, la década de 1990 va a continuar con una dinámica de proliferación de grupos de biología molecular que había comenzado a gestarse hacia fines de la década de 1970. Aun así, la ampliación de los grupos no llega a conformar espacios homogéneos de producción de conocimiento, sino que se trata de organizaciones que se encuentran altamente segmentadas y no sin estar en tensión (Kreimer 2006, 204). A través de esta dinámica comienzan a estructurarse dos perfiles de grupos: por un lado, aquellos que están más fuertemente integrados con proyectos y programas de investigación formulados desde los centros mundiales de

20 Entrevista con Oscar Grau, octubre de 2014.

la producción científica, y que tienen un rol activo (o una participación frecuente) en eventos internacionales (y capacidades para captar recursos internacionales); el segundo perfil, por otro lado, se corresponde con el resto de los grupos que disfruta de escasa o nula integración a la escena internacional, que operan de manera más bien aislada, y que lógicamente cuentan con menos oportunidades relativas para beneficiarse de fondos internacionales.

Dentro de estas modalidades, los enfoques, métodos y técnicas que provienen de la bioinformática han desempeñado un rol variable según quiénes fueran los interlocutores de las investigaciones. En algunos casos, por ejemplo, la bioinformática es planteada como un conjunto de “técnicas auxiliares” en el marco de investigaciones que son formuladas desde la biología molecular más “tradicional”.²¹ Más recientemente, sin embargo, cuando los investigadores locales dirigen sus proyectos a centros de investigación y entidades de financiamiento internacionales, les resulta necesario enfatizar el rol de la genómica y de la bioinformática en sus investigaciones para conseguir una mejor recepción de sus proyectos.

Tal panorama refleja una tensión entre las inercias propias del campo biológico –tal como se constituyó durante los últimos 60 años– y el avance de un conjunto de técnicas y abordajes cuya importancia y reconocimiento internacional son crecientes, pero cuyos márgenes son sumamente fluidos e indefinidos, y en algunos casos limitados por la dinámica del campo biológico en Argentina. En su lugar, la bioinformática local sigue teniendo una dinámica institucional y cognitiva mucho más dependiente y supeditada, en buena medida al campo de la biología molecular y de la biotecnología (Bassi et al., 2007; Rabinowicz 2001). Así, la existencia sólo incipiente de manifestaciones institucionales y la menor diferenciación disciplinar tienen su correlato en la dificultad para formular proyectos de investigación desde la bioinformática que sean reconocidos por los organismos nacionales de evaluación y financiamiento científico. Y a pesar de que la biología molecular retiene en el plano internacional cierta hegemonía a lo largo del campo de las “ciencias de la vida”, en los países centrales la genómica y la bioinformática han logrado desarrollar espacios institucionales y académicos, e incluso cognitivos, más propios.

21 No deja de llamar la atención que se trate de la misma expresión que usara Leloir a comienzos de los años sesenta.

EL INTERCALAMIENTO DE LOS CAMBIOS TÉCNICOS CON LA DEFINICIÓN DE PAUTAS ORGANIZACIONALES DEL TRABAJO CIENTÍFICO

Mientras que en los Estados Unidos y en Europa la biología computacional aparecía como una fuente de rupturas radicales en los modos de hacer biología –parte de una transformación irreversible en la práctica y en la organización de la investigación–, lo mismo parece haber ocurrido de manera mucho más “silenciosa” en la Argentina. Esto quiere decir que los cambios fueron (y aún son) experimentados como un camino *dentro* de la biología, para el cual las herramientas de la información operan como un medio técnico imprescindible, pero que no siempre abren, por sí mismas, un campo que merezca ser visto como propio en términos institucionales o cognitivos, como sí ha ocurrido, por ejemplo, con la biotecnología (Kreimer 2010; Rabinowicz 2001).

Debido a que los objetos técnicos de la biología computacional son percibidos como indisociables de la actividad científica habitual, una de sus consecuencias es que la significación de los cambios termina siendo naturalizada por los investigadores y los agentes institucionales vinculados a la investigación. Mirando hacia el lugar de las prácticas, tal naturalización se traduce en un tránsito ambiguo por *espacios y estilos de trabajo*, permitiendo que los individuos y los equipos pueden asumir un perfil más marcadamente *computacional* o bien más *experimental* de manera variable. En el abordaje que prevalece en la Argentina, lo más habitual es que los investigadores que utilizan herramientas computacionales sean biólogos de formación experimental que fluctúan entre ambos espacios. Sin embargo, esto no quiere decir que las diferencias y las barreras entre ambos no existan. Al contrario, estas barreras entre estilos de trabajo diferentes aparecen puestas de manifiesto en el discursos de muchos actores, y encuentran su expresión a través de la organización de la investigación y las instituciones.

En trabajos anteriores intentamos establecer los modos en que se realizaban estas diferencias localmente indagando sobre la formación de los investigadores y la estructuración de jerarquías de investigación, según la utilización más o menos intensiva de herramientas y abordajes computacionales y de los discursos y prácticas a través de los cuales se asigna una demarcación entre un supuesto dominio y otro (Ferpozzi y Levin, 2014; Levin y Ferpozzi, 2015). Así, una de las variables que estructura la percepción sobre su rol es la pertenencia generacional de los investigadores: según la época en que comenzaron a tener contacto con estas herramientas y los periodos dentro de los cuales se desarrolló su carrera, los investigadores presentan modos de posicionarse en la investigación que pueden agruparse en cuatro tipos:

a) Investigadores que tomaron contacto con estas herramientas a fines de la década de 1970, cuando realizaban posgrados o estadias en el exterior, pero que mantuvieron una línea de trabajo basada más en la práctica experimental de la mesada húmeda y en abordajes reduccionistas. Dentro de esta generación prevalece la mirada según la cual los abordaje y las herramientas computacionales representan poco más que una ayuda técnica a la investigación biológica, y aún más difícilmente, una ciencia capaz de formular y responder preguntas de investigación en sentido propio;

b) La segunda generación comparte algunas características como la formación posdoctoral en el exterior, pero se diferencian por su participación en la introducción local de herramientas informáticas aplicadas a la investigación con las que habían tomado contacto en el exterior.

Entre el final de la década de 1980 y principios de 1990 aparecen diversas iniciativas, conectadas generalmente a iniciativas internacionales, dedicadas a adquirir recursos o a comenzar proyectos vinculados con los desarrollos genómicos y bioinformáticos que se venían utilizando en el exterior. Algunas de estas iniciativas implicaban proyectos relativamente institucionalizados y con una orientación explícita a la genómica (el montaje del nodo del EMBL en la Universidad Nacional de La Plata en 1993, por parte de Grau y Ghirngelli, o las primeras aproximaciones al PGTc, coordinadas en paralelo por Levin y por Frasch durante ese mismo año), aunque también existieron iniciativas locales más aisladas como los esfuerzos por informatizar la producción de conocimiento dentro de ciertos laboratorios.²² Dentro de esta generación, el potencial de desarrollo de aplicaciones biotecnológicas y biomédicas aparece fuertemente asociado a la justificación de la implementación de estas técnicas. Sin embargo, la visión de la bioinformática y de la genómica como un campo propio no se hace manifiesta más allá del PGTc, y deberá esperar a la generación siguiente para poder decantar en configuraciones más estables.

c) La tercera generación sucede a las dos anteriores. Sigue tratándose de biólogos de formación que incluso incorporaron las herramientas informáticas y realizaron el pasaje a abordajes computacionales de manera “silenciosa,” pero que desarrollaron más explícitamente la idea de formular preguntas y enfoques a partir de estos nuevos abordajes.

²² Una práctica arquetípica fueron los intentos por *piratear* software bioinformático de carácter propietario. Piratear no significa más que eludir *de hecho* el carácter de bien excluyente que pretende ostentar el software propietario.

Lo que aquí llamamos silencioso es, nuevamente, al hecho de no haber abandonado el perfil biológico experimental mientras se embarcaban hacia la utilización más intensiva de abordajes computacionales. En su caracterización de la biología computacional argentina en 2007, González, Bassi y Parisi identificaban dos tipos de grupos de biología computacional en el país, de acuerdo con el *background* académico de sus principales integrantes: el primero corresponde a grupos que provienen de la química y de la física, que cuentan con una sólida formación matemática y estadística, y que durante los últimos años comenzaron a dirigir su atención hacia problemas propios de la biología. El otro se corresponde con equipos provenientes de disciplinas biológicas y que en muchos casos han estado involucrados en proyectos de secuenciamiento de genomas y curación de bases de datos (Bassi, González, and Parisi 2007: 2426). Los actores de esta generación son sobre todo biólogos pertenecientes al segundo tipo, y que además han generado espacios algo más institucionalizados para la producción de conocimiento desde la bioinformática o la genómica. Antes que reemplazar la biología experimental, esta generación de investigadores se vuelve hacia la mesada seca (es decir, la computación) con intenciones de formular nuevas preguntas y problemas desde la genómica tanto como desde la biología molecular en el sentido más “tradicional”.

d) La cuarta generación se desarrolla en los espacios abiertos por la generación anterior. Está integrada por investigadores que se forman en laboratorios de biología computacional o realizan su formación doctoral en líneas de trabajo dedicadas a problemas más claramente inscriptos dentro de la bioinformática.

Aunque en su formación de grado sigue predominando el espectro de las ciencias biológicas, cuentan con la posibilidad de realizar cursos en bioinformática durante su carrera de grado y posgrado en el país. Más allá de la titulación, comienzan a aparecer perfiles de investigación volcados entera o mayoritariamente al trabajo en la mesada seca o *in silico*; sin embargo, una porción significativa del aprendizaje dentro de estas área más definidas se sigue realizando de manera informal y por cuenta propia. Este tipo de aprendizaje para con tecnologías informáticas y producción de software coincide, en gran medida, con aquel que atraviesan los programadores e informáticos en general en el país –frecuentemente carentes de titulación formal pero con altos grados de calificación en el mercado laboral (Dughera, Segura, Yansen y Zukerfeld, 2012).

CONCLUSIONES

Hemos observado diferentes configuraciones a lo largo de medio siglo de desarrollo de diversos campos científicos en la Argentina: desde las primeras e incipientes experiencias de la biología molecular, hasta la informatización de la investigación y su posible reconfiguración como “ciencia de la información”. En este sentido vale la pena señalar que, a pesar del discurso frecuente de los actores, en el sentido de que “los propios objetos van reconfigurando e imponiendo formas de organización”, los modos en que las prácticas científicas y la organización se van articulando no depende tanto de lo que podría imponer el mundo natural, sino de cómo los actores van recortando aquello que les resulta problemático, o interesante, en sucesivos cruces múltiples que se presentan como “naturales” por fuera de los períodos de conflictividad o de cambio.

En el análisis de este proceso es la idea misma de disciplina la que parece estar en cuestión. Sin ingresar en un largo debate sobre su definición, sí podemos compartir con Marcovich y Shinn (2011) la noción de que las disciplinas tradicionales, que se forjaron durante el siglo XIX ya no operan como los espacios diferenciados, con cierta unidad cognitiva y límites precisos como en el pasado. Así, proponen la idea de una “nueva disciplinariedad” que es el producto de, y en parte está estructurada por, la creciente complejidad de los conceptos, la instrumentación, los materiales y la comunidad constitutiva de la ciencia.

Por ello, y con una cierta semejanza con el abordaje kuhniano, nos interesa poner el acento más en las transiciones e hibridaciones que en los períodos consolidados y, por lo tanto, naturalizados por los propios agentes.

Según mostramos, la biología molecular enfrentó, tanto en el plano internacional como en la Argentina, severas dificultades para institucionalizarse como un nuevo campo. En el plano internacional porque la convergencia de tradiciones bien divergentes, provenientes de la genética, la física, la cristalografía y la bioquímica, hacía que ninguno de sus practicantes quisiera abandonar sus anteriores espacios para aventurarse en un nuevo espacio de futuro incierto. Digamos al pasar que los actores nunca conocen de antemano las derivas sociocognitivas e institucionales que la emergencia de nuevos campos hacen, más tarde, evidentes. Así, y ciertamente empujados por el amplio reconocimiento que obtuvieron cuestiones tales como el descubrimiento de la doble hélice o el papel del ARN mensajero (que fueron recompensados por sendos premios Nobel), los actores de la época fueron abandonando muy lentamente sus campos de referencias para adoptar la nueva etiqueta de la biología molecular. Sin embargo, una vez franqueado ese paso, su marcha fue implacable: fueron “colonizando” la mayor parte

de las prácticas de investigación asociadas con las ciencias de la vida, reconfigurando casi todos los campos precedentes, desde la biología tradicional mayormente descriptiva y taxonómica, hasta la investigación sobre plantas y semillas, la genética animal y, naturalmente, la investigación biomédica. De hecho, una vez que un gen se puede autonomizar del organismo del que fue extraído, poco importa su origen, como lo demostró el enorme desarrollo de la ingeniería genética en la última parte del siglo XX, introduciendo genes de una especie en otra, y aun sintetizando material genético.

En la Argentina donde, como vimos, aquellas tradiciones no tenían la misma fuerza que en Inglaterra, Francia o los estados Unidos, la resistencia fundamental provino del ámbito de la bioquímica, espacio disciplinario ya consagrado que, a pesar de realizar aportes altamente valorados por la comunidad internacional (Leloir recibió el premio Nobel en 1970 por sus trabajos sobre el metabolismo de los azúcares) trabajaba, por esos años con métodos más bien precarios: el propio Leloir se ufana de haber fabricado una centrífuga refrigerada con un viejo lavarropas y una cubierta de auto rellena de cubos de hielo. En ese marco, era difícil comprender los cambios que se estaban operando en las prácticas de la investigación y, sobre todo, pensar que la innovación técnica es a menudo el motor de las innovaciones conceptuales e, incluso, de cambios disciplinarios a gran escala, como lo mostró, entre otros muchos ejemplos, la fabricación de enormes aceleradores de partículas, sin los cuales una gran diversidad de cuestiones no hubieran podido siquiera ser concebidas (Galison y Hevly 1992).

No deja de ser llamativo que la frase que utilizó Leloir para minimizar la emergencia de la biología molecular como un nuevo campo fue la misma que emplearon algunos biólogos moleculares para minimizar, a su turno y 40 años más tarde, la reconfiguración de su campo a partir de la introducción de todo un nuevo paradigma informático: "no son más que un conjunto de técnicas". Al parecer, una vez que un nuevo campo se halla bien consolidado, es más proclive a aceptar ajustes en sus marcos teóricos fundantes (la biología molecular tuvo que lidiar con los fuertes cuestionamientos a su "dogma" y hacer los ajustes pertinentes), tal vez con la creencia en que los ajustes conceptuales terminan fortaleciendo el "núcleo duro" conceptual del campo, que a percibir los riesgos que los cambios tecnológicos pueden acarrear en la reconfiguración de los objetos, de las prácticas, de la organización social y, a la postre, en la configuración disciplinaria misma.

Por su parte, la generalización de las TICs en la investigación científica comporta algunas transformaciones importantes para todos los campos del conocimiento, y algunas recomposiciones específicas para el de la biología molecular. En relación con el conjunto de las

prácticas, observamos que cierto ideal formulado por Merton hacia la mitad del siglo XX, en relación con la amplitud de la comunidad científica para producir conocimientos en forma colectiva, a pesar de las barreras geográficas o lingüísticas, sustento de su *ethos* de colaboración y acumulación, podría ser más fácil de alcanzar a partir de la generalización de las TICs: la circulación de los conocimientos nunca fue tan veloz como en el presente, la capacidad de almacenar información y ponerla a disposición de los pares jamás tuvo la potencia que tiene hoy. Es más, el laboratorio, unidad emblemática de producción de conocimientos desde hace varios siglos está siendo crecientemente desafiada por formas de trabajo colectivo que permiten la interacción –e incluso la intervención– en tiempo real desde cualquier rincón del planeta. Sin embargo, la disponibilidad de estas técnicas está lejos de afianzar un ideal democrático, ya que el acceso a los conocimientos no responde a un patrón de distribución uniforme, ni la capacidad de utilización de los mismos está equitativamente distribuida. En un trabajo reciente mostramos que los científicos latinoamericanos que participan en redes europeas se ocupan, en gran medida (más del 40%) de actividades de recolección y procesamiento de información, mientras que el desarrollo de actividades técnicas rutinarias o la puesta a punto de equipos ocupa el 15% de las actividades (Kreimer y Levin, n.d.). Como contraste, menos del 10% de las actividades se relaciona con la producción teórica. Ello viene a confirmar las hipótesis sobre el reforzamiento de una nueva división internacional del trabajo científico.

En relación con la biología molecular, la difusión de las TICs parece estar operando una transformación y diversificación de prácticas entre grupos que otorgan al conocimiento genético un status equivalente al de una información digital más, es decir, sin una demarcación clara entre el trabajo de mesada y las operaciones informáticas, y otros grupos que enfatizan la división entre el trabajo "húmedo" de la mesada, la manipulación de la materia viva, y la posterior codificación digital de esa información, pero manteniendo ambos procesos como esferas relacionadas pero distinguidas. Puesto que asistimos a este desarrollo, no estamos hoy en condiciones de vaticinar cuál será su desenlace.

Vale la pena abordar una última cuestión a la que hicimos algunas referencias durante el desarrollo del capítulo: los usos del conocimiento. Mirada en detalle, cada nueva transformación del campo en la Argentina vino acompañada con un conjunto de promesas sobre la generación de nuevos y más complejos conocimientos que permitirían, además de superar la visión restringida de las perspectivas tradicionales, orientarse con mayor énfasis a producir conocimientos que puedan tener un uso social en relación con problemas locales. Si hemos tomado el ejemplo de la investigación sobre Chagas en varios pasajes de la ex-

posición, ello no es casual: se trata de una de las cuestiones a la que se aludió más frecuentemente en los discursos como beneficiaria de los productos de la investigación. Ello vale desde los comienzos de la institucionalización de la disciplina, en los años 70 hasta la propuesta de secuenciamiento del T. cruzi varias décadas más tarde. Sin embargo, a pesar de las sucesivas reconfiguraciones que reseñamos, de la enorme cantidad de conocimientos producidos y validados en el escenario internacional, el conocimiento efectivamente utilizado para atender esta y otras cuestiones ha sido mínimo. Al parecer, los cambios tecnológicos y las reconfiguraciones disciplinarias no parecen suficientes para modificar los clivajes periféricos de la ciencia local.

BIBLIOGRAFÍA

- Abir-Am, P. 1997 “De la colaboración multidisciplinar a la objetividad trasnacional: el espacio internacional constitutivo de la biología molecular 1930-1970” en *Arbor* (614).
- 1999 “The Frist American and French Commemorations in Molecular Biology: From Collective Memory to Comparative History ” en *Osiris* (14), pp: 327.
- Agüero, F, R E Verdún, A C Frasch, and D O Sánchez 2000 “A Random Sequencing Approach for the Analysis of the Trypanosoma Cruzi Genome: General Structure, Large Gene and Repetitive DNA Families, and Gene Discovery” en *Genome Research* 10 (12) (December): 1996–2005. <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=313047&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>.
- Bassi, Sebastian, Virginia González, and Gustavo Parisi 2007 “Computational Biology in Argentina” en *PLoS Computational Biology* 3 (12) (December), pp: 257. doi:10.1371/journal.pcbi.0030257. <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=2230685&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>.
- Beigel, Fernanda 2010 “La institucionalización de las ciencias sociales en América Latina: Entre la autonomía y la dependencia académica” en Fernanda Beigel *Autonomía y dependencia académica. Universidad e investigación científica en un circuito periférico: Chile y Argentina (1950-1980)* (Buenos Aires: Biblos).
- Buch, Alfonso 2006 *Forma y función de un sujeto moderno. Bernardo Houssay y la fisiología argentina (1900-1943)* (Bernal: Universidad Nacional de Quilmes).

- Buta, Julia, and Gabriela Sued 2010 “El papel de las tecnologías de Información y comunicación en la producción de la ciencia: estudios de caso en el campo bioquímico” en *La construcción de la ciencia académica* (Buenos Aires: Biblos).
- Chow-White, P. A. y Miguel García-Sancho 2011 “Bidirectional Shaping and Spaces of Convergence: Interactions between Biology and Computing from the First DNA Sequencers to Global Genome Databases” en *Science, Technology & Human Values* 37 (1) (February 27): 124–164. doi:10.1177/0162243910397969. <http://sth.sagepub.com/cgi/doi/10.1177/0162243910397969>.
- Crick, Francis 1965 “Recent Research in Molecular Biology: Introduction” en *British Medical Bulletin* (21): 183–186.
- Cueto, Marcos 1994 “Laboratory Styles in Argentine Physiology” en *Isis* 85 (2): 228–246.
- Dughera, Lucila, Agustín Segura, Guillermina Yansen, and Mariano Zukerfeld 2012 “Las técnicas de los trabajadores informáticos. El rol de los aprendizajes formales, no formales e informales en la producción de software” en Lucila Dughera, Guillermina Yansen, and Mariano Zukerfeld *Gente con códigos. La heterogeneidad en los procesos productivos de software* (Buenos Aires: Universidad Maimónides).
- El-Sayed, Najib M, Peter J Myler, Daniella C Bartholomeu, Daniel Nilsson, Gautam Aggarwal, Anh-Nhi Tran, Elodie Ghedin, et al. 2005 “The Genome Sequence of Trypanosoma Cruzi, Etiologic Agent of Chagas Disease” en *Science* 309 (5733), pp: 409–415. doi:10.1126/science.1112631.
- Feld, Adriana 2014 “Paradigmas internacionales y políticas científico-tecnológicas en Argentina: 1958-1983” en Pablo Kreimer, Hebe Vessuri, Léa Velho y Antonio Arellano *Perspectivas latinoamericanas en el estudio social de la ciencia, la tecnología y el conocimiento 2014* (Mexico DF: Siglo XXI).
- Ferpozzi, Hugo, y L. Levin 2014 “Bio-Bits: la influencia de las tecnologías informáticas en los procesos de producción de conocimiento en biología molecular. Los casos de Chagas e identificación de personas” en Pablo Kreimer, Hebe Vessuri, Léa Velho y Antonio Arellano *Perspectivas latinoamericanas en el estudio social de la ciencia, la tecnología y el conocimiento 2014* (Mexico DF: Siglo XXI).

- Ferrari, I. 1997 "Towards the Physical Map of the Trypanosoma Cruzi Nuclear Genome: Construction of YAC and BAC Libraries of the Reference Clone T. Cruzi CL-Brener." *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 92 (6): 843–852.
- Fox Keller, E. 2002 *El Siglo Del Gen: Cien Años de Pensamiento Genético* (Barcelona: Península).
- 2003 *Making Sense of Life: Explaining Biological Development with Models, Metaphors, and Machines* (Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press).
- Galison, Peter, and Bruce Hevly 1992 *Big Science: The Growth of Large-Scale Research*. (Stanford, California: Stanford University Press).
- García-Sancho, Miguel 2011 "From Metaphor to Practices: The Introduction of 'Information Engineers' into the First DNA Sequence Database" en *History and Philosophy of the Life Sciences* 33 (1) (January): 71–104. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21789956>.
- Gilbert, W. 1991 "Towards a Paradigm Shift in Biology" en *Nature* 349 (6305) (January 10): 99. doi:10.1038/349099a0. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1986314>.
- Heilbron, John, A. van Helden, and T.L Hankins 1992 "Instruments" en *Osiris* (6).
- Hilgartner, Stephen 1995 "The Human Genome Project" en Jasanoff, S.; G. Markle, J. Peterson y T. Pinch (eds.) *Handbook of Science and Technology Studies* (California: Sage),
- 2004 "Making Maps and Making Social Order: Governing American Genome Centers, 1988-93" en Gaudilliere, Jean Paul y Hans-Jörg Rheinberger (eds.) *From Molecular Genetics to Genomics: The Mapping Cultures of Twentieth-Century Genetics* (New York: Routledge).
- Hine, C. 2006 "Databases as Scientific Instruments and Their Role in the Ordering of Scientific Work" en *Social Studies of Science* 36 (2) (April 1): 269–298. doi:10.1177/0306312706054047. <http://sss.sagepub.com/cgi/doi/10.1177/0306312706054047>.
- Kaufmann, A. 2004 "Mapping the Human Genome at Genethon Laboratory - The French Muscular Dystrophy Association and the Politics of the Gene" en Gaudilliere, Jean Paul y Hans-Jörg Rheinberger (eds.) *From Molecular Genetics to Genomics:*

- The Mapping Cultures of Twentieth-Century Genetics* (London: Routledge).
- Kendrew, John 1967 "How Molecular Biology Started." *Scientific American* (216): 141–143.
- Kreimer, Pablo 1996 "Science and Politics in Latin America: The Old and the New Context in Argentina." *Science, Technology and Society* 1 (2).
- 1998 "Understanding Scientific Research on the Periphery: Towards a New Sociological Approach" en *EASST Review* 17 (4).
- 2006 "¿Dependientes O Integrados? La Ciencia Latinoamericana Y La Nueva División Del Trabajo" en *Nómadas* (24): 199–212.
- 2010 *Ciencia Y Periferia. Nacimiento, Muerte Y Resurrección de La Biología Molecular En Argentina* (Buenos Aires: Eudeba).
- 2014 "Social/local Problems, Scientific/universal Problems and the Dynamics of Research Fields. A View from Latin America" en *Sociology of Science Yearbook* (Dordrecht: Springer).
- Kreimer, Pablo y L. Levin s/d "Latin American Scientific Participation in European Programmes: Globalization or Neo-Colonialism?." *Revue Française de Sociologie* 3.
- Kreimer, Pablo y Juan Pablo Zabala 2006 "¿Qué conocimiento y para quién? Problemas sociales, producción y uso social de conocimientos científicos sobre la enfermedad de Chagas en Argentina" en *REDES* 12 (23): 49–78.
- 2007 "Chagas Disease in Argentina: Reciprocal Construction of Social and Scientific Problems" en *Science Technology & Society* 12 (1) (March 1): 49–72. doi:10.1177/097172180601200104. <http://sts.sagepub.com/cgi/doi/10.1177/097172180601200104>.
- Latour, Bruno 1987 *Science in Action: How to Follow Scientists and Engineers through Society* (Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press).
- Latour, Bruno, and Steve Woolgar 1979 *Laboratory Life. The Social Construction of Scientific Facts* (Beverly Hills: SAGE).
- Lenoir, Timothy 1998 "Inscription Practices and Materialities of Communication" Lenoir, Timothy (ed.) *Inscribing Science. Scientific Texts and the Materiality of Communication* (California: Stanford University Press).

- 1999 “Shaping Biomedicine as an Information Science” en Bowden, T. B. Hahn y R. V. Williams (eds.) *Proceedings of the 1998 Conference on the History and Heritage of Science Information Systems* (Medford, New Jersey: Information Today).
- 2000 “Science and the Academy of the 21st Century: Does Their Past Have a Future in an Age Computer-Mediated Networks?” en Voß kamp, Wilhelm (ed.) *Ideale Akademie: Vergangene Zukunft Oder Konkrete Utopie?* (Berlin: Akademie Verlag).
- Levin, L., y Hugo Ferpozzi 2015 “Las tecnologías informáticas en la producción de conocimiento en biología molecular en Argentina” en *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología Y Sociedad* (OEI) 10 (30), 29-60.
- Levin, Mariano J 1999 “Contribución del proyecto genoma de trypanosoma cruzi a la comprensión de la patogénesis de la cardiomiopatía chagásica crónica” en *Medicina* 59 (II): 18–24.
- Löwy, I., y J-P. Gaudellière 1998 “Disciplining cancer: Mice and the Practice of Genetic Purity” en Löwy, I. and J-P. Gaudellière (ed.) *The Invisible Industrialist: Manufactures and the Production of Scientific Knowledge* (Londres: MacMillan).
- Marcovich, A., and Terry Shinn 2011 “Where Is Disciplinarity Going? Meeting on the Borderland” en *Social Science Information* 50 (3-4): 582–606.
- McKusick, Victor A., y Frank H. Ruddle 1987 “A New Discipline, a New Name, a New Journal” en *Genomics* 1 (1): 1–2. doi:10.1016/0888-7543(87)90098-X.
- Morange, Michel 1994 *Histoire de La Biologie Moléculaire* (Paris: La Découverte).
- Parodi, Armando J. 2014 “Semblanza de Israel D. Algranati” *CeI Reseñas* 2 (4): 4–5.
- Prego, Carlos 2010 “La gran transformación académica y su política a fines de los años 50” en Prego, Carlos y Oscar Vallejos (eds.) *La construcción de la ciencia académica. Instituciones, procesos y actores en la universidad argentina del siglo XX* (Buenos Aires: Biblos).
- Rabinowicz, P. D. 2001 “Genomics in Latin America: Reaching the Frontiers” en *Genome Research*. Disponible en: doi:10.1101/gr.179501.

- Rheinberger, Hans-Jörg 1997 "Spaces of Representation" en *Toward a History of Epistemic Things: Synthesizing Proteins in the Test Tube* (California: Stanford University Press).
- 1998 "Eperimental Systems, Graphematic Spaces" en Lenoir, Timothy (ed.) *Inscribing Science. Scientific Texts and the Materiality of Communication* (California: Stanford University Press).
- 2010 *An Epistemology of the Concrete: Twentieth-Century Histories of Life* (Durham, NC: Duke University press).
- Salomon, Jean-Jacques 2008 *Los Científicos. Entre El Poder Y El Saber* (Buenos Aires: Universidad Nacional de Quilmes).
- Shinn, Terry 1988 "Hiéarchies des Chercheurs et Formes des Recherches" en *Actes de la Recherche en Sciences Sociales* (74): 2–22.
- 2000 "Formes de Division du Travail Scientifique et Convergence Intellectuelle. La Recherche Technico-Instrumentale" en *Revue Française de Sociologie* 41 (3).
- Stent, GS. 1968 "That Was the Molecular Biology That Was" en *Science* 160 (3826): 390–395. http://www.leeds.ac.uk/heritage/Astbury/bibliography/Stent_1968.pdf.
- Stevens, Hallam 2013 *Life Out of Squence: A Data-Driven History of Bioinformatics* (Chicago: University of Chicago Press).
- Taub, Liba 2011 "Reengaging with Instruments" en *Isis* (102): 689–696. doi:<http://www.jstor.org/stable/10.1086/663605>. <http://www.jstor.org/stable/10.1086/663605>.
- Vos, Rein, Klasien Horstman, y Bart Penders 2008 "Walking the Line between Lab and Computation: The 'Moist' Zone" en *BioScience*. Disponible en: doi:10.1641/B580811.
- Wetterstrand, K. A. 2015 "DNA Sequencing Costs: Data from the NHGRI Genome Sequencing Program (GSP)". Disponible en: <http://www.genome.gov/sequencingcosts>.
- Whitley, Richard 2012 *La Organización Intelectual Y Social de Las Ciencias* (Buenos Aires: Universidad Nacional de Quilmes).
- Zukerfeld, Mariano 2010 "Conocimiento y capitalismo: materialismo cognitivo, propiedad intelectual y capitalismo informacional" (Buenos Aires: FLACSO). Disponible en : <http://capitalismoyconocimiento.wordpress.com/>.

GENÉTICA VEGETAL EN ARGENTINA CONFORMACIÓN DE UN CAMPO DE INVESTIGACIÓN Y DE UN CICLO HISTÓRICO EN LA PRODUCCIÓN Y APROPIACIÓN DE CONOCIMIENTO CIENTÍFICO

Cecilia Gárgano

INTRODUCCIÓN

La consolidación de ámbitos físicos, simbólicos e institucionales de producción de conocimiento, así como la conformación de campos del saber, se encuentran signadas por la injerencia de diversos elementos (políticos, económicos, sociales, cognitivos y culturales) que atraviesan la producción social de la ciencia. Entre otros aspectos relevantes, se destacan el establecimiento de pautas, explícitas e implícitas, para la validación de las prácticas científicas, la gestación de las identidades profesionales, y las problemáticas ligadas al uso de los conocimientos generados. En este trabajo, el énfasis está puesto en identificar trayectorias históricas en la apropiación de los conocimientos científicos implicados en la producción de semillas en Argentina, en diálogo con la dinámica socio-económica y, en particular, con transformaciones registradas en el ámbito rural.

Como indican Kreimer y Zukerfeld (2014), si bien la relación entre producción y uso de conocimientos ha sido abordada por diversos enfoques provenientes del campo CTS, el de la economía de la innovación y en los estudios sobre propiedad intelectual, en general, estos no han indagado las tensiones producidas a partir de la utilización, con fines de lucro, de conocimientos producidos sin ánimos mercantiles. Tampoco se ha trabajado en esta temática desde la historia so-

cial de la ciencia. En este trabajo se identifican y analizan: a) lugares de la producción de conocimiento; b) problemáticas ligadas al uso y apropiación de los saberes generados; c) protagonistas (individuales y colectivos); y c) articulaciones internacionales implicadas en la configuración de las dinámicas de investigación locales. En este sentido, se parte de la premisa de considerar que el estudio de la conformación y transformación de un campo de investigación remite simultáneamente al análisis de las dinámicas de producción, uso y apropiación de los conocimientos generados.

Desde mediados de la década de 1950, la conformación en Argentina de un nuevo ámbito de elaboración de conocimiento, orientado específicamente a la producción agropecuaria, planteó un nuevo escenario para el desarrollo de las investigaciones vinculadas al sector, en el que los estudios orientados a la genética vegetal ocuparon un rol primordial. Simultáneamente, la creación y difusión de semillas mejoradas atravesaron la configuración del espacio rural en general y, en particular, el pampeano (Pizarro, 2003). Nos adentraremos, entonces, en la conformación de este nuevo ámbito de investigación y desarrollo, y en la reconstrucción de algunas de sus trayectorias de investigación en fitomejoramiento.

LA CREACIÓN DEL INTA: CONFORMACIÓN DE UN NUEVO *LOCUS* DE PRODUCCIÓN DE CONOCIMIENTO

A fines del siglo XIX habían sido organizados los primeros centros de estudios agronómicos de nivel universitario y escuelas agrícolas en Argentina¹. A principios del siglo XX se había instaurado el Servicio de Agronomías Regionales y la Oficina de Estaciones Experimentales, dependientes del Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Nación, orientados a brindar asistencia técnica a los productores (León y Losada, 2002)². A nivel mundial, también existían destacadas experiencias orientadas a la promoción de las investigaciones en materia agrope-

1 En 1883 se inician estudios veterinarios y agronómicos en el Instituto de Santa Catalina, provincia de Buenos Aires. Al año siguiente es creado el Servicio de Inspección Agrícola (dependiente del Ministerio de Agricultura) y, en 1904, las primeras escuelas agrícolas. También la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad de Buenos Aires (UBA), y la estación experimental Obispo Colombres, en Tucumán, son parte de estas primeras iniciativas (INTA 1995: 24).

2 El Servicio de Agronomías Regionales comienza sus actividades en 1907, y pocos años más tarde -en 1912- son creadas las primeras cinco estaciones experimentales. En 1935 se produce la creación del Instituto Experimental y de Investigación Agrícola (provincia de Santa Fe), que pasará a cumplir un destacado rol en el área de fitotecnia. En 1944 es fundada la Dirección de Estaciones Experimentales, que pasa a centralizar las estaciones experimentales existentes hasta la creación del INTA. Sobre estos antecedentes, véase Ras (1977) y León y Losada (2002).

cuaria, de larga trayectoria. Mientras que desde fines del SXVIII en Estados Unidos y Gran Bretaña ya existían alrededor de doscientas unidades orientadas a promover técnicas agrícolas, en este período es creado en Australia, en 1920, el Instituto de la Ciencia y la Industria para realizar investigaciones y estudios en Agricultura y Ganadería. En 1921 se establece en Francia una red de Estaciones Experimentales del Ministerio de Agricultura, y en 1929 se crea la Academia Lenin de Ciencias Agrícolas de la Unión Soviética (Arnon, 1972).

Un antecedente relevante en el plano local fue la creación, en 1948, del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CNIA). Sin embargo, la organización de un espacio de investigación, experimentación y extensión rural, específicamente centrado en la generación y adaptación de tecnologías para el agro, recién tuvo lugar con la creación del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), en 1956.

En el marco de una creciente imbricación entre estados, ciencia, tecnología e industria, cuyo escenario internacional estuvo dado por los ecos del fin de la Segunda Guerra, en pocos años Argentina procedió a crear un conjunto de instituciones específicamente dedicadas a la promoción de actividades científicas y tecnológicas en distintas áreas estratégicas. Si bien existían antecedentes desde principios del siglo XX, sobre todo en las áreas biomédica y agropecuaria, fue recién en la década de 1950 cuando se consolidó el proceso de institucionalización a escala nacional, con la conformación del complejo científico-tecnológico (Myers, 1992). A partir de este momento se instrumentaron ámbitos específicos, organizados por el Estado nacional, pero con funcionamiento autónomo. Las instituciones de CyT se caracterizaron por una autonomía relativa significativa, que les permitía decidir sus programas de acuerdo a sus propias prerrogativas. Abarcaron campos determinados y estratégicos para el país (agro, industria, energía nuclear), y fueron creadas casi en simultaneidad. En 1950, la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), en 1956 el INTA, un año después el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), y en 1958 el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), inicialmente ideado para fortalecer la actividad de investigación de las universidades (Oteiza, 1992). Asimismo, la creación del Instituto Nacional de la Investigación Científica en 1950 en México, del *Conselho Nacional de Pesquisa* brasileiro en 1951 daba cuenta de un proceso regional. Este período, de creación del complejo, coincidió con la creciente internacionalización de grandes firmas, en su mayoría de origen estadounidense, que encontraron un impulso para su radicación en el país en el “*laissez faire* tecnológico” (Adler, 1987: 108) sostenido por los hacedores de política locales.

La puesta en marcha del INTA no fue un proceso aislado. A mediados de los años cincuenta resolver el problema de la descentraliza-

ción de las actividades de investigación y extensión rural en organismos de administración autónoma fue clave para cumplir con los objetivos de la modernización agrícola. La creación de organismos similares en distintos países, como el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) de Ecuador (1959), el INIA de México (1960), el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) (1963), el INIA de Chile (1964) y otros similares, lo atestigua³. Este proceso fue acompañado por la puesta en marcha de organismos internacionales de investigación agropecuaria como el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en 1966, el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en 1967, y el Centro Internacional de la Papa (CIP), en 1971, entre otros.

Sobre la base del sistema de extensión rural estadounidense y del *Experimental Station System*, los nuevos modelos institucionales partieron de considerar la disponibilidad de la tecnología a nivel internacional para su adaptación y difusión a América Latina (Rasmussen, 1989). Junto a la asistencia técnica, el financiamiento emanado de organismos internacionales fue de gran peso en esta etapa. Las agencias de la ONU tuvieron un rol destacado, en especial la Comisión Económica para América Latina (CEPAL), la *Food and Agriculture Organization* (FAO), el Instituto Latinoamericano de Planificación Económica y Social (ILPES) y el Banco Mundial (BM). También lo tuvieron las Fundaciones, en particular la Fundación Rockefeller, los organismos de las agencias bilaterales para el desarrollo, como la Agencia Internacional para el Desarrollo (AID), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la Secretaría General de la OEA.

Creado en un momento de crisis, caracterizado por el estancamiento registrado en los saldos exportables de los productos provenientes de la región pampeana (INTA, 1996), el INTA encarnó la necesidad de generar y aplicar tecnología agropecuaria. Junto a otras de las instituciones del complejo científico-tecnológico local, su nacimiento fue alentado por el llamado Plan Prebisch, elaborado por el economista argentino y secretario ejecutivo de la CEPAL, Raúl Prebisch, y elevado al régimen militar autodenominado Revolución Libertadora, que en 1955 había derrocado al entonces presidente Perón. Por entonces, el agotamiento de las posibilidades de expansión horizontal de la frontera agrícola y la necesidad de incrementar los rendimientos por unidad de superficie hacían de la incorporación de tecnología al agro un imperativo para asegurar la existencia de divisas agropecuarias y la provisión de

3 En Brasil, si bien durante 1960 se fortalece la investigación agropecuaria, recién en 1973 se produce la creación de la *Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária* (EMBRAPA), mientras que en Uruguay se producen importantes transformaciones en el Centro de Investigaciones Agrícolas Alberto Boerger (CIAAB), dependiente del Ministerio de Agricultura (Paz, 1989).

alimentos baratos, dos de los pilares fundamentales en los que descansaban los esquemas de sustitución de importaciones (Arceo y Basualdo, 1997). Así, en el planteo de Prebisch se afirmaba que al aumentar el ingreso de las actividades rurales se ampliarían los mercados nacionales para la producción industrial (INTA, 1991). El 4 de diciembre de 1956 fue creado formalmente el instituto. Fue puesto en marcha en 1957, y luego -ya durante la presidencia de Frondizi- el decreto fundacional fue ratificado por el Congreso. Primer organismo dedicado oficialmente a la investigación y extensión rural en el país y en toda América Latina, INTA fue creado como organismo autárquico, con capacidad de intervención en todo el territorio nacional. Tuvo una dotación inicial de 300 millones de pesos (moneda nacional) otorgada por el Estado y recibió un importante número de dependencias que estaban en manos del entonces Ministerio de Agricultura y Ganadería (León y Losada, 2002). Fueron cedidas 31 estaciones experimentales que conformaban unas 27.667 hectáreas, y el CNIA ubicado en Castelar, en la zona oeste de la provincia de Buenos Aires.

Se organizó, desde su creación, en estaciones experimentales agronómicas y agencias de extensión rural repartidas a lo largo del territorio nacional. Esta organización descentralizada de los servicios se vinculaba a la marcada diferencia regional del país. La integración de las tareas de investigación (dirigida a las problemáticas de la producción agropecuaria) y extensión (mediante tareas de enseñanza y del contacto directo con las comunidades rurales) distinguió al organismo de sus pares latinoamericanos, y lo ubicó como referente en la materia. La combinación de las dos áreas (investigación y extensión rural) en una misma institución, mediante la descentralización de los servicios técnicos del Ministerio de Agricultura y Ganadería y la radicación de profesionales en las áreas rurales, fue la mayor novedad que conllevó la creación del INTA. Mientras que hasta ese momento la investigación era terreno de las universidades y la extensión responsabilidad de las dependencias del Ministerio de Agricultura, el organismo pasó a concentrar ambas líneas de acción en forma conjunta. La estructura territorial -que cubrió buena parte de la superficie del país- fue fundamental para esta concepción. En sus respectivas jurisdicciones, las estaciones experimentales contaron con agencias de extensión rural cubriendo, con distinta densidad, virtualmente todo el espacio rural (Gárgano, 2014). El esquema de investigación básica se haría en Castelar, que recibiría problemáticas que no podían ser resueltas por las estaciones experimentales, debido a sus capacidades, tiempos o infraestructura. Sobre esta organización interna, un informe institucional explicaba:

La célula de trabajo del INTA es la estación experimental, donde conviven experimentadores y extensionistas para discutir sus problemas comunes: los extensionistas llevan los nuevos conocimientos a los productores y traen a los experimentadores las inquietudes y los problemas de los productores (INTA, 1964: 8).

A pesar de esta concepción de la investigación y la extensión rural como dos esferas en retroalimentación, en la práctica este diseño distaba de funcionar articulada y linealmente. Un investigador del INTA, otrora becario de iniciación del Departamento de Patología Vegetal de Castelar, afirma al respecto:

Nunca se cumplió. Debió haber lugares que sí, pero por lo general había recelos interior- Castelar [en referencia a las estaciones experimentales vs. el CNIA], muchas veces desde Castelar trabajábamos directo con el extensionista, saltando a la experimental. (...) Nos traían los problemas a los '*super especialistas*' de Castelar (investigador, entrevista, 07-10-2009).

Las tensiones al interior del organismo entre las distintas competencias iban a estar relacionadas a la jerarquización de las actividades. Mientras que los investigadores gozaban de un alto grado de reconocimiento, no ocurría lo mismo con los extensionistas. En esta suerte de "pirámide" el CNIA de Castelar ocupaba la posición más destacada. Concentraba buena parte de los investigadores de mayor trayectoria en un predio de 884 hectáreas, donde se organizaron tres centros de investigación: el Centro de Investigaciones de Recursos Naturales, el Centro de Investigaciones en Ciencias Agronómicas y el Centro de Investigaciones en Ciencias Veterinarias (INTA, 1971).

Así como el servicio de extensión rural adoptó en buena medida el modelo estadounidense, el *Institut National de la Recherche Agronomique* (INRA) sirvió de modelo institucional organizacional, sin que esto implicara no confrontar el diseño inicial con las características geográficas, económicas y socio-culturales del medio rural local. Asimismo, dentro de los artículos de su creación, se explicitaba que quedaba "expresamente excluida del INTA toda función de inspección y contralor de la producción agropecuaria" (Decreto-Ley 21.260/56 citado en INTA, 1959). Esta aclaración se vinculaba a la reticencia de las asociaciones de productores a la existencia de un organismo estatal con capacidad de intervención en el sector. El artículo 16 del decreto-ley de creación estipuló la conformación de un Fondo Nacional de Tecnología Agropecuaria, de carácter acumulativo, que sería la base del financia-

miento del INTA. Éste, si bien preveía también aportes de los gobiernos provinciales, subvenciones y donaciones, pasó a estar integrado fundamentalmente por un gravamen *ad valorem* del 1,5% a las exportaciones agropecuarias. Esta forma de financiamiento del INTA se mantendría hasta la anulación de su autarquía financiera en 1980⁴.

En cuanto a la estructura directiva del instituto, fue dispuesta la conformación de un Consejo Directivo que en 1960 quedó integrado por tres representantes de la Secretaría de Agricultura y Ganadería (presidente, vicepresidente y un vocal), un vocal en representación de las facultades de Agronomía y Veterinaria de las universidades nacionales, y cuatro representantes del sector privado por las principales corporaciones agropecuarias, la SRA, la Confederación Intercooperativa Agropecuaria (Coninagro), la Confederación Rural Argentina, y la Federación Agraria Argentina (FAA), que se incorporó en una segunda instancia. Todos los miembros integraron el Consejo con voz y voto⁵.

Por su parte, las universidades manifestaban su preocupación por la posible burocratización de un organismo de la magnitud del INTA y miraban con desconfianza el avance sobre las tareas de investigación en el área (Losada, 2005). Eran reticentes al manejo de los fondos presupuestarios, y cuestionaban su autoridad para decidir la aprobación de planes y proyectos de investigación, que las Facultades podían proponer para la agenda del INTA. Desde el organismo, uno de los problemas registrados tempranamente se vinculaba a los perfiles profesionales que recibían de las casas de estudio. En 1960 un informe de evaluación del estado del organismo realizado a pedido del secretario de agricultura argentino a la CEPAL, realizado por un integrante de la misma CEPAL y uno de la OEA, remarcaba que los egresados de Veterinaria y Agronomía, y otras especialidades, tenían poca o ninguna práctica en investigación y extensión (Trivelli y Elgueta, 1960: 3). También destacaba que dentro del INTA se había desarrollado un

4 Precisamente, ésta circunstancia fue la que motivó las críticas de la Sociedad Rural Argentina (SRA) a su creación. Como indica Losada (2005), la SRA, entidad representante de las fracciones más concentradas del agro argentino, veía con especial preocupación que el financiamiento del INTA surgiera del 1,5% de las exportaciones.

5 Durante la intervención militar fue ampliado el número de integrantes del Consejo directivo mediante la incorporación en 1977 de un vocal más por las Universidades y uno más por los productores, siendo ocupado éste por un miembro de la Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola (AACREA) desde 1980. El Consejo Directivo del INTA está integrado actualmente por un representante de cada una de las siguientes entidades agropecuarias: AACREA, CONINAGRO, CRA, FAA, SRA; tres miembros de la Secretaría de Estado de Agricultura, Ganadería y Pesca (dos de los cuales ocupan, respectivamente, los cargos de presidente y vicepresidente) y dos representantes por las Facultades de Agronomía y Veterinaria de las Universidades Nacionales. Todos poseen voz y voto en las decisiones del Consejo.

“espíritu de cuerpo” (Trivelli y Elgueta, 1960: 17), característica que iba a moldear la identidad institucional a lo largo del tiempo. A su vez, la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad de Buenos Aires señalaba que no se había consultado a la opinión pública, ni informado a los institutos provinciales, ni a las universidades, críticas que también había recibido la formación de la CNEA (Hurtado, 2010). Al año 1960, las universidades no habían enviado a su representante para integrar el Consejo Directivo del INTA (Losada, 2005). Sin embargo, el organismo ya había logrado constituirse como un nuevo ámbito legitimado en la producción de conocimientos científicos y tecnológicos orientados al agro.

El INTA sería, desde sus comienzos, un agente fundamental en el desarrollo de la genética aplicada al sector agrícola en Argentina. La tecnología utilizada para obtener cultivares y producir semillas mejoradas tuvo a la genética como matriz disciplinar, unida a la experimentación en campo. Los plazos requeridos para la investigación, en tiempos en donde aún no intervenían los marcadores moleculares propios de la biotecnología, requerían entre 5 y 15 años. El mejoramiento genético de las plantas cultivadas permitió lograr un aumento de los rendimientos, la resistencia a enfermedades y plagas, y la mejora de la calidad de las cosechas (Hartmann, 1997; Howell, 1998). Durante las primeras etapas, la experimentación y difusión genética de cultivos fue mayoritariamente oficial, sobresaliendo el papel del INTA en la generación y difusión de nuevos trigos mejorados y maíces híbridos, junto a la introducción temprana de cultivares de soja. Se destacó por introducir las variedades del llamado “germoplasma mejicano” en el país y se abocó a su mejoramiento, desarrollando nuevos trigos sobre la base de cruzamientos entre variedades mexicanas y argentinas⁶. Incursionó tempranamente en el mejoramiento genético de maíz, logrando híbridos exitosos, y fue pionero en la realización de investigaciones para la adaptación y difusión de la soja, en un momento en el que aún el cultivo no contaba con la popularidad que alcanzaría en los años subsiguientes (Gárgano, 2013).

La mejora genética vegetal, centrada en analizar la herencia y modificación de diversas características (forma, fisiología, comportamiento) de las plantas, y su transmisión, estaba, para esta época, transitando profundas transformaciones. Si bien sus comienzos se ubican en los inicios de la agricultura sedentaria y la domesticación de los primeros cultivos, a comienzos del siglo XX los progresos en el campo

6 “Precoz Paraná” (1971), “Marcos Juárez INTA” (1971), “Leones INTA” (1973), “Diamante INTA” (1974), “Surgentes INTA” (1975). En esta época se destacó también la obtención de la primera variedad argentina de algodón por cruzamiento varietal, el “Quichua INTA” (1970). Véase INTA (1996: 143).

de la genética la habían transformado profundamente. En particular, el redescubrimiento de los estudios de Mendel (1865) a manos de Tschrenk, Correns y Vries, permitieron determinar las leyes de la herencia y comenzar a considerar a la genética como una disciplina independiente. Ya en ese entonces, los antecedentes eran significativos. Entre los principales hitos, en 1694 Camerarius había aportado las primeras evidencias sobre la sexualidad de las plantas, aceptada plenamente cuando, casi un siglo después, en 1760, Linnaeus identificó los órganos sexuales en especies vegetales. Luego, serían los estudios de Darwin sobre el papel de la selección natural (1859) los que impulsarían a la mejora vegetal (Howell, 1998). Los primeros congresos internacionales de genética mostraron el destacado papel de la genética vegetal en el área, comenzando por la “*International Conference of Hybridization*” (Londres, 1899), la “*Conference of Plant Breeding and Hybridization*” (New York, 1902) y seguidas por la “*International Conference of Hybridization and Plant Breeding*” (Londres, 1906).

Los avances de la genética hoy considerados como clásicos (genética mendeliana, cuantitativa y de poblaciones), dieron origen a los métodos tradicionales de mejora. Y, desde que se creara en Svalov, Suecia, la primera estación de mejora de plantas hasta hoy, se obtendrían incontables variedades de plantas (Hartmann, 1997). El incremento de la productividad, la generación de resistencia o tolerancia a enfermedades, ambientes adversos y nuevas formas de mecanización estuvieron en el centro de las investigaciones.

Para mediados del siglo XX, en los llamados “países en desarrollo”, los esfuerzos de investigación se concentraron fundamentalmente en trigo y arroz. En 1943, en México, de la mano de la Fundación Rockefeller y el gobierno mexicano, se puso en marcha el plan que daría como resultado la transformación de la producción de trigo de buena parte de la región.

TRIGOS ENANOS, O LOS ECOS DE LA REVOLUCIÓN VERDE

Para la década de 1950 en Argentina existía un fuerte estancamiento en el rendimiento de los trigos locales⁷. El INTA fue, entre otras cosas, una solución para esta problemática. Uno de los imperativos que marcó la creación del INTA fue la misión de abastecer de tecnologías generadas en centros de investigación de las principales potencias. Por las características del proceso tecnológico ligado al fitomejoramiento genético, el acceso a redes internacionales resultó desde los comienzos central

⁷ Vinculado al alto grado de parentesco de los materiales existentes.

y fácilmente realizable. El germoplasma⁸, eje de las investigaciones, podía ser fácilmente trasladado. Y el marco de la “revolución verde” fomentaba la difusión tecnológica. Sin embargo, la adopción no iba a ser tan sencilla. El INTA, lejos de jugar un papel de mero intermediario, iba a tener un papel fundamental en la generación y difusión de nuevos trigos, que iban a propagarse por las pampas.

La “revolución verde” fue el nombre con el que se conoció la transformación de la producción agropecuaria a nivel mundial, que sobrevino a partir de una fuerte inversión tecnológica en la producción agrícola destinada a incrementar los rendimientos de los principales cultivos. Esta “difusión” no estaba desprovista de intereses y conflictos. Si bien su comienzo es situado en la década de 1960, los programas de asistencia técnica fueron introducidos en América Latina desde 1940 y 1950 (Fitzgerald, 1986). Su difusión implicó una transformación radical de la agricultura, dominada por la mecanización y la generación de semillas genéticamente modificadas de alto rendimiento, unidas a un paquete de fertilizantes, pesticidas y herbicidas. Estos cambios estuvieron acompañados por la expansión a nivel mundial de la industria química, bioquímica y farmacológica. Uno de sus escenarios principales fue el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), y uno de sus actores protagonistas el científico Norman Borlaug⁹, director del Programa Trigo del CIMMYT hasta su jubilación oficial en 1979.

El CIMMYT había surgido de un programa piloto en México en 1943, patrocinado por el Gobierno de México y la Fundación Rockefeller. El proyecto fue desarrollar redes internacionales para poner a prueba nuevas variedades experimentales. Bajo la dirección de Borlaug, el CIMMYT desarrolló nuevas variedades de trigo (“los trigos enanos”) que respondían mejor a los fertilizantes que las variedades anteriores, crecían en diferentes latitudes, eran resistentes al vuelco (por su enanismo) y a una devastadora enfermedad del trigo conocida como la roya del tallo (CIMMYT, web). Para la década de 1950, México era autosuficiente en la producción de trigo y los investigadores del proyecto, financiados por la Fundación Rockefeller, emprendieron una campaña

8 La variabilidad genética intraespecífica o los materiales genéticos que permiten perpetuar una población o especie vegetal, presente en este caso en las semillas.

9 Nacido en Iowa, Norman Ernest Borlaug (1914-2009) estudió fitopatología en la Universidad de Minnesota y obtuvo su doctorado en 1941. Entre 1944 y 1960 fue el científico de la Fundación Rockefeller a cargo de mejoramiento de trigo bajo el Programa Cooperativo Agrícola de México. Más tarde se desempeñó como consultor del Ministerio de Agricultura de México, y fue asignado al Programa de Alimentación Interamericano de cultivos como director asociado de la Fundación Rockefeller (CIMMYT, web). Para un estudio del rol de la Fundación Rockefeller en México, y de el impacto de la “revolución verde” en este país, véase Fitzgerald (1986).

vigorosa para exportar el modelo de innovación en otros países, como India y Pakistán, cuya población superaba la producción de trigo y arroz, entre otros. En 1967, India importó 18.000 toneladas de semillas de las variedades de trigo mejoradas, y durante 1967-1971 los dos países duplicaron su producción triguera (CIMMYT, web). El éxito de las nuevas variedades, junto con la difusión de las prácticas agronómicas de manejo que implicaban el uso de fertilizantes, provocó la adopción generalizada de las variedades mejoradas y las nuevas técnicas de cultivo. Las nuevas variedades de trigo revolucionaron la producción triguera en México desde mediados de 1950, y desde mediados de 1960 fueron extendidas a la India, Pakistán y América Latina. El fenómeno llegó así a ser llamado la “revolución verde”. Según el propio CIMMYT (web) “Los beneficios sociales y económicos de este movimiento fueron reconocidos en todo el mundo cuando el Nobel de la Paz fue otorgado a Norman Borlaug en 1970” y las variedades de trigo mejoradas “evitaron la hambruna y el hambre en el sur de Asia y otras partes del mundo”. Desde entonces, diversos autores han analizado críticamente el fenómeno. Entre los puntos señalados, se ha hecho hincapié a que -con el argumento de contrarrestar las hambrunas en distintas regiones- la modernización tecnológica del agro tuvo como contrapartida la aparición de fuertes transformaciones sociales, económicas y ambientales (Pengue, 2005). En este sentido, se ha señalado que los campesinos de menor escala no lograron adaptarse a los cambios y que las prácticas de extensión rural difundidas desde los Estados Unidos chocaron con los patrones culturales locales (Fitzgerald, 1986). También que esta “revolución verde” fue sostenida como alternativa, en línea a los fundamentos de la Alianza para el Progreso, a las “revoluciones rojas” que circulaban por el tercer mundo. Asimismo, fue convergente a la movilidad de capitales -en ascenso luego de la caída de Bretton Woods- que fomentó el accionar de grandes firmas, empresas transnacionales, laboratorios químicos, semilleras y comercializadoras exportadoras, que pasaron a controlar la mayor parte del mercado agrícola internacional (Teubal, 2001). En este escenario, el uso de insumos externos que conformó el paquete tecnológico (agroquímicos, semillas mejoradas y renovadas técnicas de irrigación) se incrementó notablemente (Perelmuter, 2011).

El INTA poseía el mayor campo experimental de trigo de toda Sudamérica, situado en su estación experimental Marcos Juárez. El científico Norman Borlaug sugirió la creación de un programa de cooperación científico-técnica. El “Programa Cooperativo Internacional”, planteado entre el CIMMYT, el INTA y la Fundación Ford se concretó en 1961. A través de esta articulación, el INTA introdujo los llamados “trigos mejicanos”, las líneas Norin 10 x Brevor y sus derivados. Destacados profesionales, entre ellos el propio Borlaug y John Lonnquist, partici-

paron personalmente en la diagramación y realización de planes de mejoramiento de trigo y maíz que se asentaron en distintas estaciones experimentales del INTA; en especial en las de Pergamino, Bordenave, Paraná, Famaillá, Balcarce y, sobre todo, en Marcos Juárez. A partir de esta articulación, se introdujeron los famosos “trigos mejicanos” que revolucionaron el rendimiento del cultivo y se extendieron ampliamente por la agricultura argentina. Además de incrementar los rendimientos, el nuevo material introdujo variabilidad genética al germoplasma que ya estaba difundido, mejorando su resistencia inmunológica (Calzolari, Polidoro y Conta, 1984). Mediante la introducción del germoplasma mexicano y la realización de las investigaciones necesarias (a partir de cruza con variedades locales), en 1970 el INTA lanzó su nueva variedad, resistente al vuelco y de rendimientos significativamente mayores a los existentes¹⁰.

Durante la década de 1970 la zona norte triguera del país, tradicionalmente controlada por variedades pertenecientes a la firma Klein, fueron reemplazadas por variedades del INTA; mientras que la región sur continuó dominada por los trigos de Buck¹¹, quien a diferencia del otro gran criadero nacional, incorporó rápidamente los nuevos trigos (Gutiérrez, 1986). En 1974, a través de 15 agencias de extensión rural distribuidas a lo largo de la zona triguera¹², que involucraban a 110 extensionistas, el INTA estimaba llegar a 100.000 productores (CD INTA, ACTA 631, 1974). Para 1975, lideraban el mercado, sobre todo en las subregiones del norte de la zona triguera. La producción de semilla original de trigo del INTA abastecía aproximadamente la cuarta parte del mercado nacional, y entre el 22 y el 28% de la semilla original de trigo del país era provista por sus cooperativas de productores de semillas (Gutiérrez: 1986). En una posición equivalente se situaban los criaderos de capital nacional Buck y Klein, y en último lugar las transnacionales. Los trigos de origen mexicano difundidos por el INTA también fomentaron la introducción de la soja en el país. Debido a su ciclo corto, y a que tenían una cantidad mucho menor de rastros, según explica un investigador del INTA que comenzó a trabajar como mejorador de soja en 1979, estos “permitían al productor inmediatamente atrás del trigo

10 La evaluación de la obtención de cultivares de trigo a partir de estos cruzamientos también fue hecha por el INTA, la calidad de la producción triguera local resultante era evaluada positivamente. Calzolari, Polidoro y Conta (1984) y Nisi y Galich (1983).

11 La relación entre el INTA y Buck fue siempre cercana, el INTA llegó incluso a capacitar durante una estadía de 45 días a Hilda Buck en la Unidad Inmunología Vegetal del Departamento de Genética, a fin de profundizar sus conocimientos sobre las distintas enfermedades del trigo (INTA, resolución de Consejo Directivo N° 175, julio de 1975.)

12 Fundamentalmente, Pergamino, Balcarce, Marcos Juárez, Rafaela, Paraná y Anguil.

sembrar soja, facilitando así hacer el doble cultivo trigo-soja” (entrevista, 28-02-2012, en Gárgano, 2013).

De acuerdo con un informe de INTA publicado en agosto de 1989, la superficie ocupada por cultivos de trigo producidos por INTA representaba entonces más del tercio total del área sembrada en el país. Los cultivares surgidos a partir de los cruzamientos realizados con germoplasma de origen mexicano también fueron incorporados por los semilleros y criaderos privados, que usaron este nuevo material genético debido a su alta productividad y resistencia al vuelco, lo que se traducía, en estimaciones del INTA, en un 90 a 95% de superficie cultivada con estos materiales en el país. Es decir, un tercio de los cultivares eran producto de la labor del INTA. Un 35% correspondiente a la semilla original y más del 60% a la semilla multiplicada por los semilleros (INTA, 1989).

Dentro de las creaciones del INTA los cultivares de especies autógamas de cereales y oleaginosas fueron las creaciones más abundantes, el trigo en primer lugar. ¿A qué respondía esta situación? En buena medida, se explicaba por el tipo de especie, que implicaba la ausencia de atractivos comerciales en la fase de generación de las variedades. Las semillas mejoradas se dividen entre especies autógamas (como el trigo y la soja), y aquellas para las que existen métodos de hibridación (como el maíz, el sorgo y el girasol). Dentro del primer caso, el agricultor puede hacer su propia semilla, ya que la semilla que dio origen a la planta, y el grano cosechado contienen la misma información genética. Opera en este sentido, como una “tecnología autorreproducible” (Gutiérrez, 1986: 3). Esto implica que una nueva creación de una especie autógamma es fácilmente reproducible. En cambio, en el caso de las alógamas, el grano cosechado no puede ser usado como simiente, lo que obliga al agricultor a comprar semilla todos los años. De otro modo, los rendimientos decrecen paulatinamente. Como indica Alapin (2008: 30): “Las variedades autógamas, por razones evidentes, no interesaban a las empresas multinacionales de semillas, ya que esto no les garantizaba la captura de un mercado”. Por otro lado, los beneficios directos de la introducción de los nuevos “trigos mejicanos”, como los indirectos que apuntalarían la expansión de la rotación trigo/soja, sí serían crecientemente aprovechados por los capitales privados.

¿Qué ocurrió entonces con las investigaciones centradas en la obtención de híbridos? Como adelantamos, este rubro sí contó desde un principio con un creciente interés mercantil. Como veremos, esta situación se reflejaría tanto en el marco regulatorio que acompañó el desarrollo de los estudios, como en la trayectoria seguida por el sector privado.

HÍBRIDOS DE MAÍZ O MERCANTILIZACIÓN DE CONOCIMIENTO

A partir del descubrimiento realizado en 1903 de la heterosis o “vigor híbrido”, comenzó la investigación para la obtención de maíces híbridos. La semilla híbrida contiene dos rasgos fundamentales que la vuelven un negocio altamente rentable: el vigor híbrido (que supone un incremento sustancial en los rendimientos), y la imposibilidad de multiplicarse (que impide que el agricultor pueda auto proveerse de semilla en cada cosecha). La hibridación rompió la identidad genética entre la semilla (medio de producción) y el grano (producto final), instando a los productores a recurrir al mercado para obtener semillas en cada cosecha (Katz y Bercovich, 1990). El acceso a la información de las líneas que forman el cultivar híbrido opera en este caso como un elemento clave, en donde el obtentor juega un rol sustancial. Pronto, el monopolio de la información sobre la fórmula (la combinación de líneas) que da origen al híbrido, se convertiría en un factor de peso dentro de la industria semillera.

A nivel internacional, la producción de híbridos se originó en el sector público norteamericano. Los primeros híbridos de maíz fueron desarrollados en los Estados Unidos hacia 1931 (Howell, 1998). En Argentina, el Instituto de Investigación Agrícola de Santa Fe fue el primero en desarrollar e inscribir híbridos de maíz en 1945. Luego lo hicieron la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires y la estación experimental Pergamino del INTA, que pasaría a concentrar la actividad oficial (Gutiérrez, 1986: 27). Como señala Hebe Vessuri (2005) en su reconstrucción de la trayectoria de Salomón Horovitz Yarcho, un destacado protagonista de la genética profesional sudamericana, para 1930 Argentina carecía de personal entrenado en genética vegetal aplicada y esto se reflejaba en la oferta comercial de semillas. Recién en la década de 1950, con la creación del INTA, la actividad pública en el área de semillas híbridas adquirió fuerza, y en 1960 la producción comercial de híbridos comerciales alcanzó resultados.

Las investigaciones del INTA estuvieron siempre abiertas para su uso y acceso, mientras que la actividad privada fue incorporando sucesivas restricciones que resguardaron sus materiales. A partir de una resolución del año 1959, comenzó a regularse la inscripción de híbridos comerciales. Esta resolución de la Secretaría de Agricultura y Ganadería impuso la existencia de dos categorías para los híbridos: de “pedigrí abierto”, cuyas líneas permanecerían abiertamente declaradas y con libre disponibilidad; y de “pedigrí cerrado”, cuyas líneas componentes serían guardadas en secreto, sin ser declaradas y por lo tanto sin libre acceso. El primer caso correspondía a los híbridos del sector público (es decir, al INTA), y el segundo al sector privado, lo que le

otorgó una protección similar a una patente (INTA, 1996)¹³. El carácter cerrado del pedigrí, al mantener en secreto las líneas que componen las líneas comerciales, también impedía expresar -en forma declarada- el peso de las líneas públicas en las creaciones privadas¹⁴. Por el contrario, el carácter abierto que comenzó a regir para el sector público garantizó el libre acceso a los materiales desarrollados por las investigaciones oficiales. De este modo, como señala el ingeniero agrónomo Daniel Rossi, en esta fecha se instituyeron las condiciones para la apropiación privada de creaciones públicas en materia de híbridos de maíz (Rossi, 2007).

En 1962 el INTA obtenía el híbrido “Abatí 1 INTA”, el primer híbrido comercial de maíz exitoso del país. Las empresas con capacidades para incursionar en la producción y comercialización de híbridos, amparadas en la nueva legislación y en el acceso al material desarrollado por el instituto, incrementan significativamente sus inscripciones. Las investigaciones del INTA, radicadas fundamentalmente en su estación experimental de Pergamino, habían comenzado pocos años antes de la creación del instituto. A la difusión del “Abatí 1”, le siguieron nuevas investigaciones de mejoramiento que culminaron con el “Abatí 2”. Difundido a partir de la campaña agrícola 1968-1969, durante los primeros años de la década de 1970 llegó a representar casi un 20% del total de semilla híbrida producida en el país (Gutiérrez, 1986).

A nivel internacional, tanto el CIMMyT con sede en México, como las universidades extranjeras y, en menor medida las estaciones experimentales agronómicas de los Estados Unidos, abastecieron de material genético a las empresas transnacionales o locales (Rasmussen, 1989). En el plano nacional, el INTA fue el organismo encargado de articular con estas contrapartes, tanto en el desarrollo de líneas extranjeras, mediante investigaciones adaptativas, como en la generación de creaciones propias. La participación de las líneas públicas en los híbridos privados se convirtió así en una condición necesaria para su expansión. En palabras de un fitomejorador del INTA especialista en maíz, el germoplasma desarrollado por el INTA, de libre acceso, fue utilizado por el sector privado, en creciente concentración, que comenzó a producir híbridos cuyas líneas progenitoras habían sido desarrolladas por el INTA (entrevista, 21-09-2011). Esta modalidad de cooptación estuvo presente

13 Cabe aclarar que la analogía es válida en relación a la protección, pero no, como sí sucede con las patentes, para la libre disponibilidad. En otras palabras, mientras que una patente implica un pago a partir del cual lo patentado tiene libre difusión, en este caso el carácter cerrado del pedigrí era, a la vez, la garantía de su secreto comercial y la condición para la apropiación de los beneficios derivados de la comercialización de los híbridos.

14 El *pedigree* abierto obligó a revelar las fórmulas, fiscalizar los lotes de semilla parental y ceder las líneas endocriadas a quien lo solicitara.

durante toda la etapa de conformación y expansión del sector en 1950 y 1960, y se intensificaría en la década siguiente.

Para 1970, en paralelo a la creciente concentración del mercado de la actividad semillera, fue transformándose la protección jurídica de las innovaciones. La legislación internacional, basada en la defensa de la propiedad de los obtentores -el *Plant Breeders Right*- buscó limitar la multiplicación por parte de terceros y la venta de las semillas obtenidas sin previo pago de regalías. En Argentina, la Ley 20.247 de Semillas y Creaciones Fitogenéticas, promovida por las grandes empresas productoras de semillas, otorgó esa “protección” al sector privado. Sancionada en 1973, entró en funcionamiento en 1978 e introdujo el concepto de protección de la propiedad de las creaciones fitogenéticas, es decir el derecho del obtentor (Ronner, 2013). El debate internacional sobre el marco regulatorio centrado en la protección de la propiedad intelectual para variedades vegetales se había instalado desde fines de 1950, con los primeros acuerdos internacionales que legislaron sobre los derechos de los fitomejoradores y sus empresas, entre los que se destacó la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV) firmada en 1961 por un conjunto de países europeos (Ronner, 2013). En 1978 Argentina adhirió a la UPOV, incorporando la prohibición de la “doble protección”, es decir, que un tercero pudiera desarrollar actividades de mejoramiento vegetal sobre variedades previamente protegidas. Este marco regulatorio incrementó la protección hacia los derechos de los obtentores del sector privado, los únicos capaces de registrar y restringir sus creaciones. En este sentido, la nueva legislación profundizó disposiciones que ya se encontraban vigentes. Como señalan Katz y Bercovich (1988), el sector privado fue apropiándose de las líneas desarrolladas por el sector público, de libre disponibilidad, hasta marginar del mercado a los híbridos oficiales¹⁵.

En 1973 el INTA recibió una visita del director del CIMMyT, Hal-dore Hanson, y del responsable del Programa Maíz del Centro. Éste último puntualizó que la identificación de problemas tecnológicos para la producción de maíz en la década 1970-1980, la definición de las necesidades de los programas nacionales de producción en los países en vía de desarrollo y el avistamiento de acciones interinstitucionales orientadas a incrementar la producción de maíz, estaban entre los principales

15 La firma pionera en semillas híbridas de maíz, Cargill, antes de lograr su primer híbrido comercial, “Cargill Record 1” en 1955, funda su criadero en 1946 y comienza a trabajar en base a los materiales (públicos) del Instituto Ángel Gallardo, para lo que también recurre a la contratación de uno de los principales responsables de la creación de los híbridos oficiales. También el criadero Santa Úrsula incursiona en la rama a partir de la contratación de un reconocido investigador ligado a la Facultad de Agronomía y Veterinaria, véase Gutiérrez (1986: 28).

objetivos del CIMMyT. Bajo el título “Rol del maíz en las necesidades de alimentos del mundo para 1980”, Hanson expuso cuatro aspectos fundamentales que habrían de considerarse en los programas de maíz de la década: crecimiento demográfico, tendencias en la producción de alimentos, el problema de las proteínas (referido al consumo proteico) y el uso de fertilizantes. Mientras que Hanson hizo hincapié en la necesidad de duplicar la producción, la Dirección Nacional del INTA agregó otra observación:

Esta Dirección Nacional considera que deberían analizarse otras alternativas de mayor impacto relacionadas con aspectos socio-económicos más que tecnológicos. De ser así, es posible que los esfuerzos en la producción de tecnología recomendada en este Simposio como la principal solución *sea desplazada a segundo plano como elemento productor de cambio* en los países de referencia [países en desarrollo] (CD INTA, Acta N° 591, 06-07-1973, énfasis propio).

Los argumentos propios de la expansión de la “revolución verde”, centrados en el desfase entre el crecimiento demográfico y el ritmo de crecimiento de las cosechas, eran señalados por el INTA como insuficientes en tanto elementos “productores de cambio” en los países de la región. El énfasis puesto en abordar “problemas socio-económicos” constituía una orientación poco frecuente en el organismo, más bien vinculado a los planteos que marcaban a la producción de tecnología como solución a múltiples problemáticas del sector, sin ahondar en las condiciones de producción de la misma, su grado de alcance entre las distintas franjas sociales del agro, y la conexión con otras problemáticas fundamentales del sector (como el acceso a la tierra). En este sentido, este señalamiento -pronunciado en 1973- se articulaba con la vinculación que el organismo estaba manteniendo con algunas de las iniciativas de la cartera agropecuaria promovidas desde la Secretaría de Agricultura y Ganadería, así como con la discusión sobre la orientación de sus actividades presentes en otras áreas de investigación. Por otro lado, este eje no se relacionaba solamente con los posicionamientos que se esbozaban desde la dirección del instituto. También, y fundamentalmente, se ligaban a los planteos críticos que por entonces enarbolaban algunos integrantes del organismo, referidos tanto al destino de los productos de su trabajo, como a quiénes debían ser los destinatarios del INTA.

Los mecanismos de apropiación y transferencia de conocimientos producidos en el ámbito público no solamente se vinculaban a la apropiación de recursos genéticos, también se ligaban a la cooptación de profesionales y saberes. Según recuerda una investigadora del ins-

tituto del área de Suelos, “era muy habitual que una vez que INTA formaba un técnico joven fuera cooptado por la industria privada, cuando ya estaba formado, *con todo el conocimiento*” (entrevista, 18-08-2012)¹⁶. Junto a este proceso, en ocasiones el producto final de largos años de investigación era también objeto de apropiación, ya que “otras veces [el sector privado] cooptaba también investigadores formados que se iban *con la bolsa a cuestas* (Gárgano, 2013).

Además de cumplir un rol destacado en la investigación dedicada al cultivo, también los servicios de extensión del INTA fueron claves para la difusión de los híbridos y su adopción en el medio rural. En 1973, los híbridos oficiales inscriptos eran ocho, y dentro del período 1965-1970 el porcentaje medio de semilla de híbridos de pedigrí abierto alcanzaba el 22% del total de semilla híbrida. Sin embargo, para el período 1975-1980 el porcentaje de semilla híbrida del sector público había bajado casi 20 puntos (era del 2,7%) y para 1983 sólo existían dos híbridos oficiales (Gutiérrez, 1986. La transferencia de tecnología del ámbito público al privado culminaba con una reorientación de la política tecnológica del INTA. El 12 de junio de 1979, el interventor civil del INTA designado por la dictadura firmaba una resolución tendiente a direccionar la actividad institucional en mejoramiento genético vegetal. Y resolvía que el INTA proporcionaría a todo criadero que lo solicitara el material de crianza de las diversas especies, incluidas poblaciones de los primeros ciclos de selección y líneas de híbridos registrados (CD INTA, Res. 310/79, 12-06-1979). Según recuerda un investigador del organismo, “algunos no entregaban el material, lo escondían.” Si bien la resolución regía para todo el material pre-competitivo, era especialmente importante en maíz, “porque ahí tener las líneas de híbridos en estado pre competitivo era fundamental” (entrevista, 01-03-2012). Entre 1976 y 1986 el INTA no inscribió ningún híbrido, si bien se ha estimado que dos líneas públicas permanecieron presentes en el 80% de los cultivos (Katz y Bercovich, 1988). Junto a la disminución de los híbridos inscriptos, también se redujo la difusión entre los agricultores de los híbridos oficiales de maíz. El principio general de “subsidiaridad” del Estado, planteado como regla básica por el equipo económico liderado por el entonces ministro de economía José A. Martínez de Hoz, aparecía así vinculado directamente a las actividades del INTA. Se había producido, en los términos de Saraiva y Wise (2010: 424), una “co-evolución” entre la agenda de la investigación científica y la política económica. En este sentido, junto al desmantelamiento producido desde el Estado

16 Este mecanismo de transferencia de conocimientos ha sido analizado por Oteiza (1996), quien hizo hincapié en la movilidad de científicos (portadores de conocimientos) como parte del proceso de “fuga de cerebros”.

sobre la actividad científica, también desde el ámbito científico y tecnológico se accionó activamente produciendo insumos (el conocimiento y la regulación de su apropiación) para las transformaciones en curso¹⁷.

A nivel internacional, el avance -situado alrededor de la década de 1970- hacia la privatización de la ciencia y la tecnología ha sido señalado por distintos especialistas (Rose y Rose, 1976; Nuñez Jover, 2001). En este sentido, Pestre (2005) marca una transformación en la producción de saberes para este período y discute los efectos de la creciente apropiación privada del conocimiento científico. En cuanto a la investigación orientada al agro, Palladino (2002) señala que, luego de la transformación durante 1960 del fitomejoramiento en la era de la ingeniería genética, para 1970 la reorganización de la investigación agrícola se caracterizó por una integración de la actividad académica y los servicios de extensión rural con políticas económicas tecnocráticas y corporativistas. Asimismo, en Estados Unidos, para 1980 dos transformaciones del marco regulatorio de la actividad de CyT se vinculaban a esta problemática. El Acta de Transferencia de Tecnología de Stevenson-Wydler, que facilitó los convenios entre laboratorios públicos, universidades y empresas, y la Enmienda Bayh-Dole a las leyes de patentes, que otorgó a las universidades y centros de investigación la posibilidad de percibir derechos de propiedad intelectual por trabajos realizados con fondos públicos (Krimsky, 1991).

Para ese entonces, la agricultura argentina experimentaba un proceso de transformaciones, con eje en la región pampeana, vinculado como hito local a los ecos que la llamada “revolución verde” generaba a nivel internacional. Luego de una primera recuperación durante 1960, a lo largo de la década de 1970 el crecimiento de la producción agrícola pampeana se tornó vertiginoso, hasta alcanzar una cosecha record a nivel nacional en 1984-1985 (Balsa, 2006: 133)¹⁸. Mientras que las décadas

17 Resta, en este sentido, profundizar el estudio en los ámbitos que se expandieron en este período. En el caso de la producción nuclear, hace falta avanzar en la articulación sostenida entre científicos, tecnólogos y empresarios en función de desentrañar cómo el crecimiento de la CNEA se articuló a la expansión de la “patria contratista”, situación que es señalada por Hurtado (2009; 2010). En este sentido, resulta fecundo el análisis de Saraiva y Wise (2010) sobre la producción científica durante el fascismo europeo, pese a las profundas diferencias históricas entre los procesos analizados. En especial, cuando señalan que el rol jugado por los científicos -por ejemplo en la producción genética vegetal en España- vinculado a materializar algunas de las transformaciones en curso fue más importante para la política económica de estos estados, que las adhesiones políticas o ideológicas personales o al fascismo. En el caso español, esto se vinculó a la política de autarquía y al asilamiento en el que entró el régimen franquista. En Argentina, resulta relevante analizar qué lugar ocuparon los ámbitos de CyT en la expansión de contratos con ámbitos privados impulsada desde el Estado.

18 Si bien durante la década de 1960 la producción agrícola pampeana recuperó el nivel

de 1950 y 1960 se destacaron por la difusión de maquinaria e implementos agrícolas (fundamentalmente, la tractorización y la cosechadora de maíz, que redujo en gran medida el trabajo manual), la década de 1970 se distinguió por la introducción de semillas mejoradas (de trigo, maíz, sorgo granífero y girasol). Las innovaciones tecnológicas, basadas fundamentalmente en la adopción de agroquímicos, la utilización de semillas nuevas y los procesos de mecanización, fueron analizadas como un elemento clave dentro de este proceso (Obschatko, 1988).

El avance de la producción agrícola para la exportación, con eje en cereales y sobre todo en oleaginosas, fue acompañado por un contexto de precios de exportación favorables. La superficie sembrada con oleaginosas aumentó en un 75% entre 1976-1977 y 1980-1981, a diferencia del período anterior, en el que la tasa de crecimiento de los cereales aventajó al de las oleaginosas hasta la irrupción de la soja en 1973-1974 (Becerra, Baldatti y Pedace, 1997). El incremento de la producción, fuertemente atada a la demanda externa, pronto provocaría profundas dislocaciones en la estructura social agraria. Como señalan Giarraca y otros (2005), el proceso de “sojización” ligado a la desaparición de buena parte de los productores familiares, daría paso a partir de esta década a una “agricultura sin agricultores”. La agriculturización se extendió a partir de sucesivas políticas fiscales que favorecieron la sustitución de cereales por oleaginosas y la hegemonía de la agricultura continua (Becerra, Baldatti y Pedace, 1997). El auge del ciclo agrícola, protagonizado por el despunte de las oleaginosas, se acompañaría en forma creciente por múltiples problemas sociales, ambientales y económicos, contracara de la flamante “modernización”. Las dislocaciones en la estructura social agraria que acompañaron este proceso incluyeron alteraciones en la organización social del trabajo rural, en el régimen de propiedad y tenencia de la tierra, además de significativas implicancias socio-culturales. El aumento del contratismo, la desaparición de agricultores familiares y pequeños productores, la extensión de los contratos accidentales como sistema de arriendo, y la consolidación de la polarización social en el medio rural-producto del encarecimiento del paquete tecnológico básico- fueron algunas de sus consecuencias más visibles (Aparicio, 1982; Balsa, 2006). La contracara de esta expansión estuvo dada, como ya señalamos, por las crisis de las economías regionales y el agravamiento de las condiciones de producción de los productores familiares y minifundistas (Alemany, 2009). Si bien la mecanización de la producción y la difusión de técnicas de cultivo y prácticas agronómicas de manejo fueron un aporte necesi-

alcanzado en las décadas de 1920 y 1930, en torno a las 16 millones de toneladas, fue en estos años cuando se llegó a las 36 millones de toneladas de cereales y oleaginosas en la región pampeana y 44 millones de toneladas en todo el país (Balsa, 2006).

rio para el incremento de la producción del sector, el núcleo del cambio tecnológico estuvo protagonizado por el mejoramiento genético incorporado a las semillas.

Las principales empresas que para el fin del período analizado dominaban el mercado de semillas híbridas eran filiales de grandes capitales, en su mayoría de origen extranjero. A pesar del carácter fuertemente concentrado y transnacionalizado de la rama, la entrada de nuevos capitales que lograron posicionarse en poco tiempo y a partir de escasos trabajos de fitomejoramiento expresaba el papel clave que cumplió la libre disponibilidad de las líneas oficiales. En este sentido, en este rubro pareciera pertinente la caracterización de explotación cognitiva de conocimientos científicos (Kreimer y Zukerfeld, 2014)¹⁹. A mitad de la década de 1980 la producción de híbridos en el país era controlada por un puñado de empresas transnacionales: Cargill y Continental (principales exportadoras de grano y detentoras de una gran integración vertical), empresas productoras de híbridos que protagonizaron fusiones con grandes farmacéuticas²⁰, y Pioneer, para 1985, la firma líder en maíces híbridos en los Estados Unidos.

En 1987 un nuevo marco regulatorio, los Convenios de Vinculación Tecnológica, habilitaron al INTA a pautar una retribución, en forma de regalías. Al igual que en el marco normativo previo, se promovió y garantizó la cesión de materiales privilegiando la transferencia de las investigaciones realizadas fuera de su órbita. En simultáneo, de la mano de fuertes transformaciones productivas y científicas, nuevas técnicas entrarían en escena, encolumnadas detrás de la biotecnología, eclosionado fuertes disputas dentro de las identidades profesionales de los mejoradores tradicionales y en sus estrategias por conseguir recursos. Si bien los cambios, enmarcados en el marco neoliberal de la década de 1990, no iban a ser menores, la dinámica de apropiación de conocimientos obtenidos con fondos públicos, lejos de experimentar una ruptura, profundizaría su alcance y sus impactos.

CONCLUSIONES

A partir de su creación, el INTA se erigió como un nuevo lugar de producción de conocimientos científicos y tecnológicos orientados al agro,

¹⁹ Los autores llaman “explotación cognitiva” a una relación social en la que se produce una apropiación, con fines de lucro, de conocimientos originados sin fines de lucro, en intercambios voluntarios y legales, a partir de la que se obtiene un excedente comercial. Distinguen analíticamente otros tres tipos de explotación cognitiva: de conocimientos tradicionales, informacionales y laborales (Kreimer y Zukerfeld, 2014).

²⁰ Sandoz/Northrup King, Pfizer/Dekalb, Ciba-Geigy/Funks, Upjohn/Asgrow. Para una caracterización de la industria y las principales firmas, véase Gutiérrez (1986: 40, 49)

disputando la voz autorizada en materia de investigaciones agropecuarias, hasta entonces concentrada mayoritariamente en las universidades. Introdujo nuevas formas de relación entre la formulación de problemas, el establecimiento de equipos de investigación y la necesidad de generar soluciones “prácticas” para las problemáticas de la actividad en el país. También fue un agente innovador en el establecimiento de vínculos de cooperación científica regional e internacional. En sus amplios planes de trabajo, la genética vegetal ocupó desde los inicios un lugar destacado.

Dentro de las investigaciones en mejoramiento genético vegetal desarrolladas en Argentina, las realizadas por el INTA tuvieron un rol fundamental. En el caso de los estudios centrados en la obtención de híbridos de maíz, en razón a su interés comercial y del destacado rol que el conocimiento jugó en su producción en tanto híbrido, los mecanismos de apropiación del conocimiento científico-tecnológico generado por este organismo tuvieron un rol más destacado que en otros cultivos. Simultáneamente, el sector público desarrolló investigaciones en áreas incapaces de generar conocimientos plausibles de ser apropiados comercialmente en forma tan directa, como lo atestigua su rol en la introducción, adaptación y mejoramiento en especies autóгамas, especialmente en trigo. En este último cultivo, los planes de cooperación regional, establecidos entre el INTA y el CIMMYT, permitieron lograr resultados exitosos para dar solución al estancamiento de la producción. Una problemática que contó con escaso interés (e inversión) por parte de las empresas semilleras, y que fue superada luego de una década de articulación conjunta entre ambos organismos.

El INTA, a su vez, fue escenario de la puesta en marcha de un ciclo histórico de producción y uso de los conocimientos generados en su ámbito, que generó que estos fueran crecientemente apropiados por una fracción de los capitales privados que fueron conformando, primero, y dominando, luego, el mercado semillero. Esta dinámica favoreció la consolidación de los sectores más concentrados del agro y se alineó con los principales cambios registrados en el sector a nivel nacional, tanto a nivel de los contenidos de las políticas agropecuarias impulsadas a partir de mediados de la década de 1970, como en relación a la polarización que sufrió la estructura social agraria en diversas regiones del país.

Durante la segunda mitad de la década de 1970, el eje de las tareas de investigación y extensión del INTA mantuvo también fuertes conexiones con la reificación de la concepción que definió el rol subsidiario de las intervenciones estatales (en este caso en materia de tecnología agropecuaria) como garantes del sector privado. Su política de vinculación tecnológica en el área de fitotecnia concentró sus esfuerzos en la investigación básica. Esta estuvo centrada en la provisión, a una

fracción del sector privado, de los recursos genéticos fundamentales para desarrollar nuevas variedades (Alapin, 2008). Esta franja, principalmente transnacional, ocupó la totalidad del mercado y el INTA perdió la relevancia que tuvo en maíces híbridos. Mientras que retuvo entre sus actividades la mejora de poblaciones y la provisión de germoplasma, delegó la fase siguiente de terminación de las variedades. De este modo, posibilitó que las fases más competitivas y rentables pudieran ser concretadas fuera del ámbito estatal, por el sector empresarial con capacidades de I+D.

Esta situación es similar a la señalada por Dagnino (2009), quien marca la existencia de una alianza informal entre comunidades de investigación y empresas privadas, que posibilita que el Estado asegure la financiación de la renta de las empresas y su apropiación del conocimiento gestado con fondos públicos. Mientras que Kreimer y Thomas (2006) señalaron que algunos conocimientos “aplicables” son aplicados a nivel internacional pero no a nivel local, en este caso los conocimientos científicos aplicables (disponibles y producidos por una institución pública) fueron aplicados por una fracción del sector privado (mayormente de matriz extranjera, aunque no en forma absoluta). Asimismo, se ha señalado que la producción de conocimiento realizado por investigadores de países periféricos en el marco de grandes redes transnacionales, es industrializado en los países centrales, que las coordinan (Kreimer, 2010). En este sentido, la trayectoria de la producción de híbridos de maíz expone cómo la industrialización del conocimiento generado por el INTA ha sido realizada en forma creciente fuera de su órbita. Encabezada por capitales de origen internacional, aunque no en forma exclusiva, esta tendencia estuvo presente desde los comienzos de la estructuración de la industria semillera en Argentina, a la que el instituto apuntaló fuertemente mediante sus investigaciones.

El centro del esfuerzo en investigación para el desarrollo tecnológico agropecuario fue financiado por el Estado. Si los costos fueron cubiertos en forma colectiva, no ocurrió lo mismo con los beneficios. El sector público sostuvo, de este modo, la investigación y experimentación en rubros que no eran redituables comercialmente, y/o por su alto riesgo y bajo costo, no habían sido incorporados por el ámbito privado; y poseían una baja potencialidad de funcionar como monopolios transitorios por vía del cambio tecnológico²¹. En este sentido, los cultivares públicos continuaron predominando en aquellas especies que no otorgaban beneficios rentables atractivos.

21 Visible en el caso de las especies autóгамas, con las que se puede sembrar y no hay un secreto plausible de ser conservado como en los híbridos. Principalmente, el INTA mantuvo su peso en los casos del algodón, maní, arroz, cereales de invierno, lino y cártamo.

En el caso de los híbridos de maíz, paradójicamente, el libre acceso a los conocimientos científicos y técnicos producidos por el instituto (elemento básico en cualquier búsqueda de su democratización y acceso abierto) intensificó su apropiación por parte de los sectores más concentrados. El marco regulatorio que, desde 1959, planteó condiciones disímiles para el sector público (regido por el “pedigree abierto”) y el privado (protegido por el “pedigree cerrado”), se articuló con nuevas disposiciones que, en la práctica, hicieron que el libre acceso a los conocimientos desarrollados por un organismo como el INTA permitiera su incorporación al secreto comercial de los híbridos privados. No existió, en este sentido, ninguna iniciativa por direccionarlos en un emprendimiento público. No solamente durante la última dictadura, cuando cobró fuerza el rol subsidiario del Estado, si no también antes y después, a diferencia de otras ramas (como el petróleo o algunos rubros industriales), no fue organizada ninguna experiencia de producción pública de semillas que utilizara las investigaciones realizadas.

El INTA se erigió en el canal que direccionó la apropiación privada de las inversiones realizadas por años en cooperación científica-técnica regional e internacional, formación de profesionales, obtención de materiales y capacidades técnicas. En este sentido, antes que enmarcar las trayectorias de investigación en un caso de explotación cognitiva (Kreimer y Zukerfeld, 2014), elegimos situarlas en un claro ejemplo de apropiación privada de conocimientos científicos, en las que su principal productor, lejos de jugar un rol pasivo y de meramente expoliado, fue un eslabón clave para la consecución de la “transferencia” y utilización de los conocimientos con fines lucrativos.

Prácticas científicas, obtención de resultados, marcos jurídicos y conformación de la industria semillera, conformaron un mismo entramado, en el que intervinieron diversos mecanismos de apropiación, cooptación y cesión de conocimientos orientados al agro. Mediante el organismo, el Estado, principal productor del marco regulatorio que regló la actividad de investigación en el área de semillas, sostuvo la transferencia de conocimientos, y de inversiones realizadas en forma sostenida por años en cooperación científica-técnica, formación de profesionales, obtención de materiales y capacidades técnicas, financiando indirectamente las rentas privadas. A través del INTA, promovió la consolidación de una fracción del sector, mientras que el uso de las nuevas variedades de semillas, y de los insumos a los que estuvieron asociadas, sólo pudo ser hecho por los productores de mayor capitalización.

ANEXO

ORGANIZACIÓN DE LOS PLANES DE INVESTIGACIÓN DEL INTA HASTA 1973. I.I: MAÍZ

Plan	Objetivos	Total
Genética vegetal	Mejoramiento genético	42

ORGANIZACIÓN DE LOS PLANES DE INVESTIGACIÓN DEL INTA 1973-1983. I.II: MAÍZ

Plan	Objetivos	Localización	Total
Mejoramiento Genético	Creación de compuestos, variedades y sintéticos de maíz.	EEA's Sáenz Peña, Leales, Pergamino, Bordenave y Paraná	3
Ensayos Territoriales	Realización de ensayos territoriales de comportamiento de híbridos y variedades	Estaciones Experimentales Agronómicas	12
Banco de Germoplasma	Recolección y mantenimiento de poblaciones y líneas endocriadas	EEA Pergamino	1
Banco de Germoplasma	Evaluación del germoplasma. Identificación de caracteres morfológicos, fisiológicos y cromosómicos del maíz.	EEA Pergamino	1

Fuente: Elaboración propia en base a Gutiérrez (1986) y Memorias Técnicas (INTA).

ORGANIZACIÓN DE LOS PLANES DE INVESTIGACIÓN DEL INTA HASTA 1983. II: SOJA

Plan	Objetivos	Localización	Total
Ensayos	Realización de ensayos territoriales en diferentes EEA	Estaciones Experimentales	14
Mejoramiento	Mejoramiento genético	EEA Paraná	1
Mejoramiento	Mejoramiento genético	EEA Marcos Juárez	1

Fuente: Elaboración propia en base a Gutiérrez (1986); INTA (memorias técnicas).

ORGANIZACIÓN DE LOS PLANES DE INVESTIGACIÓN DEL INTA HASTA 1983. III: TRIGO

Planes de trabajo	Objetivos	Localización	Total
Fitomejoramiento	Obtención de variedades de trigo	EEA Barrow, Balcarce, Bordenave, Paraná, Pergamino.	7
Estaciones Experimentales	Evaluación de selecciones avanzadas mediante ensayos regionales		11
Vivero de verano	Selección por susceptibilidad a sojas. Aceleración de las generaciones de crianza	Balcarce	1
Red Oficial de Ensayos Territoriales	Realización de ensayos comparativos de rendimiento. Difusión de variedades. Recomendación de fechas de siembra por regiones	Estaciones Experimentales Agronómicas incorporadas a la Red Oficial de Ensayos Territoriales (SAyG)	4
Genética	Mejoramiento genético. Análisis de la acción génica. Detección de razas de patógenos. Control inmunológico de cultivares	Departamento de Genética, Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CNIA), INTA Castelar.	1

Fuente: Elaboración propia en base a Gutiérrez (1986) y Memorias Técnicas (INTA).

BIBLIOGRAFÍA

- Adler, Emannuel 1987 *The power of ideology. The quest for technological autonomy in Argentina and Brazil* (Berkeley: University of California Press).
- Alapin, Helena 2008 *Rastrojos y algo más. Historia de la siembra directa en Argentina* (Buenos Aires: Teseo).
- Arnon, Isaac 1972 *Organización y administración de la investigación agrícola* (Lima: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas).
- Aleman, Carlos 2009 *Los cambios de la extensión del INTA y su relación con los paradigmas del desarrollo* (Buenos Aires: Ediciones INTA).
- Aparicio, Susana 1982 "Evidencias e interrogantes acerca de las transformaciones sociales en la zona extrapampeanas". Ponencia presentada en las III Jornadas de Actualización, (Buenos Aires: ILHEA).
- Arceo, Nicolás, Basualdo, Eeduardo M. 1997 "El impuesto inmobiliario rural en la provincia de Buenos Aires: del Modelo Agroexportador a la valorización financiera" en *Realidad Económica*, 149, 69-99.
- Balsa, Javier 2006 *El desvanecimiento del mundo chacarero. Transformaciones sociales en la agricultura bonaerense. 1937-1988* (Buenos Aires: Universidad Nacional de Quilmes).
- Becerra, Nicolás, Baldatti, Carlos y Pedace Roque 1997 *Un análisis sistémico de políticas tecnológicas. Estudio de caso: el agro pampeano argentino (1943-1990)* (Buenos Aires: Colección CEA, Universidad de Buenos Aires).
- Dagnino, Renato 2009 "A construção do Espaço Ibero-americano do Conhecimento, os estudos sobre ciência, tecnologia e sociedade e a política científica e tecnológica" en *Revista CTS*, (4) 12, 93-114.
- Fitzgerald, Deborah 1986 "Exporting American Agriculture" en *Social Studies of Science*, 16, 457-483.
- Gárgano, Cecilia 2011 "Ciencia, Tecnología y Dictadura: la reorganización de las agendas de investigación y extensión del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) durante la última dictadura cívico-militar argentina (1976-1983)" en *Realidad Económica*, 258, 120- 149.
- Gárgano, Cecilia 2013 "Ciencia y dictadura: producción pública y apropiación privada de conocimiento científico-tecnológico. Dinámicas de cooptación y transferencia en el ámbito del Instituto

- Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) durante la última dictadura cívico-militar argentina (1976-1983)” en *Crítica y Emancipación*, 10, 131-170 (Buenos Aires: CLACSO).
- Gárgano, Cecilia 2014 “Experimentación científica, genética aviar y dictadura militar en el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (1956-1976)” en *Mundo Agrario*, (15), 28, Disponible en: <http://www.mundoagrario.unlp.edu.ar/article/view/MAv15n01>
- Gárgano, Cecilia (en prensa) “Semillas, ciencia y propiedad. Una mirada al ciclo de producción y apropiación de conocimiento en el INTA argentino” en *Revista REDES*.
- Gutiérrez, Marta 1986 *Semillas mejoradas: Tendencias y rol del sector público* (Buenos Aires, Centro de Investigaciones Sociales sobre el Estado y la Administración).
- Hartmann, Hudson T. 1997 (Ed.) *Plant Propagation: Principles and Practices* (Nueva Jersey: Prentice Hall International).
- Howell, Stephen. H. 1998 *Molecular Genetics of Plant Development* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Hurtado, Diego 2010 *La ciencia argentina. Un proyecto inconcluso (1930-2000)* (Buenos Aires: Edhasa).
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria 1966 *Principios que orientan el gobierno del INTA* (Buenos Aires: Ediciones INTA).
- Katz, Jorge M. y Bercovich, Néstor 1988 “Innovación genética, esfuerzos públicos de investigación y desarrollo y la frontera tecnológica internacional: nuevos híbridos en el INTA” en *Desarrollo Económico*, (28), 110, 209-243.
- Kreimer, Pablo 2010 « La recherche en Argentine: entre l'isolement et la dépendance » en *Cahiers de la recherche sur l'éducation et les savoirs*, 9, 115-138.
- Kreimer, Pablo y Thomas, Hernán 2006 « Production des connaissances dans la science périphérique: l'hypothèse CANA en Argentine » Meyer J.-B., Carton M., *La société des savoirs. Trompe-l'œil ou perspectives* (París: L'Harmattan, 143-167).
- Kreimer, Pablo y Zukerfeld, Mariano 2014 “La explotación cognitiva: Tensiones emergentes en la producción y uso social de conocimientos científicos tradicionales, informacionales y laborales” en Kreimer, P., Vessuri, H., Velho, L. y Arellano, A.

- (comps.) *Perspectivas latinoamericanas en el estudio social de la ciencia, la tecnología y el conocimiento* (Buenos Aires: Siglo XXI).
- Krimsky, Sheldon 1991 "The profit of scientific discovery and its normative Implications" en *Chicago Kent Law Review*, 75 (3), 15-39.
- León, Carlos Alberto y Losada, Flora 2002 "Ciencia y tecnología agropecuarias antes de la creación del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria" en *Revista Interdisciplinaria de Estudios Agrarios*, 16, 35-90.
- Losada, Flora 2005 "Los orígenes del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Análisis del período 1956-1961" en *Realidad Económica*, 210, 21-40.
- Myers, Jorge 1992 "Antecedentes de la conformación del Complejo Científico y tecnológico 1850-1958" en Oteiza (comp.) *La política de investigación científica y tecnológica argentina. Historia y perspectivas* (Buenos Aires: CEAL).
- Núñez Jover, Jorge 2001 "Ciencia y cultura en el cambio de siglo. A propósito de C.P. Snow" en J. A. López Cerezo y J. M. Sánchez Ron (Eds.) *Ciencia, Tecnología, Sociedad y Cultura en el cambio de siglo* (Madrid; Biblioteca Nueva).
- Obschatko, Edith S. de 1988 *La transformación económica y tecnológica de la agricultura pampeana. 1950-1984* (Buenos Aires: Secretaría de Cultura, Ediciones Culturales Argentinas).
- Oteiza, Enrique (Comp.) 1992 "Introducción" en *La política de investigación científica y tecnológica argentina. Historia y perspectivas* (Buenos Aires: CEAL).
- Palladino, Paolo 2002 *Plants, Patients and the Historian: (Re)membering in the Age of Genetic Engineering* (Manchester: Manchester University Press).
- Pengue, Walter 2004 *La transnacionalización de la agricultura y la alimentación en América Latina*. Informe regional (Buenos Aires: Red de Formación Ambiental para Latina y el Caribe-RFA/ Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente).
- Pestre, Dominique 2005 *Ciencia, dinero y política* (Buenos Aires: Nueva Visión).
- Perelmuter, Tamara 2011 "Bienes comunes vs. mercancías: las semillas en disputa. Un análisis sobre del rol de la propiedad intelectual en

- los actuales procesos de cercamientos” en *Sociedades Rurales de Producción y Medio Ambiente*, 11(22), 54-86.
- Pizarro, José B. 2003 “La evolución de la producción agropecuaria pampeana en la segunda mitad del siglo XX” en *Revista Interdisciplinaria de Estudios Agrarios*, 18, 63-125.
- Ramussen, Wayne D 1989 *Taking the University to the people. Seventy-five years of Cooperative Extension* (Iowa: Editorial de la Universidad de Iowa).
- Rose, Hillary y Rose, Steven 1976 *Economía política de la Ciencia* (México: Nueva Imagen).
- Rossi, Daniel 2007 “Evolución de los cultivares de maíz”, *Revista Agromensajes de la Facultad*. Disponible en <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/22/1AM22.htm> .
- Saraiva, Tiago y Wise, Norton 2010 “Autarky/Autarchy: Genetics, Food Production and the Building of Fascism” en *Historical Studies in the Natural Sciences*, 40(4), 419-428.
- Trivelli, Horacio y Elgueta, M. 1960 *Estudio sobre evaluación de las funciones y programas del INTA* (Buenos Aires: Comisión Económica Para América Latina - Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA).
- Vessuri, Hebe 2005 “La tecnología de la investigación en la temprana fitotecnia sudamericana: Horovitz, el maíz y la investigación agrícola” en Arellano, Antonio, Kreimer, Pablo, J. Ocampo Ledesma y Vessuri, Hebe (Comps.) *Ciencias agrícolas y cultura científica en América Latina* (Buenos Aires: Prometeo).

HIBRIDEZ Y USO. ABASTECIMIENTO DE RADIOISÓTOPOS EN LA EMERGENCIA DE LA MEDICINA NUCLEAR EN ARGENTINA (1950-1971)

Federico Briozzo

INTRODUCCIÓN

Este trabajo tiene por objeto describir la emergencia de la Medicina Nuclear en Argentina como un espacio de composición híbrida, en el cual la cuestión del uso de los conocimientos producidos estuvo en el eje de su conformación. La descripción de dicho espacio considera al conjunto de prácticas y actores involucrados en el abastecimiento de radioisótopos para uso médico en Argentina entre los años 1950 y 1971.

La creciente demanda de radioisótopos para su utilización en diagnóstico y tratamiento médico, la centralización de las actividades nucleares en el país y la política de desarrollo autónomo llevada adelante por la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) determinaron la estrategia de abastecimiento del mercado nacional.

La capacidad endógena de producción de radioisótopos se desarrolló en el contexto de una posguerra que comenzó con el lanzamiento de dos bombas nucleares, con instituciones jóvenes que comenzaron a movilizar conocimientos novedosos, y con actores de origen heterogéneo que transitaron estas instituciones y estos conocimientos y que protagonizaron cambios en las prácticas, en los imaginarios y en las relaciones con otros actores.

¿Por qué se desarrolla un espacio complejo alrededor de los radioisótopos?

Un isótopo es una variante de un elemento químico.¹ Un radioisótopo (isótopo radiactivo, radionucleido, son sinónimos) es un átomo con el núcleo inestable que tiende a estabilizarse emitiendo radiación. Es decir, debido al desbalance entre neutrones y protones, deben perder energía para alcanzar su estado fundamental.²

Existen dos clases de radioisótopos: los naturales y los que son artificiales o creados en laboratorios. Estos últimos son los que interesan a este trabajo porque fue la capacidad técnica de producirlos industrialmente lo que permitió su comercialización masiva.³

En este espacio, los químicos y los físicos se encuentran estudiando las propiedades atómicas y buscando nuevos elementos radiactivos. Hay ingenieros, físicos y químicos en la producción de radioisótopos. Médicos y biólogos aprovechando la utilidad de radiación emitida. Ingenieros y físicos diseñan los aparatos de acuerdo a los requerimientos de los usuarios.

Con esta complejidad subyacente, la utilización de radioisótopos en medicina se fue institucionalizando en Argentina como un espacio de producción de conocimiento atravesado por un proceso de hibridación de la física, la química, la ingeniería y la medicina, campos disciplinarios tradicionales en el país, pero que hasta ese momento operaban de un modo autónomo. Se generaron a partir de aquí múltiples relaciones, que construyeron este nuevo campo de investigación en concordancia con lo que sucedía a nivel mundial: se tejieron múltiples relaciones por la heterogeneidad de actores, con algunas tensiones, ya sea por las distintas dinámicas de trabajo disciplinar o por la disputa

1 Todos los isótopos de un elemento comparten la misma ubicación en la tabla periódica y tienen el mismo número atómico (número de protones en el núcleo). Lo que los diferencia es el número de neutrones, derivando así en diferentes masas (suma de protones y neutrones).

2 Cada isótopo se desintegra (irradia energía hasta estabilizarse) a su propio ritmo. Se dice que tiene una *vida media* característica. Hay radioisótopos que se estabilizan en pocos segundos y otros que emiten radiación durante años.

3 Tal como se esperaba, los isótopos naturales son los que se encuentran en la naturaleza. El hidrógeno, por ejemplo, tiene tres isótopos naturales: el propio, que no tiene neutrones; el deuterio, con un neutrón; y el tritio, que contiene tres neutrones. Este último es ampliamente utilizado en las labores nucleares. Entre otras aplicaciones, es el elemento esencial de la bomba de hidrógeno utilizada en Hiroshima y Nagasaki. Otro elemento que contiene isótopos muy importantes es el carbono. El carbono-12, por ejemplo, que es la base referencial del peso atómico de cualquier elemento. También el carbono-13, que es el único carbono con propiedades magnéticas, y el carbono-14 radiactivo, el más *famoso*, ya que está presente en todos los organismos y su vida media es de 5760 años, entonces puede ser utilizado en la arqueología para determinar la edad de los fósiles orgánicos.

de los espacios de decisión, sin obviar que las relaciones de colaboración existieron y posibilitaron la concreción de numerosos avances; y ocurrió de acuerdo a lo que sucedía a nivel mundial porque este espacio de investigación se fue estructurando de una manera similar en varios países que comenzaron a incorporar estas técnicas a principios de la década de 1950.

Para el desarrollo del análisis se consideraron dos núcleos temáticos que tempranamente contaron con estructuras formales en la CNEA, organizados en torno a los reactores y la radioquímica. Asimismo, se describen brevemente –como contexto– las primeras aplicaciones médicas y el tratamiento y diagnóstico médico realizadas en el país. En el mismo sentido, y como cierre del primer apartado, se analizan los procesos de institucionalización ocurridos hacia el interior de la estructura de la CNEA que resultan de interés para comprender el objeto del presente trabajo.

Posteriormente se desarrolla un apartado sobre el desarrollo de la capacidad endógena de producción, en el cual se ofrecen cifras que ilustran la evolución de esta capacidad, a la vez que se describen las líneas que fueron determinando las aplicaciones médicas (y por ende lo que había que producir), así como se aportan elementos que dan cuenta de la relación de Argentina con las potencias nucleares, específicamente respecto a la formación de recursos humanos. El apartado concluye con la puesta en marcha del Reactor RA-3 y la inversión de la ecuación respecto a los materiales importados frente a los producidos localmente.

Finalmente, este desarrollo histórico se describe atravesado por cuatro procesos: periodización | hibridez | contexto | uso.

El periodo 1950-1971 está determinado, en su inicio, por la creación de la CNEA, que constituye el inicio formal de las actividades nucleares en el país,⁴ y el final del período lo constituye el año en que la demanda local de radioisótopos alcanzó a satisfacerse con producción propia. En términos de periodización, se observará que este objeto escapa al establecimiento de límites como consecuencia de acontecimientos políticos, estructurándose –en cambio– en fun-

4 La CNEA fue creada por el gobierno de Juan Perón como soporte administrativo a las actividades secretas del físico austriaco Ronald Richter. Recomendado a Perón por Kurt Tank, un reconocido ingeniero aeronáutico, Richter se trasladó a Córdoba, Argentina. Perón había empleado a Kurt Tank para diseñar y producir aviones y éste se interesó en la propuesta de Richter de usar energía nuclear para impulsarlos. Richter fue presentado a Perón y le propuso un programa que luego llegaría a ser conocido como el Proyecto Huemul: producción de energía por medio de reacción controlada de fusión nuclear. El proyecto resultó un fraude. Mucho ha sido escrito acerca del “caso Richter”. El relato más detallado y exhaustivo se encuentra en Mariscotti (1985). Puede verse, también: Gaviola (1955); Westerkamp (1975); Cabral (1985); Mariscotti (1990); o Meding (1999).

ción de la organización del trabajo científico y de los regímenes de producción del conocimiento. Este hallazgo implicó un giro en la investigación, ya que supuso una ruptura a la preconcepción que sostenía que el desarrollo nuclear comenzó al ser derrocado el gobierno peronista (1955). Existe un consenso generalizado, especialmente en los actores que fueron entrevistados para la investigación, acerca de la “impermeabilidad política” de la CNEA, al menos en el período que aquí se aborda. En años posteriores, esa impermeabilidad pareciera haberse flexibilizado, pudiéndose identificar al menos tres momentos determinados por cambios en la conducción política del país: dictadura militar (1976-1983), desarticulación de capacidades e intento de privatización (1983-2003) y reposicionamiento de la industria nuclear (2003 a la fecha).

NÚCLEOS TEMÁTICOS

Físicos e ingenieros pusieron en marcha un acelerador de cascada Cockcroft-Walton, un sincrociclotrón Phillips y el reactor RA-1 en la década de 1950, pero es aún más relevante para este trabajo la lógica tras el diseño y la construcción del reactor RA-3, inaugurado en 1967 y concebido fundamentalmente para cubrir la demanda nacional de radioisótopos.

El Departamento de Radioquímica tuvo la fuerte impronta del alemán Walter Seelmann-Eggebert, discípulo de Otto Hahn (descubridor de la fisión nuclear), la cual dotó de visibilidad internacional al grupo. Durante la década de 1950, la preocupación fue el hallazgo de nuevos radioisótopos y el aprendizaje de técnicas de obtención y separación de isótopos ya conocidos y estandarizados. La década siguiente fue la de las “moléculas marcadas”: diversos elementos radiactivos se utilizaron como marcadores en innumerables aplicaciones, como por ejemplo el yodo radiactivo acoplado a la bilirrubina para el estudio de la función hepática.

Los médicos que empezaron a preocuparse por la incorporación de técnicas radiactivas en la década de 1950 fueron formados por físicos, químicos e ingenieros, de acuerdo a lo dispuesto por la CNEA a partir de la implementación de los cursos de aplicación de radioisótopos, así como también se promovieron las estancias en el exterior para formarse con médicos nucleares en los países de referencia (Inglaterra, Francia, Holanda, Estados Unidos). Durante la década de 1960, con el desarrollo de las moléculas marcadas, se observa una relación permanente entre los médicos relacionados con la CNEA y los investigadores e ingenieros encargados de materializar la obtención de dichas sustancias.

LOS PRIMEROS REACTORES

Para producir un radioisótopo de uso médico hace falta un aparato que produzca partículas aceleradas, un material para irradiar con esas partículas y una separación química. Los radioisótopos son producto del bombardeo de blancos (*targets*) con partículas subatómicas (neutrones o protones). Al bombardear el núcleo de un átomo con una partícula, se genera una reacción que devendrá en un nuevo núcleo, el del radioisótopo que uno quiere obtener.

En la década de 1950, Argentina tenía un acelerador de cascada Cockcroft-Walton, un sincrociclotrón (ambos fabricados por Phillips de Holanda) y el reactor RA-1 para bombardear el material, y con tales instalaciones, físicos, electrónicos e ingenieros comenzaron a incorporar entrenamiento.

El acelerador de cascada Cockcroft-Walton⁵ fue construido en 1953 en el patio interior de la actual Sede Central de la CNEA. Básicamente, el aparato acelera deuterones o produce neutrones en el vacío por medio de un potencial de alta tensión y los dirige hacia un “blanco” (*target*) –el material a irradiar. Al ser “bombardeados”, los núcleos estables del material irradiado emiten radiaciones en forma de partículas u ondas electromagnéticas, dando origen a nuevos nucleidos.

El sincrociclotrón, inaugurado en noviembre de 1954, también acelera partículas, pero logra mayor potencia que el Cockcroft-Walton (las “acelera más”).⁶ La denominación “ciclotrón” refiere a la trayectoria de las partículas aceleradas, que es circular y a medida que aumenta la potencia, el diámetro del recorrido también aumenta, dibujando una suerte de espiral ascendente. En esos años sólo había dos aparatos con estas características en el mundo: el de Buenos Aires era una réplica del instalado en el Instituto de Investigación Nuclear de Holanda. Este lazo bilateral se fortaleció años más tarde con las visitas recíprocas de investigadores argentinos y holandeses.

La gestión de compra de ambos equipos se originó poco después del anuncio realizado por Richter y Perón desde Huemul. Si bien a Richter no le interesaba un sincrociclotrón, le recomendó a Perón realizar la compra “para el Centro de Formación de Físicos Atómicos”, refiriéndose a la Dirección Nacional de la Energía Atómica, de reciente creación, que estaba a cargo del Coronel Enrique González.

⁵ En 1951, el Premio Nobel de Física fue compartido por los investigadores John Douglas Cockcroft (1897-1969) y Ernest Thomas Sinton Walton (1903-1995), por su trabajo pionero sobre la transmutación de los núcleos atómicos por la aceleración artificial de partículas atómicas.

⁶ El sincrociclotrón acelera deuterones hasta una energía de 28 MeV y partículas alfa hasta 56 MeV; el acelerador, alcanza 1,2 MeV.

La compra de ambos aceleradores, en perspectiva, puede señalarse como parte de los primeros pasos hacía la organización. Hurtado de Mendoza (2005a) y Mariscotti (1990) sostienen que ambos aceleradores fueron comprados sin consulta previa, sin estudios de factibilidad y sin tener un grupo de físicos nucleares preparado. No obstante, el Dr. Santos Mayo, Jefe del Laboratorio del Sincrociclotrón desde 1955, aporta una perspectiva diferente, poniendo el foco en el impacto que implicó “saltar del clásico laboratorio universitario, en el que un osciloscopio era un lujo” al recinto con esta tecnología que “jamás se había visto en una instalación dedicada exclusivamente a la investigación científica en la Argentina” (Castro, 2011).

Hacia fines de la década de 1950, comenzó a gestarse un programa de desarrollo y construcción de reactores nucleares de investigación.

A principios de 1957, el Directorio de la CNEA decidió la adquisición *llave en mano* de un reactor de investigación de 5 mega watts de potencia, construido por General Electric. El Ing. Quihillalt, presidente de la CNEA, viajó a Estados Unidos para concretar la compra, pero una serie de inconvenientes de papeleo demoraron la transacción, razón por la cual le aconsejaron⁷ que visite los Laboratorios de Argonne,⁸ donde disponían de un pequeño reactor de 100 watts, el Argonaut. Tras la visita, Quihillalt se entusiasmó con la idea de poder fabricarlo en Argentina con los recursos propios y de este modo consiguió, por gestión de un colega de la *Atomic Energy Commission* de EEUU, los planos del reactor y el visto bueno para que ingenieros y físicos de la CNEA visiten las instalaciones de Argonne a fin de capacitarse. Tras una inicial oposición en el Directorio, finalmente se aprobó la propuesta de Quihillalt y comenzó el proyecto RA-1.⁹

La operación implicó asumir el riesgo de construir una máquina compleja sin antecedentes locales directos. Esto generó una serie de emprendimientos en investigación de frontera, adquisición de equipamiento y formación de personal (Harriague, et al., 2008):

Departamento de Electrónica: su función era más bien flexible (multiuso) y carecía de un conjunto de objetivos específicos, que fueron determinados a partir de aquí por el programa de construcción de

7 Fue Carlos Büchler, ex funcionario de la CNEA y que se encontraba trabajando en el *National Argonne Laboratory*, quien lo convenció a Quihillalt de visitar el Argonaut.

8 El nacimiento del Laboratorio Argonne se remonta al encargo secreto que recibió Enrico Fermi –el Proyecto Manhattan– para crear la primera reacción nuclear autosuficiente del mundo.

9 Para más detalles la construcción del RA-1, véase González (1988b), Hurtado de Mendoza (2005a y 2005b); Marzorati (2006), así como las ediciones del Boletín Informativo de la CNEA de los años 1957 y 1958.

reactores (instrumentación de control) (CNEA, 1989).

Cursos de reactores: la base del equipo del RA-1 había realizado los cursos desde 1953 (López Dávalos y Badino, 2000). Como complemento de los cursos, algunos egresados fueron enviados al exterior para completar su especialización y, al regresar, participaron en el dictado de los cursos sucesivos (1955, 1956 y 1957).¹⁰

Divisiones de Metalurgia y de Reactores: ambas creadas en 1955. A cargo de la primera fue puesto Jorge Sábato, un profesor de física de enseñanza secundaria, que diseñó un laboratorio “creador” capacitado para resolver los problemas nucleares –fabricación de elementos combustibles para reactores– pero también con capacidad de solucionar cuestiones generales de metalurgia (Sábato, 1973). En Reactores fue asignado el Ing. Otto Gamba, que había participado de la comisión que terminó con las aspiraciones de Richter.

Fue sobre estas bases –aún con recursos inmaduros, pero con objetivos determinados– que Quihillalt propuso la construcción nacional del Argonaut. Sin dudas, no fue un proceso sencillo y lineal, sino más bien incierto. Según el propio Quihillalt, “faltaban herramientas elementales” para trabajar materiales como el grafito proveniente de Francia, ya que en el país no había con el nivel de pureza necesario (González, 1988b).¹¹

10 En el otoño de 1955, por convenio entre la Universidad Nacional de Cuyo y la CNEA, el joven físico José Balseiro, colaborador en aquellos cursos, pudo concretar la creación del Instituto de Física de Bariloche (después “Instituto Balseiro”) (García y Reising, 2003a).

11 Si bien el diseño y la ingeniería eran estadounidenses, se introdujeron innovaciones como la realizada en el arranque del reactor, que finalmente resultó más económica. También se innovó en la fabricación de los elementos combustibles, que derivó en la primera exportación del área nuclear: en 1958, la CNEA vendió el know how a la empresa alemana Degussa-LeyboldAG, lo cual representó el reconocimiento de la capacidad tecnológica y fue un gran impulso para el sector de tecnología de la CNEA.



Las presidencias de Iraolagoitia y Quihillalt entre 1952 y 1958, el papel central de Sábato en las aspiraciones de impulsar un programa nuclear que diera un lugar central a la autonomía, junto al marco legal establecido durante este período, comenzaron a marcar las líneas estratégicas que caracterizaron el “estilo de trabajo” de la CNEA en el periodo: intensa dedicación a la formación de técnicos e investigadores y decisiones arriesgadas que permitieran avanzar en la integración de los sectores científico, tecnológico e industrial. El objetivo era concretar lo que en el plano ideológico aparecía como “independencia tecnológica” (Hurtado de Mendoza, 2005b).

La visión optimista vigente en el mundo sobre las potencialidades de la energía atómica y la noción de desarrollo autónomo expandida entonces en el país permitieron pensar que era posible incorporar y desarrollar capacidades propias a través de la ejecución de proyectos de creciente complejidad, promoviendo un efecto multiplicador en el desarrollo tecnológico-productivo nacional (Harriague, et al., 2008).¹²

12 Fueron pocos los países que optaron por este camino de desarrollo autónomo. “Las élites políticas en aquellos países que no habían mostrado interés en el desarrollo de capacidades nucleares –como Colombia y Paraguay, por ejemplo– aceptaron el ‘regalo’ norteamericano como símbolo del sueño nuclear. No representaba el desarrollo de cono-

El cierre de este período de primeros reactores está marcado por la creciente demanda de radioisótopos de uso médico, la cual superó la capacidad de producción, por lo que a fines de 1959 se decidió aumentar la potencia del RA-1, que reinició su producción al año siguiente. Simultáneamente con los trabajos de repotenciación del RA-1, se comenzó a analizar la construcción de otro reactor de mayor potencia, ya que era previsible que la demanda de radioisótopos de uso médico superara rápidamente las posibilidades existentes.

LOS PRIMEROS RADIOQUÍMICOS

La identificación de isótopos radiactivos formados en reacciones nucleares fue tarea de los radioquímicos. La División Radioquímica del Departamento de Química fue uno de los primeros grupos de investigación que se estableció y comenzó a trabajar formalmente en la CNEA, a raíz de la llegada del alemán Walter Seelmann-Eggebert, quien estaba en Argentina desde 1949, radicado en la Universidad Nacional de Tucumán. Llegó al país con un antecedente importante: en 1938 fue testigo del descubrimiento de la fisión nuclear, por su condición de tesista del *Kaiser Wilhelm Institut*, bajo la dirección de Otto Hahn, autor del descubrimiento. En el contexto de persecución de posguerra, Seelmann viajó a Argentina y con los escasos recursos disponibles comenzó la instalación de lo que denominó “Laboratorio de Investigaciones Nucleares”.

Las noticias sobre la instalación del acelerador Cockcroft-Walton y la avanzada construcción del sincrociclotrón en Buenos Aires inquietaron a Seelmann, quien decidió mudarse a la capital y enrolarse en las filas de CNEA. Allí empezó a formar el grupo investigando los productos de la fisión nuclear del uranio: nuevos radioisótopos. La guía que ordenaba el trabajo era una tabla llena de correcciones en lápiz que Seelmann había traído desde Alemania y que todavía tenía muchos casilleros por completar. La tabla se publicó años más tarde, ya Seelmann de regreso en Alemania, con el nombre de *Karlsruher Nuklidkarte*.¹³

cimiento local, sino una modernidad importada. Desde la perspectiva norteamericana, el reactor era un instrumento político para presionar a los gobiernos a la firma de tratados bilaterales con el propio gobierno. Los científicos, que veían en él la ocasión para la institucionalización de la física, desarrollaron las habilidades necesarias, trayendo al debate aliados humanos y no humanos –como el mismo reactor– con el fin de romper el escepticismo” (De Greiff y Nieto, 2005).

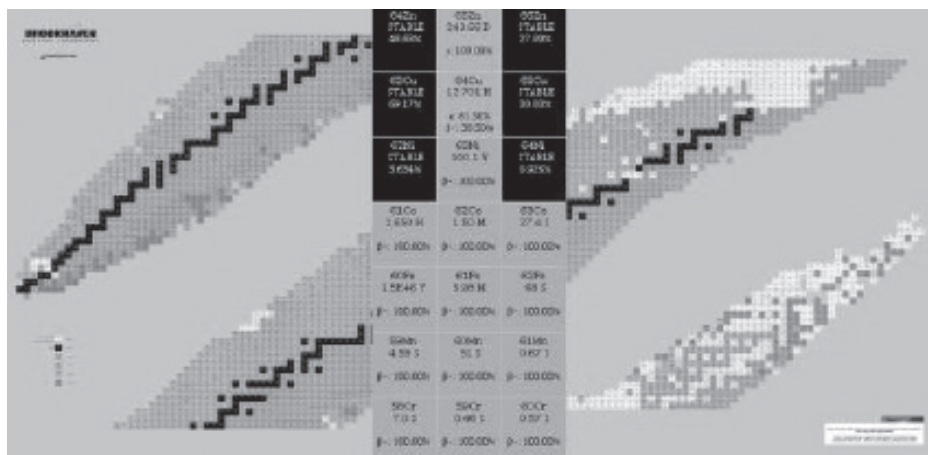
13 Es una tabla periódica extendida en la que se muestran todos los átomos conocidos de cada elemento químico y su correspondiente información sobre vida media, modo de desintegración y radiación emitida. Este mapa del paisaje nuclear ha ilustrado durante cincuenta años el estado del conocimiento sobre el mundo nuclear en un práctico folleto, del cual se ha publicado en 2012 su octava edición. Es una herramienta científica y educativa que permite conocer los fundamentos elementales utilizados en la física nuclear (Normand y Borge, 2010).

Completar los espacios vacíos de la tabla, intentar terminar el mapa del paisaje nuclear, fue el objetivo particular de un grupo de muy jóvenes químicos, pero donde también trabajaban físicos, técnicos y algún médico.¹⁴ La edad promedio del grupo no alcanzaba los 26 años. Contaban con una excelente formación teórica en química general, pero tenían un absoluto desconocimiento sobre la química nuclear, materia inexistente en todas las universidades del país (González, 1988a). La tabla de radioisótopos representó la posibilidad de estructurar localmente las líneas de investigación que se desarrollaban en los principales centros de la materia y, al mismo tiempo, un campo prácticamente virgen con mucho por descubrir. Consciente de la necesidad de formar nuevos profesionales en el área, Seelmann fomentó la creación de una Cátedra de Química Nuclear, como especialización de la carrera de Química de la Universidad de Buenos Aires, que finalmente se creó en 1953 (CNEA, 1989).

El acelerador de cascada instalado en 1953 multiplicó las posibilidades del grupo, que produjo el primer radioisótopo artificial argentino (Hierro-61) en julio de ese año. La puesta en funcionamiento del sincrociclotrón no sólo posibilitó la irradiación de todo el espectro de la tabla periódica por su mayor potencia, sino que además –como sostiene González (1988a)– determinó el comienzo del trabajo organizado. Seelmann estructuró grupos de trabajo a los que les asignó zonas de la tabla para investigar.¹⁵ “La energía de las partículas y la corriente del haz, altas para la época, hacían del sincrociclotrón de Buenos Aires una de las pocas máquinas en el mundo particularmente aptas para la búsqueda de nuevos nucleidos” (Radicella, 1999).

14 Formaban el grupo de radioquímica en los años cincuenta los químicos S. Abecasis, E. Álvarez, L. Anghileri, G. B. Baró, F. Batistelli, H. Carminatti, J. Flegenhimer, O. O. Gatti, C. Henkel, S. J. Nassiff, N. Nussis, J. Pahissa Campá, M. C. Palcos, P. Rey, E. Ricci, V. Rietti, J. Rodríguez, R. Rodríguez Pasqués y R. Radicella, los médicos D. Beninson y F. Mas, y la física I. Fränz. Los radioquímicos estaban secundados por asistentes de laboratorio, entre ellos E. Belis, O. Casanova, J. Crespo, A. M. Ferrari, A. Medina, e I. Zabala (Radicella, 1999).

15 Flegenhimer se ocupaba del molibdeno y del tecnecio; Baró del rutenio, rodio y paladio; Fränz y Rodríguez del niobio y molibdeno (con el acelerador en cascada) y del antimonio y el estaño (con el ciclotrón); Gatti y Flegenhimer de los cationes raros como el cadmio, circonio y neodimio; y Pahissa Campa, Ricci y Nussis, del hierro (González, 1988a).



Mapa paisaje nuclear.¹⁶

En el fragmento ampliado se observan los detalles del hierro-61 (⁶¹Fe).

Otro aspecto importante de la disponibilidad de estos equipos fue la posibilidad de establecer relaciones internacionales: con el Dr. Adrian Aten, investigador del instituto holandés donde se encontraba el otro sincrociclotrón con las mismas características del argentino, y con el Dr. Alfred Maddock, de la Universidad de Cambridge, uno de los principales radioquímicos ingleses (Mayo, 1966; Radicella, 1999; Shakeshaft, 2009):

Maddock (...) estaba vinculado con la química de la energía nuclear desde sus comienzos, ya que había formado parte del grupo de especialistas ingleses y franceses concentrado en el Canadá durante la guerra para colaborar en el esfuerzo atómico aliado. En la época de su visita, en la cual había muy poca información publicada sobre los aspectos básicos de la química de los elementos de interés nuclear y era muy difícil para los apenas iniciados distinguir entre lo esencial y lo accesorio, el contacto con un hombre de su experiencia fue enormemente beneficioso y clarificador para los químicos argentinos (Crespi, 1981: 168).¹⁷

¹⁶ Disponible en: Wikimedia Commons. Fuente original: National Nuclear Data Center / NuDat 2 database (<http://www.nndc.bnl.gov/nudat2/>)

¹⁷ Estas relaciones, establecidas a partir de 1953, permitieron a varios integrantes del grupo de radioquímica realizar estancias en Holanda e Inglaterra bajo la dirección de ambos.

En términos operativos, Seelmann proponía zonas de búsqueda en la tabla donde creía que podían encontrar radioisótopos, las cuales se discutían en reuniones semanales entre los radioquímicos y el grupo de físicos nucleares, intentando dilucidar complejas consideraciones teóricas. A los físicos les interesaba el resultado del trabajo de los radioquímicos desde el punto de vista del desarrollo de la actividad nuclear. En el trabajo químico se ponían a prueba muchas de las estimaciones teóricas de los físicos. Naturalmente, también publicaban trabajos en conjunto (Radicella, 2010).

En la época en que sólo estaba disponible el acelerador de cascada, se trabajaba con isótopos muy cortos, es decir, que tardaban muy poco para “transformarse” en otros elementos al ser irradiados. Esta decisión estaba determinada, en primer término por la insuficiente intensidad de corriente del acelerador, pero también porque los países dedicados a la investigación de radioisótopos no se ocupaban de los cortos por las dificultades prácticas que entrañaban. La irradiación, la separación química y las distintas mediciones debían hacerse, en algunos casos, en muy pocos minutos.¹⁸ El sincrociclotrón permitió trabajar con isótopos más largos, pero la búsqueda inicial se mantuvo por la desestimación internacional (González, 1988a; Radicella, 1999, 2010).

La llegada del ciclotrón, el mayor entrenamiento, las visitas internacionales y la organización abrieron paso a las publicaciones. En 1955 se realizó en Ginebra la Primera Conferencia Internacional sobre usos pacíficos de la energía nuclear, como primer hito importante del programa “Átomos para la Paz” impulsado por Estados Unidos. El

18 “Al desintegrarse velozmente había que medirlos lo más rápidamente posible luego de la irradiación. Así, cuando había que irradiar un material que arrojaría un isótopo corto, se lo colocaba en una placa de aluminio o cobre, que se introducía en el ciclotrón (...) La irradiación se detenía y, cronometro en mano, los jóvenes científicos comenzaban a contar desde cuando había terminado la irradiación, porque desde ese momento comenzaba a ‘transformarse’ el material. Uno de ellos ingresaba al ciclotrón a través de un laberinto, desarmaba el blanco, volcaba la sustancia en un vaso de precipitado y comenzaba a correr a toda velocidad por los pasillos del edificio hacia los laboratorios del primer piso. Llegado allí, se iniciaba la ‘marcha química’, es decir, se sometía la sustancia a una serie de procesos químicos. En el caso del Hierro-61, isótopo descubierto por Pahissa Campá, Nussis y Ricci, el procedimiento era el siguiente: disolver el blanco, extraer la actividad con éter, evaporar el éter a la llama, poner el resto en un vidrio de reloj, disolverlo y purificarlo dos o tres veces, y filtrarlo. Del filtrado pasaba directamente a la medición. Cuanto más rápido se llevaba a cabo todo el proceso, más exactos resultaban los valores a determinar, que generalmente eran el período de semidesintegración (lapso en el cual la mitad de los átomos del radioisótopo se ‘transforman’), el tipo y energía de las radiaciones emitidas y, si era posible, la individualización del radioisótopo (número de protones y de neutrones en su núcleo). Por ello, cada paso y movimiento se calculaba minuciosamente, cada material estaba en su lugar exacto, a fin de ahorrar la mayor cantidad de tiempo; hasta se usaban zapatos de goma para lograr mayor adherencia al suelo en las carreras hacia los laboratorios” (González, 1988a).

aporte de los radioquímicos fue significativo, ya que 11 de los 37 trabajos que presentó Argentina fueron realizados por el grupo dirigido por Seelmann. “El renombre de Seelmann-Eggebert en los medios académicos europeos y la discusión de los trabajos durante la Conferencia, aventaron las dudas [derivadas del fraude de Richter]. Se comenzó a dar crédito a la existencia de los isótopos descubiertos en Buenos Aires, existencia que al poco tiempo fue confirmada por investigadores de otros países” (Radicella, 1999).

APUNTES SOBRE LAS PRIMERAS APLICACIONES MÉDICAS

Las primeras experiencias de utilización de radioisótopos artificiales en medicina a nivel mundial se registraron a finales en la década de 1930 (Daugherty y Lawrence, 1948). La replicación de tales ensayos introdujo el tema en Argentina algunos años después (Arini y Pavlovsky, 1957), pero el inicio formal de las actividades en medicina nuclear en Argentina debe necesariamente marcarse a partir de 1950, año de creación de la CNEA y la consecuente centralización de las acciones referidas a la energía nuclear.

No obstante, se han podido rastrear experiencias previas que dan cuenta de intereses particulares de algunos médicos que comenzaron a utilizar radioisótopos para el diagnóstico y tratamiento de algunas enfermedades, como es el caso de los doctores Alfredo Pavlovsky y Carlos Lanari (1941) en Buenos Aires, y el Dr. Héctor Perinetti en Mendoza. En concordancia con lo que sucedía a nivel internacional, en Argentina las primeras experiencias tuvieron como protagonistas a isótopos radiactivos de fósforo y yodo.

RADIOFÓSFORO EN BUENOS AIRES

En Argentina los doctores Alfredo Pavlovsky¹⁹ y Carlos Lanari²⁰ publicaron en 1941, el *estado del arte* en materia de utilización de radiactividad artificial en medicina. En dicho artículo comentaron los beneficios de

19 Discípulo de Mariano Castex, Pavlovsky fue uno de los principales referentes de la hematología argentina de entonces. Fue Director del Instituto de Investigaciones Hematológicas (IIH) desde su creación en 1955 y durante 25 años. El IIH fue creado por Mariano Castex sobre la base del Instituto de Investigaciones Físicas Aplicadas a la Patología Humana, creado en 1938, en el cual Pavlovsky estuvo a cargo de la Sección de Hematología, a partir de 1943. Entre sus primeros trabajos científicos se destacan aquellos que trataron sobre temas vinculados a problemas en la transfusión sanguínea (Romero, 2010). Según lo afirma Christiane Dosne Pasqualini (2007), Alfredo Pavlovsky fue el hematólogo más destacado de Argentina, el que puso al país en el mapa mundial de su especialidad.

20 Carlos Lanari integró, primero, el Instituto de Radiología y Fisioterapia del Hospital de Clínicas, después a partir de 1944, la Cátedra de Clínica y Patología de la Tuberculosis, a cargo de Vaccarezza, en carácter de médico radiólogo y luego, bajo el mismo rol, el Instituto de Investigaciones Médicas desde la sección de radiología (Romero, 2010).

la aplicación de las sustancias radiactivas en estudios metabólicos y destacaron el avance en las investigaciones con fósforo y yodo (Pavlovsky y Lanari, 1941).

En cuanto a las aplicaciones terapéuticas, Pavlovsky y Lanari destacaron que la doble propiedad de estas sustancias (localización selectiva y acción radiactiva) “ha permitido abrigar serias esperanzas en el tratamiento principalmente del cáncer; habiéndose efectuado ya ensayos en los tumores de tiroides, por intermedio del yodo, o de los huesos (carcinomas metastásicos y mielomas múltiples), por intermedio del estroncio y del fósforo radioactivo” (Pavlovsky y Lanari, 1941: 244).

No obstante, el foco del artículo está puesto en los “verdaderos éxitos” que ha tenido el Dr. John Lawrence²¹ tratando leucemias. En comparación con la terapia profunda con radio (isótopo natural), que venía realizándose desde hace unos cuantos años, destacan que la aplicación del radiofósforo no sólo es “más cómoda”, sino que se evita la irradiación total del cuerpo, la cual arrastra efectos secundarios no deseados.

Estos comentarios a las experiencias de Lawrence permiten imaginar que había un grupo de médicos que estaba preparado para realizar este tipo de ensayos en Argentina. En efecto, Arini y Pavlovsky (1957) relatan que “en nuestro país el P-32 fue empleado como recurso terapéutico por los Dres. Saralegui y Pavlovsky en 1942, gracias a la gentileza del Dr. Lawrence, quien hizo posible los envíos. En esa oportunidad fueron tratados 5 casos de leucemia mieloide crónica y 1 de leucemia linfóide crónica”. Y continúa: “en 1949 Pavlovsky y Vilaseca hacen una comunicación de su experiencia con P-32 en diversas hemopatías, entre ellos 8 casos de leucosis agudas”.

EL BOCIO ENDÉMICO EN MENDOZA

Desde 1920 el grupo liderado por el Dr. Héctor Perinetti comenzó a incorporar, al menos teóricamente, la utilización de radioyodo para profundizar el estudio del bocio endémico en Mendoza.²² En el mundo, el

21 John Hundale Lawrence fue un físico y médico estadounidense catalogado como uno de los pioneros de la medicina nuclear. Entre otros reconocimientos, en diciembre de 1936, Lawrence le suministró una dosis de radiofósforo a una mujer de 28 años que sufría de leucemia crónica. Fue la primera dosis de un isótopo producido en ciclotrón que se destinó al tratamiento de un ser humano. El ciclotrón en el que se obtuvo el radiofósforo fue diseñado y construido por Ernest Lawrence, hermano de John, en colaboración con Stanley Livingston, quienes hacía unos años habían puesto a punto el primer ciclotrón capaz de acelerar iones hasta alcanzar elevadas velocidades, con la particularidad de prescindir del empleo de altos voltajes (Lawrence y Livingston, 1932).

22 El bocio endémico es una hipertrofia de la glándula tiroidea que produce abultamiento de la región anterior del cuello, causada generalmente por no obtener suficiente yodo en la dieta. Esta condición está estrechamente vinculada con las características geológicas de ciertas

yodo radiactivo comenzó a aplicarse en la década de 1940 para ampliar los conocimientos sobre el funcionamiento de la tiroides. Una vez que la solución radiactiva ingresa al organismo y una porción es absorbida por la tiroides, los niveles de concentración de yodo son detectados por el instrumental, un contador que capta las señales emitidas por el radioyodo desde el interior de la tiroides. Esas señales se transforman en pulsos eléctricos, los cuales conducen a la generación de imágenes morfo-funcionales del órgano que permiten analizar la distribución de yodo en el órgano y determinar anormalidades.

Feld y Busala (2006, 2010) analizaron el bocio como un problema de salud pública en Argentina en el período 1916-1958 y describieron las decisiones tomadas por las autoridades políticas y sanitarias argentinas en la lucha por su erradicación. En ese trabajo se evidencia que la escasez de yodo en la dieta como factor desencadenante de bocio endémico estaba ampliamente probada desde la década de 1910.²³ En Argentina, las disputas entre distintos sectores políticos y académicos demoraron el establecimiento de la profilaxis hasta 1954, año en que la sal yodada empezó a ser obligatoria en Mendoza (Stanbury, et al., 1956).

En este contexto de ausencia de medidas preventivas, Perinetti consiguió el apoyo de un grupo de investigadores estadounidenses ocupados en comprender las particularidades geográficas del bocio. A mediados del año 1950 Perinetti viajó a EEUU para perfeccionarse en la patología tiroidea y, reunido con John Stanbury y algunos de sus colaboradores en el *Massachussets General Hospital*, “el doctor Perinetti sacó de su portafolio un lote de fotografías de sus pacientes, con bocios más grandes que los que cualquiera de nosotros había contemplado hasta entonces” (Stanbury, et al., 1956: 9). El médico argentino les aclaró que había una gran cantidad de casos como los fotografiados y que Argentina aún no había establecido el uso de sal yodada para resolver el problema, pero que pronto lo haría (Stanbury, et al., 1956). Es así que en 1951 desembarcaron en Mendoza investigadores del *Massachussets General Hospital* con una serie de equipos para realizar masivamente pruebas de diagnóstico y tratamiento en la población mendocina, severamente afectada por la epidemia bociosa. Asimismo, trajeron consigo el yodo radiactivo necesario para realizar los estudios (Perinetti, 1951; Perinetti, et al., 1952; Stanbury, et al., 1956).

regiones que carecen de fuentes geológicas de yodo. La enfermedad representa fundamentalmente el esfuerzo del organismo para mantener la producción de la hormona tiroidea frente a una escasa provisión de yodo. Los efectos de la enfermedad pueden dar lugar a retardo mental, sordomudez, enanismo e hipertiroidismo (Feld y Busala, 2006; Perinetti, 1951).

23 Véase también Marine y Kimball (1917).

Distintos intereses confluyeron en un acuerdo: “Enviemos una misión a la Argentina para estudiar el bocio endémico con métodos modernos, y que esta misión sea una empresa conjunta de Estados Unidos y Argentina o, más particularmente, del *Massachusetts General Hospital*, de la Universidad Nacional de Cuyo y del Hospital Central de Mendoza”.²⁴ En la misma publicación se explicita que el motivo de la misión, realizada a mediados de 1951, fue por “pura curiosidad científica [ya que] se ha probado suficientemente que el bocio endémico se debe a la escasez de yodo [y que se resuelve] yodando la sal de mesa”. Por lo tanto, continúa el documento, “el problema práctico del bocio endémico no es médico, sino más bien psicológico, económico y de gobierno”. No fue tampoco propósito de esta misión descubrir nuevos métodos para evitar o tratar al bocio, sino “aprovechar una extraordinaria oportunidad de aprender algo de la fisiología de la glándula tiroides carente de yodo” (Stanbury, et al., 1956: 10).

Ahora bien, si el objetivo de los doctores estadounidenses era la curiosidad ante casos nunca vistos, pareciera ser que Perinetti vislumbró la capitalización de esta visita desde varios aspectos: presión para la concreción de acciones efectivas de profilaxis; perfeccionamiento en técnicas de diagnóstico y tratamiento de la patología que fuera central en su trayectoria; y además, puede sugerirse que esta misión se le presentó como una gran oportunidad para introducir técnicas de vanguardia, inexistentes en el país, que lo colocarían como referente en esta materia en la región. Las investigaciones experimentales con radioisótopos habían comenzado hacía poco más de diez años y aquí se pretendía estudiar una endemia provincial. Si bien esta experiencia pionera no significó un avance científico relevante, permitió la introducción al país de estas nuevas técnicas superando la escala de laboratorio. El diagnóstico y tratamiento del bocio con yodo radiactivo en Mendoza fue por varios años una de las principales actividades en medicina nuclear en Argentina.²⁵ Asimismo, la experiencia en Men-

24 “Generosas ayudas fueron las proporcionadas por la Fundación Loomis, la Comisión Nacional de Energía Atómica (Argentina), la Fundación Rockefeller y por la Parke-Davis y Compañía de Detroit, Michigan. También se recibió ayuda de la Comisión de Energía Atómica de EE. UU. de Norte América, y de la donación ‘BNC’ de la Universidad de Harvard. Los autores se complacen en agradecer a la Fuerza Aérea Argentina y a la Atomic Instrument Company de Cambridge, EE. UU., por su eficiencia” (Perinetti, et. al., 1952: 17).

25 Incluso aquella experiencia parece haber dejado su huella, porque cuarenta años después –en 1991– se creó la Fundación Escuela de Medicina Nuclear (FUESMEN), justamente en Mendoza, a partir de un convenio entre el gobierno provincial, la Universidad Nacional de Cuyo y la CNEA. Las instituciones fundadoras la dotaron de equipamiento de avanzada para la época, ya que desde sus comienzos contó con un Tomógrafo por

doza reforzó los lazos con la comunidad internacional especializada (Stanbury, et al., 1956).

Por último, y para diferenciar estas experiencias de los trabajos realizados con fósforo a partir de 1942, el Dr. Victorio Pecorini²⁶ sostiene que “este fue el primer trabajo organizado utilizando isótopos radiactivos en medicina” (Pecorini, 2008).



La misión norteamericana en Mendoza con médicos y ayudantes argentinos. Gentileza: Pablo Pacheco (UNCuyo)

Hasta aquí, y a diferencia de lo que significó la posterior institucionalización, estas experiencias aisladas no involucraron profesionales de otras disciplinas, sino que fueron coordinadas y gestionadas por médicos.

INSTITUCIONALIZACIÓN EN LA CNEA

La entrada en funciones de la Comisión Nacional de la Energía Atómica como tal, significó la previsión inmediata, sobre todo lo relacionado con las aplicaciones médicas de los radioisóto-

Emisión de Positrones, lo que transformó a la FUESMEN en pionera de esta temática en América Latina.

26 Director asociado, primero, y Director, después, del Centro de Medicina Nuclear del Hospital de Clínicas de la Universidad de Buenos Aires (UBA), durante 30 años.

pos, y, al mismo tiempo, la utilización de los mismos radioelementos en la investigación biológica. Esto significó, para la Comisión Nacional, contemplar la creación de un organismo encargado de estudiar, planificar y realizar sobre todo lo vinculado con aquellas actividades. De esta manera se formó el Departamento de Medicina y Biología (Núñez, 1955).

El Dr. Constantino Núñez fue el primer director del Departamento de Medicina y Biología en la CNEA (1953), estructurado sobre la base de tres divisiones (Investigaciones radiológicas, Radioisótopos y Actividades médicas). En 1955, todas las experiencias llevadas a cabo en los centros médicos que utilizaban radioisótopos, y que incluso estaban formalmente asociados a la CNEA desde 1952, fueron compendiadas por Núñez (1955) y presentadas en conjunto en la conferencia internacional realizada en Ginebra. La CNEA fraccionaba diversos radioisótopos desde 1952 y los distribuía a 12 centros especializados de Capital Federal y cinco del interior del país. El Dr. Osvaldo Degrossi sostiene que, ya en el año 1954, la CNEA adquirió tres equipos para captación de diodos radiactivos y medir muestras de sangre y los instaló en los Hospitales Rivadavia, de Clínicas y Rawson de la Ciudad de Buenos Aires (Manzotti, 2007). Estos elementos demuestran que, previo al funcionamiento óptimo de la CNEA, existía un nivel de actividad considerable.

Por otra parte, la CNEA estableció que los médicos que se incorporaban a la institución debían desarrollar sus tareas y proyectos en los centros médicos, cerca de los enfermos, donde pudieran aplicar efectivamente las nuevas herramientas (Mayo, 2008).²⁷

Paralelamente, había sido encargada al Dr. Jorge Varela, miembro del Departamento de Medicina de la CNEA, la organización institucional de la investigación sobre bocio, principalmente profundizando la labor de Perinetti. El Dr. Pecorini destaca la “agradable sorpresa que nos llevamos por el apoyo que dos ingenieros le dieron al desarrollo de los isótopos en medicina: uno, Oscar Quihillalt, y el otro, Celso Papadópulos” (Pecorini, 2008).

Al asumir como Presidente de la CNEA en mayo de 1956, Quihillalt convocó a Celso Papadópulos²⁸ para que asumiera la conducción

27 La institucionalización de la práctica médica se profundizó con la inauguración del Laboratorio de Radioisótopos para Estudios Hematológicos en el Hospital de Clínicas de la UBA, antecesor del Centro de Medicina Nuclear del Hospital de Clínicas José de San Martín inaugurado diez años más tarde. Conjuntamente, en 1960 se creó la Cátedra de Radioisótopos en la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la UBA.

28 Antes del ingreso a la CNEA, Papadópulos fue Jefe de la Sección Astronomía y Gravedad del Instituto Geográfico Militar (IGM), Jefe de Trabajos Prácticos de Geodesia en la

del recientemente creado Departamento de Informaciones Atómicas. Alineándose con lo que se establecía a nivel mundial, la CNEA consideró necesario que las actividades de promoción y desarrollo del uso de radioisótopos se hicieran bajo determinadas condiciones de regulación y control, con el objeto de asegurar el uso correcto y la aplicación segura de los mismos. Es así que, sobre la base de una de las divisiones del Departamento de Medicina y Biología, en septiembre de 1957 fue creado el Departamento de Radioisótopos, del cual Papadópulos fue su primer director (Resolución N°36 del Directorio de la CNEA).

De los siete Grupos que integraban el Departamento (Producción, Distribución, Contralor, Divulgación, Aplicación, Instrucción, Servicios), se destacaban los de Contralor y de Producción, este último conducido por el Departamento de Química de la CNEA. La labor de contralor fue central en el Departamento, sobre todo tras la aprobación del Reglamento para el Uso de Radioisótopos y Radiaciones Ionizantes, sancionado por Decreto N° 842 de enero de 1958, por el cual se estableció que ninguna persona en el país puede tener, poseer, importar, comprar, usar, utilizar, vender, exportar o eliminar materiales radiactivos sin previo permiso de la CNEA.²⁹

El Reglamento se planteó con alcance nacional, a diferencia de la mayoría de los problemas de salud pública, los cuales estaban delegados en las provincias. Entre otras disposiciones, el Reglamento establecía el requisito de haber aprobado en el país o en el extranjero un curso teórico-práctico sobre el empleo específico de los radioisótopos sobre los cuales se pretendía la autorización. Ante la ausencia de oferta de cursos, y a fin de otorgarle coherencia y sustento institucional al Reglamento, se inauguraron los primeros cursos organizados, estables y periódicos de aplicación de radioisótopos (CNEA, 2002).³⁰ Estos cursos,

entonces Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la UBA, y profesor en las cátedras de Geodesia Astronómica y de Cartografía Matemática en la Escuela Superior Técnica del Ejército.

29 De acuerdo con el recuerdo del Ing. Alejandro Placer (2008), uno de los primeros colaboradores de Papadópulos en la CNEA junto al Ing. Hugo Mugliaroli, ninguno tenía demasiados conocimientos sobre energía nuclear como para emprender la redacción del Reglamento y para responsabilizarse de las futuras inspecciones. Se trató, según el relato, de “ponerse a estudiar”.

30 En la primera memoria institucional (período 1952 - 1955), se hace una vaga referencia al “Primer Curso de Radioisótopos para médicos y biólogos”, de dos meses de duración, pero sin especificar la fecha de realización. Según algunos entrevistados, el curso pudo haber sido de carácter introductorio para personal recientemente ingresado a la CNEA y no abierto a profesionales externos como ocurrió a partir de 1958. Del mismo modo, en el Boletín Informativo institucional (CNEA, 1957), se informa sobre la culminación del curso “Aplicaciones médicas de radioisótopos” destinado a los profesionales de los centros médicos asociados y realizado bajo la coordinación del Departamento de Medi-

que aún se dictan, estaban destinados a médicos, químicos, físicos y demás profesionales que quisieran involucrarse en estos nuevos conocimientos, y se constituyeron en una de las principales acciones de promoción de la CNEA.³¹

REESTRUCTURACIÓN Y ORGANIZACIÓN

Cuando hablé acá, en el año 1956, hacía un año, recién, que era presidente de la Comisión. Estábamos preparando, armando todo el sistema legal en el que teníamos que basarnos indispensablemente antes de lanzar la comisión a trabajar.

Oscar Quihillalt, Presidente de la CNEA, en una conferencia pronunciada en la Sociedad Científica Argentina (CNEA, 1961a).

No obstante lo realizado durante los primeros cinco años de funcionamiento de la CNEA, el proceso de institucionalización al que hace referencia Quihillalt comenzó formalmente en diciembre de 1955 con la sanción del Decreto 384 y, posteriormente, del Decreto Ley 22.498/56 de Autarquía, objetivos y atribuciones. Del análisis de la estructura orgánico funcional descripta en la Memoria Institucional 1962-1963 se desprende que las Gerencias de la CNEA no se creaban por disciplina sino por objetivos, tareas o programas (CNEA, 1964).

La estructura organizacional estaba compuesta por cuatro Gerencias (de Materias Primas, de Tecnología, de Energía, de Administración), la Dirección de Investigaciones Científicas (multidisciplinar), un área de Servicios Técnicos Complementarios, el Servicio de Organización y Métodos y Asesoría Letrada, el Departamento de Información, el Centro Atómico Bariloche y el Instituto Balseiro. “En síntesis: la comisión está organizada en un directorio, cuya presidencia posee un organismo de servicios esenciales específicos; cuatro gerencias, un claustro y un organismo de servicios complementarios” (CNEA, 1961a).

cina y Biología, aunque se destaca la necesidad de establecer “un curso básico de técnica de radioisótopos que podría quedar a cargo del nuevo Departamento de Radioisótopos”, como efectivamente sucedió.

31 En relación al origen disciplinar de los participantes de los cursos: en 1958, por ejemplo, se dictaron cuatro cursos. De un total de 64 profesionales, 47 eran médicos (el 74%); los restantes 17 eran químicos, ingenieros agrónomos, veterinarios, ingenieros civiles, técnicos o bioquímicos (CNEA, 1958j). Según otra crónica, se inscribieron al segundo curso de 1961 “alumnos de distintas especialidades, entre ellos médicos, biólogos, bioquímicos y personal de laboratorios de esta comisión” (CNEA, 1961d).

De las cuatro gerencias, la que interesa particularmente a este trabajo es la de Energía, conformada por seis programas: de Reactores, de Producción, de Aplicaciones, de Evaluación de Riesgos, de Instrumentación, y de Reprocesamiento. A partir de esta organización programática y no disciplinar, la Gerencia estaba integrada por recursos humanos provenientes de un amplio abanico de disciplinas.

Los laboratorios correspondientes se han agrupado según el destino final de su trabajo: aplicaciones médicas, industriales y agrícolas, pero existe siempre una vinculación entre los profesionales que los integran: radioquímicos, radiodocimetristas, médicos, ingenieros, mecánicos, industriales y electrónicos, químicos, bioquímicos, ingenieros agrónomos y veterinarios.

Oscar Quihillalt, en una conferencia pronunciada en el Centro Naval (CNEA, 1962)

En todo caso, la estructura que mejor representaba la clasificación disciplinar era la Dirección de Investigaciones Científicas, organizada – con la lógica de claustro– por los Departamentos de Biología, de Física Nuclear y de Química, con el objeto de “efectuar todas aquellas investigaciones que a requerimiento de las gerencias le sean solicitadas; e informar y asesorarnos en aquellas líneas de investigación que puedan ofrecer un interés mediano a los objetivos de la comisión. Es decir: la comisión mantiene un grupo de científicos que hacen ciencia pura en los campos que le interesan” (CNEA, 1961a).

La década de 1950 estuvo fuertemente marcada por las raíces disciplinares. Se identificaron claramente los grupos de radioquímica, ingeniería, física nuclear, metalurgia, etc. A partir de 1960, las principales líneas de acción comenzaron a organizarse en proyectos (ejes transversales): el reactor RA-3, el autoabastecimiento de radioisótopos, la producción de moléculas marcadas, la inserción internacional, etc.

Este proceso de institucionalización temprana estuvo atravesado por una constante búsqueda del rol que debía cumplirse, tanto desde una perspectiva integral en función de ser un organismo estatal, así como desde lo individual, grupal o disciplinar, siendo sus integrantes exploradores de nuevos terrenos que intentaban generar sus propios (nuevos) espacios.

En términos temáticos, se observa una agenda intensamente marcada por lo que ocurría a nivel mundial. Tras Hiroshima y Nagasaki, el conocimiento comenzó a circular a cuentagotas, guiado políticamente y comercialmente por las potencias nucleares, que necesitaban un mercado que les permitiera explotar la nueva tecnología a gran escala y mejorarle el semblante a una tecnología hasta ese momento asociada

únicamente a la guerra. Aquellos países que querían incorporarse al juego –cognitivo e industrial– nuclear, conocían la existencia de reglas impuestas. Si bien el particular desarrollo nuclear argentino permitió el establecimiento de algunas negociaciones y de cierto margen de autonomía, en líneas generales se siguió la agenda internacional.

ABASTECIMIENTO DE RADIOISÓTOPOS

¿Cómo se decidió la construcción de un reactor con una planta de producción de radioisótopos asociada? ¿Qué radioisótopos producir y cuáles importar? ¿Quiénes lo decidían?

¿Las decisiones tomadas contemplaban en su génesis escenarios de puesta en práctica de esos conocimientos o la agenda era abordada acríticamente?

¿Por qué y para qué producir determinados radioisótopos? ¿La cuestión del uso era un insumo analítico inicial de las decisiones? ¿Cómo se validaban las acciones sustentadas en su uso social?

PRODUCCIÓN, IMPORTACIÓN, EXPERTOS INTERNACIONALES Y MOLÉCULAS MARCADAS

La producción local de radioisótopos en la década de 1950 era muy escasa. En un trabajo en el que se detallan los diversos métodos de producción de radioisótopos que estaban puestos a punto en la CNEA hasta 1959, se destaca la fabricación propia de aparatos de telecomando para evitar la exposición del personal: “se ha montado un aparato que puede ser operado desde detrás de una pared de plomo protectora y se ha puesto a punto un método químico, que permitirá obtener radioyodo en altas actividades, compatibles con la demanda, *cuando esté en funcionamiento el nuevo reactor de la CNEA*”.³² Asimismo, se hace especial mención a la construcción de un “aparato de control remoto” para la preparación del oro coloidal a partir del oro-198 importado, a fin de producir semillas para el tratamiento de cáncer (Álvarez, et al., 1959). Por otra parte, Pahissa Campá destaca que –incluso importando el oro irradiado con el cual se produce el coloide– “resulta aproximadamente 8 veces más barato que comprando directamente el coloide en el exterior. *El costo de producción será aún menor cuando estemos en condiciones de efectuar la radiación en nuestro país*” (CNEA, 1958b).³³

32 Las cursivas son propias, no originales. Hace referencia al RA-3, proyecto de construcción recientemente anunciado.

33 Las cursivas son propias, no originales.



En el comienzo de la década de 1960, el abastecimiento de radioisótopos aún dependía en su amplia mayoría de la importación. En cuanto a producción local, el sincrociclotrón fue destinado a producir una variedad de nucleídos de escaso consumo, pero que comprendían una demanda que había que cubrir y obligaba a poner a punto métodos de obtención y purificación (Radicella, 1963). Aún no se producía localmente yodo-131, que seguía siendo el radioisótopo de mayor consumo (representaba más del 60% de las importaciones). “Debido al bajo flujo de neutrones disponible en el reactor RA-1 es imposible producir hierro-59 y cromo-51 de la actividad específica requerida (...) Por la misma razón, no es posible producir yodo-131 por el método convencional a partir de telurio; se ha elaborado un método de obtención a partir de productos de fisión, que se espera entre en operación en 1963” (Radicella, 1963).

Ante la imposibilidad de producción local, la CNEA decidió implementar el fraccionamiento de los radioisótopos de uso más común para generar un ahorro en los costos reduciendo el número de envíos sin perjudicar el abastecimiento. Hasta ese momento, los radioisótopos requeridos por cada usuario se solicitaban en forma separada, debiendo abonar el flete aéreo y el recargo aduanero por cada solicitud. El 5 de julio de 1961 se anunció el “primer fraccionamiento de radioisótopos” de I-131 (CNEA, 1961b), extendiéndose posteriormente a fósforo-32, cromo-51 y hierro-59, lo que permitió un ahorro de m\$N 3 millones en 1962 (Radicella, 1963).³⁴

³⁴ El presupuesto total de la CNEA para 1962 fue de m\$N 315 millones. El de CONICET para el mismo año, m\$N 178 millones (Ley 16.432).

En 1964, se puso a punto un nuevo método para obtener fósforo-32, el segundo radioisótopo de mayor consumo para aplicaciones médicas. Los responsables del desarrollo destacaron que los procedimientos contemporáneos requerían “aparatos costosos y delicados en su manejo, otros una preparación muy cuidadosa del material a irradiar y, la mayoría, etapas muy laboriosas de purificación hasta lograr preparados aptos para el uso” (CNEA, 1964b).

No obstante las limitaciones técnicas para producir industrialmente radioisótopos, la CNEA sí comenzó a satisfacer la demanda de compuestos marcados³⁵ –principalmente con yodo y carbono– a partir de 1961, los cuales se importaban desde 1958. “Se previó entonces la necesidad de proceder a su preparación en la CNEA, evitándose así una apreciable evasión de divisas y [procurando] el entrenamiento de personal en esta rama de la técnica nuclear” (Mitta, et al., 1969).

A fin de impulsar el aprendizaje de estas técnicas, la CNEA gestionó la llegada de un experto del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA; IAEA es la sigla en inglés), el Dr. Norman Veall. Permaneció en el país durante seis semanas entre junio y julio de 1961, año en que Quihillalt fue gobernador del OIEA, con sede en Viena.³⁶ La visita contempló el entrenamiento en los métodos de obtención de compuestos marcados que permitieran extender la aplicación a otros campos de la medicina –cardiología, gastroenterología y ginecología, por ejemplo– sobre la base de experiencias satisfactorias en endocrinología, hematología y oncología. “El Dr. Norman Veall (...) puso, con demostraciones prácticas, a profesionales de la CNEA al corriente de los procedimientos a emplear” (Mitta, et al., 1969), y en su informe recomendó alcanzar la producción local de moléculas marcadas en lugar de importarlas (IAEA, 1962).³⁷

La preparación de moléculas marcadas se hacía sobre la base de “una mutua colaboración” entre la División Moléculas Marcadas (producción rutinaria) y los laboratorios de Control Farmacéutico y Radioquímico (pruebas de pirógenos, esterilidad, cromatografía y ca-

35 Molécula marcada o radiofármaco: se trata de una molécula específica unida a un átomo radiactivo. La molécula específica determina la ruta metabólica y el elemento radiactivo permite la detección externa de la biodistribución del radiofármaco dentro del organismo.

36 En 1961, Quihillalt estuvo al frente simultáneamente de la CNEA, la Comisión Interamericana de Energía Nuclear y el Organismo Internacional de Energía Atómica.

37 “Al Dr. Norman Veall (...) que gracias a cuya generosidad intelectual fue posible comenzar la preparación de compuestos marcados con Yodo 131 en nuestro país y que supo infundir en nosotros la confianza necesaria para perseverar en estas marcaciones” (Mitta, et. al., 1969).

libración). La Gerencia de Energía se ocupaba de la distribución (Mitta y Camin, 1964).

Como se dijo párrafos arriba, los principales marcadores eran carbono y yodo.³⁸ Se realizaban marcaciones con otros radioisótopos, pero la mayoría fueron de uso ocasional, a diferencia de yodo-125 y yodo-131, que “se han ido usando cada vez en mayor escala, lo que nos ha obligado a montar un laboratorio exclusivo para estas marcaciones, el cual en este momento no sólo satisface las necesidades del país, sino que envía productos al exterior” (Buhler, et al., 1970). Según Carasales y Ornstein, en 1962 se exportaban compuestos marcados con yodo-131, cromo-51 y hierro-59 a Paraguay y con yodo-131 a Chile. En ese mismo año se registraron ventas de bismuto-206 a Holanda por el equivalente a U\$S 200 mil (Carasales y Ornstein, 1998).

De los aproximadamente 260 informes científicos publicados por la CNEA entre 1958 y 1970, alrededor de 40 corresponden a métodos de marcación de diversos compuestos. La gran mayoría de esos informes se publicaron entre 1961 y 1965, y el autor común de casi todos ellos es el Dr. Aldo Mitta, quien publicó unos años después, en 1969, un trabajo que sintetiza la utilización de radioisótopos de yodo para la marcación de moléculas entre 1961 y 1968 (Mitta, et. al., 1969). Se producían rutinariamente alrededor de treinta compuestos marcados con yodo-131 principalmente, pero también con yodo-125 y 132. Prácticamente “todo” se marcaba con yodo. En la mayoría de los informes se describe el aprendizaje de métodos de marcación, e incluso en algunos casos se informaron modificaciones realizadas a procedimientos establecidos internacionalmente.

Veamos algunos ejemplos de moléculas marcadas y su aplicación médica.

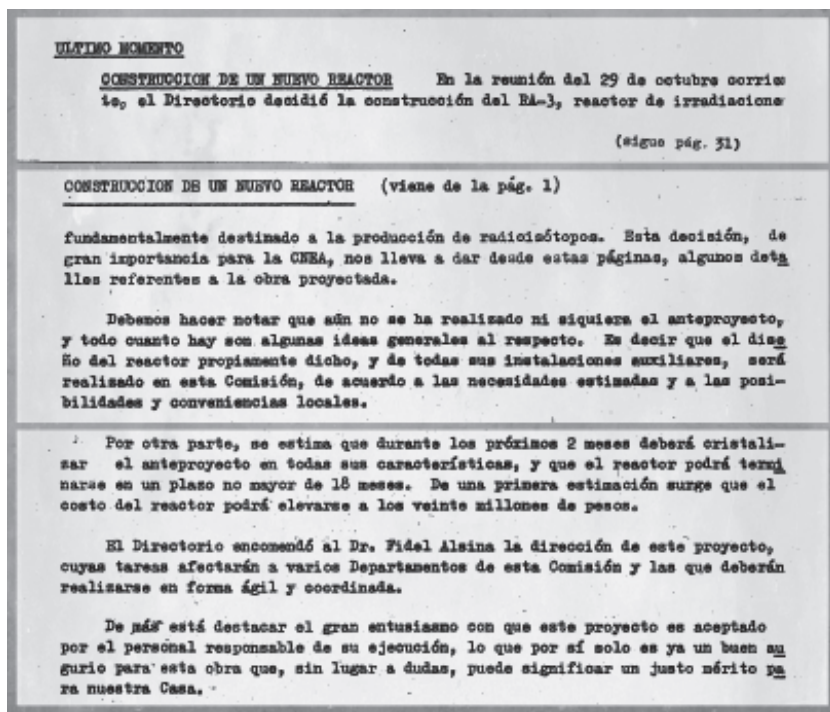
- Yodo Albúmina I¹³¹: determinación de los volúmenes de plasma y sangre, para diagnóstico y localización de tumores cerebrales y para la determinación de los tiempos de circulación.
- o-Yodohipurato de Sodio I¹³¹: por inyección intravenosa se utiliza para el estudio de la función individual de los riñones mediante la medición externa de la radiación gamma.
- Rosa de Bengala I¹³¹: la velocidad de desaparición del Rosa de Bengala radiactivo de la sangre, determinada mediante un centellador de conteo externo, constituye un método simple y sensible para el estudio de la función hepática.

38 Las primeras marcaciones con carbono-14 comenzaron en 1957, en la antigua División Moléculas Marcadas del Departamento de Química. Un detallado informe acerca de los compuestos marcados con carbono se ofrece en (Buhler, et al., 1970).

- Ácido Oleico I¹³¹ – Trioleína I¹³¹ – Aceite de Oliva I¹³¹: constatación de un metabolismo anormal de las grasas por el intestino y en la prueba de funcionamiento anormal del páncreas.
- Yodoformo I¹³¹: estudio de permeabilidad dentaria frente a anti-séticos de uso odontológico.

Por último, en el mismo informe se resume el volumen de producción de moléculas marcadas, así como las cantidades de las primeras exportaciones.

RA-3: HACIA EL AUTOABASTECIMIENTO



(CNEA, 1958c)

Como se ha observado en las páginas precedentes, el asunto que ocupó durante varios años a la dirección de la CNEA fue lograr el abastecimiento del mercado nacional con radioisótopos producidos localmente. “Durante los últimos meses se ha experimentado un notable incremento en el consumo de material radioactivo en el país, hasta el punto de ha-

cer previsible calcular que en los doce meses de 1959 se quintuplicará la importación registrada en el año anterior, que a su vez triplicó el consumo de 1957 (...) El aumento del mercado, junto con los elevados costos ‘muertos’ pagados en concepto de fletes aéreos, han transformado en imperiosa la necesidad de construir un reactor que permita satisfacer, cuando menos, las demandas internas” (CNEA, 1959). Ya comenzaba a hablarse del reactor RA-3, de mayor potencia que el RA-1, pero sobre todo, con una planta de producción de radioisótopos asociada pensada para cubrir la demanda de yodo, especialmente.

En 1960, la CNEA publicó un informe titulado “Previsión del consumo futuro de radioisótopos en el país” (Nussis, 1960), estudio realizado con el objeto de: a) tener un criterio aproximado del tamaño de los laboratorios y otras instalaciones a construir; b) estimar las facilidades de irradiación que debería ofrecer un reactor destinado a absorber el consumo nacional de radioisótopos; y c) estimar la importancia económica que tendría la producción de radioisótopos en el país con un reactor.

El informe estimaba que, si hubiera que seguir importando y pagando costos de flete, el gasto en radioisótopos 1959-1963 ascendería aproximadamente a un millón de dólares (Nussis, 1960).³⁹

Al evidente ahorro en costos de flete y trámites aduaneros, la dirigencia de la CNEA agregó –en su estrategia de crecimiento– los conceptos de *innovación incremental* e *industria industrializante* que involucrarían la construcción de un reactor de potencia. Asimismo, y de suma importancia para la salud pública, el Estado garantizaría el continuo abastecimiento de radioisótopos para un mercado en constante crecimiento (Briozzo, et al., 2007; Briozzo, 2010).

El problema de los radioisótopos es vital. Es un problema serio. Su consumo aumenta extraordinariamente (...) Son millones de pesos que se gastan en el exterior. (...) Por eso queremos construir el nuevo reactor. Queremos autoabastecernos de ellos y bajar sus precios. Tenemos todos los cálculos realizados; tenemos todas las curvas trazadas. Incluso las curvas de crecimiento de su uso en el exterior. Dentro de dos o dos años y medio estará el reactor nuevo en marcha y el país se podrá

39 Concretamente, el informe otorga estas cifras: “El valor de los radioisótopos a consumir durante el mismo período [1959-1963] será de 80.000.000 m\$N [u\$s 950.000 ó £ 330.000], aproximadamente, de los cuales más o menos 67.000.000 m\$N representan erogación de divisas, aproximadamente 800.000 u\$s o 280.000 £. Además, la suma de 15.000.000 m\$N correspondiente al flete, que no será invertida, significará un menor precio de los radioisótopos para los actuales y futuros consumidores”. Como referencia, el presupuesto aproximado de la CNEA en 1961 era de m\$N 400 millones, alrededor de U\$S 5 millones, según el tipo de cambio estimado (Quihillalt en CNEA, 1961a).

abastecer en forma integral. Es posible que hasta podamos asegurar las necesidades de los países vecinos (Quihillalt en CNEA, 1961a).

A fines de 1960 comenzó el diseño del nuevo reactor y su planta de producción de radioisótopos asociada, que permitiría superar la producción a nivel de laboratorio. Nacía el Reactor Argentino N°3.

Desde que se decidió la construcción del RA-3 en 1958 hasta su inauguración en 1967 y su puesta a punto hasta lograr un óptimo funcionamiento en 1971, la CNEA registró en sus memorias institucionales un constante crecimiento en la producción local (RA-1 y ciclotrón), así como avances en la investigación de nuevos métodos de producción y perfeccionamiento de los controles de calidad, siendo la preocupación prioritaria perfeccionar los métodos de producción de I-131.

A partir de un abrupto incremento en la demanda de radioisótopos, en 1966 la CNEA detuvo las obras de construcción del RA-3 con el objetivo de evaluar la realización de posibles modificaciones que aumentarían la futura capacidad productiva. En relación al año anterior, la demanda de radioisótopos aumentó en un 400%, en el caso de los producidos en el país, y en un 30%, en el caso de los importados (CNEA, 1967a).⁴⁰

Además, en el marco de la Gerencia de Energía, se creó el Comité Coordinador de Aplicaciones, cuyo objetivo era establecer fuertes acciones de promoción, no sólo en medicina (donde el uso de radioisótopos estaba bastante difundido), sino en agricultura e industria. En cuanto a las aplicaciones médicas, “sería largo enumerar en esta Memoria las numerosas técnicas y trabajos que está desarrollando el grupo médico”. No obstante ello, menciona algunas, entre las cuales se destaca la de “asesoramiento técnico sobre proyecto de convenios y plan de suministro de material radiactivo con descuento”. Esto habla de una profundización en la estrategia institucional de promoción y comercialización (CNEA, 1967a).

Para 1970, la demanda continuaba en ascenso: 20% en cantidad despachada, aunque más del 25% en términos de facturación. Sin embargo, se explicita que este crecimiento podría haber sido mayor si las obras del RA-3 hubiesen sido finalizadas en ese año (CNEA, 1972).

Por último, y antes de comentar la puesta en marcha del RA-3, reproducimos a continuación una tabla con la demanda de radioisótopos en el período 1961-1970.

40 Entre las posibles razones de este aumento, quizás tenga relación la creación de la Asociación Argentina de Biología y Medicina Nuclear en 1963, fundamentalmente en lo relativo a la difusión de estas actividades.

Tabla 3. Producción local y consumo total de radioisótopos en Argentina (1961-1970).⁴¹

Año	Producción	Consumo (excluidas las fuentes de radiación)		Usuarios		
	Actividad total (en curies)	Cantidad de envíos despachados	Actividad total (en curies)	Centros industriales y comerciales	Centros de asistencia e inv. médica	Profesionales autorizados*
1961	1,7	1002	48,5	27	83	316
1962	3,4	1329	38,5	38	93	395
1963	4,5	1379	43,3	45	114	502
1964	4,7	1634	57,1	50	129	562
1965	6,8	1876	58,0	54	153	670
1966	10,7	2201	53,8	57	197	715
1967	10,2	2692	67,3	62	217	773
1968	20,2	3385	85,2	71	243	829
1969	7,6	3901	97,7	82	270	899
1970	13,8	4579	117,5	89	290	975

Fuente: CNEA, 1972.

* Profesionales autorizados cumpliendo funciones en los Centros industriales y comerciales, o bien, en los Centros de asistencia e investigación médica

De esta tabla se desprende que, en el período, el consumo de radioisótopos creció prácticamente un 250%. Si se observa la cantidad de envíos despachados, el aumento es mucho más significativo: más del 450%. En concordancia, la cantidad de usuarios se triplicó, ya sea cuantificando centros o profesionales. Por último, en la tabla podemos notar el peso de la producción local: analizando los datos en curies, en 1961 sólo el 3,5% era producido por CNEA, en 1968 la producción local alcanzó un pico del 23%, pero volvió a caer nuevamente en 1970 al producir sólo el 12% del total.⁴² Esta ecuación se invirtió al año siguiente.

41 El curio (Ci) es una antigua unidad de radiactividad, que indicaba cómo se emitían partículas alfa o beta o rayos gama de una fuente radiactiva, por unidad de tiempo. El curio representaba una cantidad muy grande de radiactividad desde el punto de vista biológico, por lo que se comenzaron a utilizar unidades más pequeñas: milicurio (mCi), microcurio (μCi), nanocurio (nCi) y picocurio (pCi). El curio ha sido reemplazado por el becquerel (Bq).

42 No se ha podido obtener una comprobación documental, pero probablemente el

El 20 de diciembre de 1967 se puso en marcha el RA-3. Días más tarde se distribuyó entre la prensa nacional y extranjera un folleto descriptivo de las instalaciones. Dicho documento estaba encabezado por un texto firmado por Quihillalt que resume algunos conceptos centrales de la estrategia institucional, como son desarrollo autónomo, relación Ciencia-Industria-Estado, inversión, industria industrializante:

El nuevo instrumento no supone un especial avance en cuanto a la tecnología de reactores se refiere, pero sí un paso adelante en cuanto al logro de experiencia propia y al desarrollo de nuestras facultades. Implica también la apertura de nuevos cauces a la industria nacional y un estímulo para su perfeccionamiento, pero sobre todo, implica fe en nosotros mismos (...). Esos imponderables están dados por los beneficios intangibles que a largo plazo reditúan estas obras, en áreas que aparentemente no les están directamente relacionadas, tales como son la expansión de las industrias de base, la capacitación tecnológica, la investigación científica y técnica, el integral aprovechamiento de los recursos naturales y, en suma, la modernización del país.

No obstante, la frase que define el estilo que pretendió la conducción de la CNEA es la siguiente:

En el proceso evolutivo de la industria nuclear, como en el de cualquier otra gran industria nueva, hay etapas necesarias y obligadas a cumplir, si se quiere alcanzar esa experiencia propia a que nos referimos y que constituye la base de todo progreso. Porque, insistiendo en este concepto, experiencia es por definición “práctica y observación”, cosas que no se pueden comprar ni pedir de prestado (CNEA, 1967b).

En las últimas dos páginas del folleto se listan las 67 “Empresas que han participado en la construcción del RA-3”, que aplican a rubros tan diversos como el pulido de pisos y las cortinas americanas hasta la electrónica de control y las bombas centrífugas de acero inoxidable.

El RA-3 se inauguró con una potencia de 0,5MW. Finalmente, en 1969 el reactor comenzó a operar regularmente, a una potencia máxima de 2,5MW (Briozzo, et al., 2007; Briozzo, 2010). La ecuación se invirtió:

pico protagonizado en 1968 responde a la producción de algún compuesto de alta actividad específica.

Ello ha permitido cubrir, mediante el despacho de 1.450 envíos por un total de 62,6 Ci, el 67% del consumo nacional anual de este radioisótopo. (...) Cabe destacar que por primera vez la cantidad de material radiactivo producido en el país, en este ejercicio, supera la del material importado (CNEA, 1973).

Varios factores influyeron en el éxito de la empresa: las sólidas bases del grupo inicial de radioquímicos, que infundió un modo de trabajar y de concebir el proyecto institucional, la experiencia acumulada en metalurgia y electrónica a partir de la construcción nacional de reactores y la continuidad institucional que marcó la presidencia de Quihillalt durante casi dos décadas, logrando atravesar diversas crisis políticas y económicas y la gestión de ocho presidentes de Argentina.⁴³

PROCESOS QUE ATRAVIESAN

Este trabajo reconstruyó el espacio de composición híbrida que se conformó alrededor del desarrollo de la capacidad endógena de producción de radioisótopos, en la etapa de emergencia de la Medicina Nuclear en Argentina. También confirmó los elementos que determinaron la estrategia de abastecimiento del mercado nacional: la creciente demanda de radioisótopos para su utilización en diagnóstico y tratamiento médico, la centralización de las actividades nucleares en el país y la política de desarrollo autónomo llevada adelante por la CNEA.

En este último apartado, observaremos los procesos que atravesaron el desarrollo histórico. Es interesante para este abordaje el planteo de Terry Shinn (1993, 1997, 2000a, 2000b, 2000c, 2008a y 2008b), y el realizado en colaboración con otros autores (Shinn y Joerges, 2002; Shinn y Lamy, 2006; Shinn y Ragouet, 2005), quien propone observar regímenes de investigación científica y técnica, incluyendo en el análisis las prácticas científicas –y sus contenidos cognitivos– conjuntamente con la comprensión de la organización social e institucional. Los regímenes son: *disciplinario*, *utilitario*, *transitorio* y *transversal*, los cuales se diferencian en la intensidad con la que los científicos circulan franqueando fronteras, desde una circulación nula hasta un tránsito frecuente y cotidiano.

Ahora bien, la producción de radioisótopos, y la medicina nuclear en general, es un espacio difícil de identificar. No se trata de la

43 Tras tres años al frente de la CNEA, Quihillalt fue reemplazado en 1958 por el Almirante Helio López. Un año y medio más tarde, Quihillalt asumió nuevamente la dirección de la CNEA y, desde entonces, el grupo ejecutivo a cargo se mantuvo casi intacto hasta 1973, situación que hizo posible cierta continuidad del programa nuclear, aun durante el cataclismo que sacudió las actividades de investigación y desarrollo en las universidades públicas luego de la llamada “noche de los bastones largos”, en julio de 1966 (Hurtado de Mendoza, 2005b). Del mismo modo, véase Poneman, 1982 y Redick, 1972.

física clásica, sino de físicos que –si bien resuelven problemas de física– discuten continuamente con médicos; los médicos tienen los problemas tradicionales con sus pacientes, pero piden la colaboración de los radioquímicos para obtener determinadas sustancias, y la creatividad de los ingenieros para imaginar aparatos que permitan manipular elementos radiactivos; los radioquímicos necesitan entenderse con los físicos y con los ingenieros porque el acelerador de partículas debe trabajar a determinada potencia para obtener los compuestos que necesitan los médicos para atender a los pacientes. Todos los actores están en permanente vaivén.

Gráfico 1. Esquema de relaciones disciplinares



Fuente: elaboración propia.

En la caracterización de Shinn, los regímenes disciplinarios responden a la organización tradicional de las actividades científicas en disciplinas y especialidades y puede encontrarse fácilmente en distintas instituciones. Shinn sostiene que las disciplinas no están en riesgo y que siguen siendo centrales para la ciencia y para los cuatro regímenes que propone. El régimen disciplinar constituye su propio mercado, se retroalimenta: los profesionales son los consumidores de sus propias producciones. Aval y legitimidad son otorgados por pares disciplinares. En palabras de Shinn, es una economía cognitiva cerrada.

A diferencia del régimen disciplinar, en el régimen utilitario el objetivo principal no es la producción de conocimiento, sino la utilidad. Mientras que en el disciplinario se busca la universalidad que trascienda, el utilitario es local y práctico: se buscan soluciones a problemas específicos de corto plazo. El régimen utilitario (Shinn, 2008b: 21 y ss.) no es una comunidad autoreferencial, sus miembros no constituyen el mercado, sino que trabajan, en general como técnicos o ingenieros realizando consultorías, constituyendo una economía ampliamente abierta. Mientras que el régimen disciplinar emerge relativamente autónomo en virtud de su autorreferencialidad, la producción en el régimen utilitario está basada en factores exógenos.

Cuando surgen oportunidades técnicas o intelectuales en la periferia de los campos disciplinarios, los investigadores atraviesan provisoriamente las fronteras de sus disciplinas acercándose a las vecinas, lo que puede llevar a la aparición de una nueva subdisciplina o, incluso, de un nuevo campo científico. Del mismo modo, Shinn plantea que los individuos realizan cruces desde la disciplina a las empresas. La trayectoria de los actores es oscilante: en el régimen transitorio el centro principal de la identidad y de la acción de los practicantes está todavía ligado a las disciplinas, mientras que los individuos atraviesan los campos disciplinarios. Según el autor, tales cruces no son frecuentes, sino que los realizan en contadas oportunidades a lo largo de sus trayectorias. La característica principal para distinguir estos cruces de frontera, sobre todo los pasajes hacia empresas, es que la audiencia y el mercado dejan de ser sus pares disciplinares.

Shinn y Lamy (2006) reconocen tres categorías de individuos dentro de esta caracterización: los “académicos”, que crean empresas pero su referente principal sigue siendo la disciplina (la empresa está subordinada a los objetivos del régimen disciplinar); los “pioneros”, investigadores que trabajan en laboratorios universitarios, pero que su principal afiliación es la empresa (la ciencia debe estar al servicio de la economía y de la sociedad); y los categorizados como “Jano”,⁴⁴ cuya identidad principal depende de su disciplina, pero oscilan entre el laboratorio y su empresa. Según los autores, esta última categoría podría considerarse una expresión actual del régimen transitorio, constituyendo un soporte para la investigación básica, así como para el crecimiento económico, en una “cadena de continuidad” que vincula la producción de investigación, su aplicación y su difusión en el mercado económico.

En los regímenes transversales, se hace muy engorrosa la identificación de las trayectorias de los investigadores porque se rompen

44 Jano (en latín *Janus*) es, en la mitología romana, un dios que tenía dos caras mirando hacia ambos lados de su perfil.

los lazos entre las disciplinas y las instituciones. Los científicos están identificados con los proyectos más que con las disciplinas o las instituciones, entre las que se desplazan libremente. En lugar de deliberar acerca de las leyes de la naturaleza, este régimen se propone explorar las leyes de la instrumentación, de la construcción de instrumentos genéricos, según Shinn, el modelo ideal de transversalidad. En este sentido, quienes circulan en el régimen transversal son los “tecnólogos de investigación” (*research technologists*). Trabajan en un espacio temporal relativamente libre de restricciones exógenas inmediatas, logrando, de este modo, concentrarse en los principios subyacentes a la instrumentación, al contrario de aquellos individuos preocupados por la construcción de un aparato adecuado a una necesidad restricta.

En estos regímenes, también traspasan fronteras los usuarios locales, que se alejan temporariamente de su espacio organizacional, industrial o académico habitual para realizar nuevos aportes a instrumentos genéricos ya existentes y poder así otorgarles mayores cualidades multipropósito.

Se encienden cuatro focos para problematizar este espacio, a los efectos de complementar el desarrollo histórico: periodización | hibridación | contexto | uso.

PERIODIZACIÓN

Se observan dos momentos claramente identificados en términos de política institucional: la década de 1950 muestra la preocupación por estructurar la organización, por olvidar y hacer olvidar el fraude de Richter, y por efectivizar en la legislación (reglamentación) y en la práctica las funciones asignadas por la normativa. Incluso los entrevistados coincidieron en describir en el marco del amateurismo a la época de institucionalización temprana, con profesionales jóvenes estrechamente vinculados a su raíz disciplinar. Este aspecto se puede percibir fundamentalmente en el grupo de radioquímicos, con prioridades estrictamente académicas de acumulación de capital cognitivo y simbólico, sobre todo a partir del reconocimiento internacional adquirido en la Conferencia en Ginebra (1955).

Esta percepción de amateurismo comenzó a modificarse a partir del alineamiento tras el proyecto RA-1. La práctica científica quedó determinada por la ambiciosa decisión de construir el reactor en el país, el primero de Latinoamérica, en un contexto generalizado de compras llave en mano. El reactor funcionó, y significó un incentivo para comenzar a generar nuevos proyectos poco usuales en países periféricos como Argentina: se definieron líneas que priorizaron la cooperación con el empresariado nacional, el desarrollo local de tecnología y el constante flujo bidireccional de información (Ciencia-Industria-Estado).

La década de 1960 se estructuró, entonces, en base a proyectos que buscaban aprendizaje, desarrollo autónomo, industrialización y establecimiento de prioridades nacionales, los cuales fueron objetivos cumplidos, parcialmente cumplidos o que permanecieron sólo en la retórica, según se pudo apreciar. Se desdibujaron las fronteras de la organización disciplinar para priorizar la organización del trabajo en función de los proyectos, característica propia de los regímenes transversales de producción de conocimiento (Shinn, 1997, 2000b, 2005 y 2008a; Shinn y Joerges, 2002). Tal como lo expresa Crespi (1981: 172), “el desarrollo alcanzado por muchas de las líneas de trabajo químico de la CNEA, hizo que estas fueran adquiriendo mayor autonomía y consolidándose, de por sí o con otros grupos no esencialmente químicos, como actividades independientes orientadas por sus objetivos más que por la disciplina”.

En el período abordado también se perciben dos momentos en relación a los niveles de decisión. En la primera década –de organización institucional– se aprecia una mayor incidencia de físicos e ingenieros en relación a la regulación de la actividad, así como de los radioquímicos, quienes protagonizaron los avances científicos nacionales de mayor relevancia en el campo. En la década de 1960, la radioquímica va perdiendo terreno frente al mayor compromiso e inserción de los médicos en temas hasta esos años muy poco conocidos. Los médicos también se hacen necesarios en la gestión (administración en centros médicos) y en los procesos políticos de decisión (participación mayoritaria en asociaciones profesionales).

Para nuestro objeto, el cambio de década representó un quiebre más significativo que los cambios de gobierno democracia / dictadura (especialmente el derrocamiento de Perón en 1955) o el proceso de reorganización de 1956, hitos que a priori se prejuizaron como centrales.

HIBRIDEZ

Las fronteras difusas produjeron cambios en las prácticas, en los imaginarios y en las relaciones entre actores. El espacio de producción de conocimiento objeto de este trabajo quedó atravesado por un proceso de hibridación de la física, la química y la medicina, como se ha dicho, campos disciplinarios tradicionales en el país, pero que hasta ese momento operaban de un modo autónomo. Existieron tensiones, como en los primeros cursos de aplicación de radioisótopos; y se establecieron relaciones de colaboración que posibilitaron la concreción de numerosos avances, como los desarrollos en relación a la aplicación de oro coloidal.

Los actores transitaron esas fronteras difusas. En términos de Shinn, durante la década de 1950 se estableció un régimen transitorio

de producción de conocimiento, con disciplinas que permanecían presentes en la raíz de las trayectorias profesionales. La lógica claustral –representada por la Dirección de Investigaciones Científicas, y por su sucesora Gerencia de Investigaciones– tuvo mayor incidencia en las dinámicas organizativas de la primera década. Se establecieron relaciones de colaboración, incluso con químicos y físicos preocupándose por temas médicos, pero siempre manteniendo la raíz disciplinar original. A diferencia de lo que plantea Shinn, no se realizaron cruces desde la disciplina a las empresas, sino a preocupaciones puntuales más relacionadas con otra disciplina que con el origen de quien realizó el cruce. En cambio, sí fue claro que para quienes atravesaron los límites de la química, por ejemplo, la audiencia y el mercado dejaron de ser sus pares disciplinares, y sí fueron los médicos y los pacientes, o eventualmente los empresarios de la medicina, pero no se trató de generación de emprendimientos propios. Por otra parte, la tipología presentada por Shinn y Lamy (2006) –sobre las categorías de individuos que reparten su tiempo entre la disciplina y la empresa– no fue identificada en estas primeras dos décadas. La participación de científicos en empresas relacionadas con la producción y/o aplicación de radioisótopos se estableció algunos años más tarde.⁴⁵

La construcción del RA-1 y la creación del Departamento de Radioisótopos en 1957 comenzaron a modificar el régimen de producción: es central en esta afirmación la alineación de los recursos en función de proyectos. Como se ha mencionado, la Gerencia de Energía (responsable de la producción de radioisótopos) estaba conformada por seis programas, los cuales en su denominación representaban el cruce de fronteras permanente. Los grupos de trabajo de la CNEA siguieron las pautas de lo que para Shinn es el modelo ideal de la transversalidad: exploraron las leyes de la instrumentación, la construcción de instrumentos genéricos y la circulación de tecnólogos de investigación (*research technologists*). Así como los científicos se alejaron de su espacio académico tradicional, hubo empresarios locales que también atravesaron la frontera de su organización y procuraron convertirse en proveedores para la construcción de reactores.

Esta caracterización transitoria / transversal, se vincula estrechamente con dos conceptos: los instrumentos genéricos y la existencia de una comunidad. El concepto elaborado por Shinn y Joerges (2002) aplica: en los procesos ocurridos alrededor del abastecimiento de radioisótopos, se detectaron comunidades híbridas dedicadas al diseño e

45 Laboratorios Bacon, por ejemplo, es una empresa dedicada a la comercialización de radiofármacos creada en 1979. Gregorio Baró, integrante del primer grupo de radioquímicos, trabajó allí hasta su muerte, ocurrida en mayo de 2012.

implementación de instrumentos que revolucionaron y condicionaron la investigación científica en ese campo, así como se nutrieron simbióticamente de ésta, tanto a nivel de ideas innovativas como de resultados aplicables. Los radioisótopos se convirtieron en instrumentos genéricos que encontraron extensiones y aplicaciones precisas en la industria, la universidad y emprendimientos estatales. Este sistema de instrumentos proveyó un vocabulario –un repertorio de representaciones común– para entornos y grupos que hasta ese momento no compartían espacios. En los años iniciales de la década de 1960, aparecen los primeros intentos de estandarización para la producción de radioisótopos, en cuestiones relativas a su pureza, dosis máximas, aplicaciones, etc. Si bien se evidenció que a pesar de algunos intentos vistos en el período la metrología no alcanzó una gran homogeneidad, sobre todo en términos de medición, sí fue evidente que la comunicación era posible y que el origen disciplinar dispar no significó un obstáculo para establecer un lenguaje común.⁴⁶

En términos de Shinn,⁴⁷ y de la traducción aceptada del concepto, los radioisótopos se establecieron como una tecnología posibilitadora de investigación producida por una comunidad, aunque las últimas cuatro palabras merezcan alguna salvedad. La objeción que abre la grieta es la cuestión de las implicancias externas. El concepto de comunidad tiende a considerar un espacio cerrado, impermeable. Como se ha visto, el abastecimiento de radioisótopos estuvo permeado –por lo menos– por el fuerte impulso de las potencias nucleares y por la decisión política de desarrollo autónomo implementada por la CNEA. El “tejido de relaciones” propuesto por Vinck (2006) se hace más palpable: procesos de desarrollo local donde el establecimiento de tejidos sociales entre investigadores y empresarios públicos y privados locales es la condición esencial del desarrollo resultante. De este modo, los radioisótopos se establecieron como una tecnología posibilitadora de investigación producida en un tejido de relaciones. Los radioisótopos impulsaron el desarrollo de carreras híbridas a su alrededor, y difundieron en su recorrido un lenguaje y una metrología específicos. Es evidente que los radioisótopos enlazaron instituciones diversas (CNEA, ministerios,

46 No había una norma internacional que estableciera estos parámetros. En 1962, el OIEA anunció la creación de un programa de asistencia técnica para la calibración de equipos de medición de radioyodo en estudios de tiroides. Por la misma época, Inglaterra, Francia, España y Argentina comenzaron a preparar un Manual de Control de Radiofármacos. Finalmente fue editado a fines de la década, pero sólo como un acuerdo entre España y Argentina. Paulatinamente los radioisótopos se irían incorporando a las farmacopeas en todo el mundo (el yodo es uno de los primeros en introducirse en la farmacopea argentina).

47 Véase Shinn (1993, 1997, 2005 y 2008a); y Shinn, y Joerges (2002).

hospitales, asociaciones profesionales, organismos internacionales) y modificaron las carreras tradicionales de los sujetos involucrados, quienes comenzaron a protagonizar “carreras híbridas”, relativizando su estricta pertenencia a la química, la ingeniería, la física o la medicina.

“La Medicina Nuclear es una técnica que está destinada a desaparecer”, dijo Victorio Pecorini (2008) en la entrevista brindada para esta investigación. “Así como antes se marcaba con fluorescentes y ahora se marca con radioisótopos, en el futuro se marcará con otra cosa”. De acuerdo con este marco teórico, cuando los investigadores atraviesan provisoriamente las fronteras de sus disciplinas, puede aparecer una nueva subdisciplina o, incluso, un nuevo campo científico. El desafío, entonces, es determinar si se trata efectivamente de una técnica, de una disciplina o de una especialidad, entre otras tantas variantes. Si es una subdisciplina, ¿cuál será su disciplina raíz?

CONTEXTO

El crecimiento de la demanda de radioisótopos pudo observarse, a nivel mundial, en la notable proliferación de técnicas que comenzaron a utilizar radioisótopos, de la mano de una fuerte promoción realizada por los organismos nucleares de los principales países productores y, fundamentalmente, por el OIEA. Y en el ámbito nacional, se observó la movilización de recursos (de todo tipo) con destino a la investigación e instalación de reactores y facilidades para la producción de radioisótopos, búsqueda de nuevos radioisótopos, aprendizaje de técnicas de aplicación, innovación en usos médicos y biológicos, etc.

La preocupación estatal inicial fue establecer las regulaciones para el uso, así como implementar actividades de promoción de la nueva herramienta, acorde a lo que sucedía en el mundo. Sólo por mencionar un caso, cuando se creó el Departamento de Radioisótopos, Quihillalt convocó a Papadópulos para que lo dirigiera porque era de su confianza; Papadópulos conoció a los dos muy jóvenes Hugo Mugliaroli y Alejandro Placer en el Instituto Geográfico Militar y los llevó a la CNEA no por *expertise* específico, sino porque confiaba en ellos. Se trataba de áreas sensibles, de impacto social y político, que no contaban siquiera con el beneficio de empezar de cero, sino que arrastraban el desprestigio institucional post Richter (Placer, 2008).

En estas primeras dos décadas de institucionalización de la actividad nuclear –y particularmente de la producción y uso de radioisótopos– pudo apreciarse un estrecho acoplamiento entre las dimensiones local e internacional. Uno de los ejemplos más claros de la implementación local de la agenda internacional fue el comienzo de la marcación de moléculas, a partir de la visita de expertos a comienzos de la década de 1960. Independientemente (o no) de la agenda internacional, la pro-

ducción de moléculas marcadas rápidamente fue prioridad porque se cubrían necesidades específicas en investigación biomédica y en diagnóstico médico.

No obstante, el autoabastecimiento de radioisótopos fue prioritario en todo el período aquí estudiado, decisión que derivó en prescindir preferentemente del suministro extranjero para garantizar –como responsabilidad del Estado– el abastecimiento del mercado nacional.

USO

Resulta particularmente interesante para el abordaje de este objeto, la noción de *uso del conocimiento*, que está implicada en el proceso de producción del mismo. Desde sus comienzos, la investigación en radioisótopos en Argentina estuvo fuertemente vinculada con el uso social de esos conocimientos producidos. Así, estos desarrollos institucionales fueron acompañados por la conformación de agendas de investigación, centradas fundamentalmente en el aprendizaje de técnicas de producción y en la búsqueda de nuevos elementos. Las agendas de los médicos tendieron en general a replicar las técnicas de aplicación de radioisótopos y a atender las preocupaciones relacionadas con la protección radiológica. Aún recorriendo los caminos trazados por la elite internacional, se puede observar una preocupación institucional por planificar atendiendo a las prioridades de la salud pública local en cuanto a diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades. En algunos casos, la noción de uso social de los conocimientos producidos determinó, desde la concepción, la agenda de investigación; del mismo modo, las agendas (locales o importadas) determinaron el uso de esos conocimientos, una relación de construcción mutua (Kreimer y Zabala, 2006).

La decisión de construir un reactor (el RA-3) con una planta de producción de radioisótopos asociada generó la necesidad de estimar la demanda nacional, la cual se plasmó en sucesivos informes que determinaron las características del nuevo reactor, construido mayoritariamente con insumos nacionales. Se decidió su construcción a finales de la década de 1950, se inauguró en 1967, y finalmente en 1971, con el reactor en óptimo funcionamiento, la producción local de radioisótopos en la CNEA superó ampliamente las cantidades importadas y, particularmente, se cubrió la demanda local de yodo radiactivo, el radioisótopo más utilizado.⁴⁸

Del mismo modo, los métodos de obtención –tanto de radioisótopos como de moléculas marcadas– se fueron poniendo a punto de

48 El RA-3 aún está activo, pero como la capacidad de su planta de producción es escasa, la CNEA planea construir el RA-10 con una nueva planta asociada.

acuerdo con las demandas detectadas, ya sea por la imposibilidad de importar, por la ecuación económica o por el de desarrollo de un procedimiento mejorado.

Incluso, como se ha visto, la estructura de funcionamiento de la CNEA respondió a objetivos de uso y no a configuraciones determinadas por la raíz disciplinar.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, E., L. Anghileri, O. Gatti, J. Pahissa Campá, E. Ricci y R. Rodríguez Pasqués 1959 “Producción de distintos radioisótopos con sincrociclotrón y reactor de tipo Argonaut” en *VII Congreso Latinoamericano de Química*, México DF, 29 de marzo al 3 de abril.
- Arini, E. y Pavlovsky, A. 1957 “Resultados del P₃₂ en las leucemias agudas” en *Medicina*, Tomo XVII, N°2, pp. 71-76.
- Briozzo, F., Sbaffoni, M., Harriague, S. y Quilici, D. 2007 “A 40 años de la inauguración del RA-3: anécdotas, historias y algunas enseñanzas” en *Revista CNEA*, Año 7, N° 27-28.
- Briozzo, F. 2010 “Medicina nuclear en Argentina. Abastecimiento de radioisótopos, de la importación a la producción nacional (1950-1971)” en Vessuri, Kreimer, Arellano y Sanz Menéndez (Eds.) *Conocer para transformar. Producción y reflexión sobre Ciencia, Tecnología e Innovación* (Caracas: UNESCO-IESALC).
- Buhler, M., Recondo, E., Castrillón, J., Mitta, A., Dankert, M., López, R. Camin, L., Sánchez, R., Mertig, P., de Lezerovich, J. B., Correia, R., Areiprete, C., Lezerovich, A., Troparevsky, M., Dimitrijewits, M. 1970 “Preparación de compuestos marcados con carbono 14 en la CNEA desde 1957 a 1969” en *CNEA*, Informe N° 277.
- Cabral, R. 1985 “The Peron-Richter Fusion Program, 1948-1953” en *XVIIIth International Congress for the History of Science*, University of California, 1 al 8 de agosto.
- Carasales, J. y R. Ornstein (Coords.) 1998 *La Cooperación Internacional de la Argentina en el campo Nuclear* (Buenos Aires, Consejo Argentino para las Relaciones Internacionales-CARI).
- Castro, R. 2011 “Perlas históricas de la Comisión Nacional de Energía Atómica” en *Revista CNEA*, Año 11, N° 41-42.
- Crespi, M. 1981 “La química en la Comisión Nacional de Energía Atómica en el período 1950-1972)” en Abiusso, N: *Evolución de las Ciencias*

- en la República Argentina (1923-1972). Tomo IX. Química* (Buenos Aires: Sociedad Científica Argentina).
- Daugherty, E. y J. Lawrence 1948 “Medical progress: Isotopes in Clinical and Experimental Medicine” en *California Medicine*, Vol. 69 (1), pp. 58-73.
- De Greiff, A. y Nieto. M. 2005 “Anotaciones para una agenda de investigación sobre las relaciones tecnocientíficas Sur-Norte” en *Revista de Estudios Sociales*, 22, 59-69.
- Dosne Pasqualini, C. 2007 *Quise lo que hice. Autobiografía de una investigadora científica* (Buenos Aires: Leviatán).
- Feld, A. y A. Busala 2006 “Investigación y profilaxis del bocio endémico en Argentina (1916-1958)”, *VI Jornadas Latinoamericanas de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología (ESOCITE)*. Bogotá-Colombia, 19 al 21 de abril.
- ____ 2010 “Investigar y curar: conocimientos y profilaxis del bocio endémico en la Argentina (1916- 1958)” en *Asclepio. Revista de Historia de la Medicina y de la Ciencia*, 72, 2, pp. 375-404.
- García, M. y A. Reising 2003a “La consolidación del Centro Atómico Bariloche: una aproximación desde el desarrollo de la física experimental” en Lorenzano, C. (Ed.) *Historias de la ciencia argentina I* (Buenos Aires: Editorial de la Universidad Nacional de Tres de Febrero).
- Gaviola, E. 1955 “El caso Richter” en *Esto Es*, N°96, pp. 26-29.
- González, A. 1988a “Seelmann-Eggebert: El fundador y su obra” en *Boletín de la Sociedad Argentina de Radioprotección*, N°13, pp. 48-72.
- González, A. 1988b “El RA-1: a 30 años de una silenciosa hazaña” en *Boletín de la Sociedad Argentina de Radioprotección*, N°10, pp. 41-50.
- Harriague, S., Sbaffoni, M., Spivak L’Hoste, A., Quilici, D. y Martínez Demarco, S. 2008 “Desarrollo tecnológico en un contexto internacional dinámico: los reactores nucleares de investigación argentinos a lo largo de medio siglo”. *VII Jornadas Latinoamericanas de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología (ESOCITE)*, Río de Janeiro-Brasil, 28 al 30 de mayo.
- Hurtado de Mendoza, D. 2005a “Autonomy, even Regional Hegemony: Argentina and the “Hard Way” toward Its First Research Reactor (1945–1958)” en *Science in Context*, 18, pp. 285-308.

- _____. 2005b "De "átomos para la paz" a los reactores de potencia. Tecnología y política nuclear en la Argentina (1955-1976)" en *Revista CTS*, Vol. 2, 4, pp. 41-66.
- _____. 2014 *El sueño de la Argentina atómica: política, tecnología nuclear y desarrollo nacional. 1945- 2006* (Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Edhasa).
- IAEA 1962 "Assistance to life sciences in Argentina" en *IAEA Bulletin*, 4, 3, pp. 8-9.
- Joerges, B. y T. Shinn (Eds.) 2001 *Instrumentation Between Science, State and Industry* (Dordrecht: Kluwer Academic Publishers).
- Kreimer, P. y J. Zabala 2006 "¿Qué conocimiento y para quién? Problemas sociales, producción y uso social de conocimientos científicos sobre la enfermedad de Chagas en Argentina" en *REDES, Revista de Estudios sociales de la ciencia*, 12, 23, pp. 49-78.
- Lawrence, E. y M. Livingston 1932 "The Production of High Speed Light Ions Without the Use of High Voltages" en *Physical Review*, N°40, pp. 19-35.
- López Dávalos, A. y N. Badino 2000 *J. A. Balseiro: crónica de una ilusión. Una historia de la física en la Argentina* (México/Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica).
- Manzotti, P. 2007 "Historia, presente y futuro de la medicina nuclear. Entrevista al Dr. Osvaldo Degrossi" en *Diagnóstico*, N°1171.
- Marine, D. y O. Kimball 1917 "The prevention of simple goiter in man" en *Journal of Laboratory and Clinical Medicine*, N°3, pp. 40-48.
- Mariscotti, M. 1985 *El secreto atómico de Huemul. Crónica del origen de la energía atómica en la Argentina* (Buenos Aires: Sudamericana-Planeta).
- _____. 1990 "The bizarre origins of Atomic Energy in Argentina" en Cabral, R. (Ed.) *The Nuclear Technology Debate in Latin America* (Suecia: University of Gothenburg).
- Mayo, J. 2008 Entrevista realizada en Buenos Aires el 4 de junio de 2008, s/d.
- Mayo, S. 1966 "El sincrociclotrón de Buenos Aires. Informe retrospectivo. Período 1954-1965" en *CNEA, Informe N°188*.
- Meding, H. 1999 *La ruta de los nazis en tiempos de Perón* (Buenos Aires: Emecé Editores).

- Mitta, A. y Camin, L. 1964 “Preparación de Compuestos Marcados con ^{131}I en la CNEA de la República Argentina” en *CNEA*, Informe N° 143.
- Mitta, A., H. Albani, J. Baruel, L. Camin, A. Cella, L. Correia, J. Cresto, M. Dankert, A. Fraga, S. Gómez, H. Huala, S. Karaniaiev, C. Leguizamón, N. Logusso, L. Quihillalt, N. Recchi, G. B. de Salas, R. Schiavino, A. Suñer, E. Tenreyro y M. L. P. de Toparevsky 1969 “Preparación de compuestos marcados con I-131, I-125 e I-132 en la CNEA de la República Argentina desde 1961 a 1968” en *CNEA*, Informe N° 246.
- Normand, C y M. J. Borge 2010 “Trazando el paisaje nuclear. 50 años de historia de la Karlsruher Nuklidkarte” en *Revista Española de la Física*, Vol. 24, N°1.
- Núñez, C. 1955 “Empleo en Argentina de radioisótopos artificiales en el diagnóstico, terapéutica e investigación clínica” en *Conferencia Internacional sobre la utilización de la Energía Atómica con fines pacíficos*, Ginebra, 8 al 20 de agosto (P/1029. Argentina).
- Nussis, N. 1960 “Previsión del consumo futuro de radioisótopos en el país” en *CNEA*, Informe N°36.
- Pavlovsky, A. y C. Lanari 1941 “Las aplicaciones de la radioactividad artificial en medicina y biología” N° *Medicina*, N° 2, pp. 242-245.
- Pecorini, V. 2008 Entrevista realizada en Buenos Aires el 13 de junio de 2008.
- Perinetti, H. 1951 “El bocio endémico. Utilización de isótopos en los estudios realizados en Mendoza” en *Mundo Atómico. Revista Científica Argentina*, Año II, N°6.
- Perinetti, H., Del Castillo, E., Itoiz, J., Stanbury, J., Brownell, G., Riggs, D., Trucco, E., Houssay, A. y Yaciófano, A. 1952 “La glándula tiroidea deficiente en yodo” en *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas Doctor Tomás Perón*, Universidad Nacional de Cuyo, Año 1, Número 2, 17-54.
- Placer, A. 2008 “Celso Papadópulos. In memoriam”. Conferencia pronunciada en el acto homenaje a Celso Papadópulos, realizado el 30 de abril de 2008 en la CNEA.
- Polanyi, M. 1951 *The Logic of Liberty* (Londres: Routledge and Keagan Paul).
- Poneman, D. 1982 “Argentina” en Poneman, D. (ed.) *Nuclear Power in the Developing World* (Londres: George Allen & Unwin).
- Radicella, R. 1963 “La producción de radioisótopos en 1962” en *Boletín Informativo CNEA*, Año VII, N°1, pp. 26-29.

- ____ 1999 “La química nuclear argentina en la década del cincuenta y el descubrimiento de nuevos radioisótopos” en *Ciencia e Investigación*, N°52, pp. 69-72.
- ____ 2008 Entrevista realizada en Buenos Aires el 15 de mayo de 2008.
- ____ 2010 Entrevista realizada en Buenos Aires el 14 de junio de 2010.
- Redick, J. 1972 *Military Potential of Latin American Nuclear Energy Programs* (Londres: Sage Publications).
- Romero, L. 2010 *Conformación y desarrollo de una tradición de investigación clínica médica: Alfredo Lanari y el Instituto de Investigaciones Médicas (IIM) (1957-1976)*. Tesis de Doctorado. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO) - Sede Académica Argentina - Programa de Doctorado en Ciencias Sociales.
- Sábato, J. 1973 “Atomic Energy in Argentina: a Case Study” *World Development*, Vol. 1, N° 8, pp. 23-38.
- Shakeshaft, J. 2009 “Alfred Gavin Maddock, 15 August 1917 - 5 April 2009” en *St. Catharine's Magazine*, pp. 14-17.
- Shinn, T. 1993 “The Bellevue grand électroaimant, 1900-1940: birth of a research-technology community” en *Historical Studies in the Physical Sciences* N° 24, 1, pp. 157-187.
- ____ 1997 “Crossing boundaries: the emergence of research-technology communities” en Etzkowitz, H. y Leydesdorff, L. (Eds.) *Universities and the Global Knowledge Economy* (Londres: Pinter).
- ____ 2000a “Linkage: science, technology and industry” en Nye, M. (Ed.) *The new Cambridge history of science* (Cambridge: Cambridge University Press).
- ____ 2000b « Formes de division du travail scientifique et convergence intellectuelle » en *Revue Française de Sociologie*, N°41, pp. 447-473.
- ____ 2000c Axes thématiques et marchés de diffusion en *Sociologie et Sociétés*, N°32, pp. 43-69.
- ____ 2005 “New sources of radical innovation: research-technologies, transversality and distributed learning in a post-industrial order” en *Social Science Information*, 44, pp. 731-764.
- ____ 2008a *Research technology and cultural change - instrumentation, genericity, transversality* (Oxford: The Bardwell Press).

- _____. 2008b “Regimes de produção e difusão de ciência: rumo a uma organização transversal do conhecimento” en *Scientiae Studia*, N°6, 1, pp. 11-42.
- Shinn, T. y B. Joerges 2002 “The transverse science and technology culture: dynamics and roles of research-technology” en *Social Science Information*, N°41, pp. 207-251.
- Shinn, T. y P. Ragouet 2005 *Controverses sur la science: pour une sociologie transversaliste des activités scientifiques* (París : Raison d'Agir).
- Shinn, T. y E. Lamy 2006 “Caminhos do conhecimento comercial: formas e consequências da sinergia universidad-empresa nas incubadoras tecnológicas” en *Scientiae Studia*, N°4, pp. 485-508.
- Stanbury, J. 2003 “Conferencia en Homenaje a la memoria del Prof. Dr. Héctor Perinetti (primera parte)” *Revista Argentina de Endocrinología y Metabolismo*, Vol. 40, N°1.
- Stanbury, J., Brownell, G., Riggs, D., Perinetti, H., Itoiz, J., Del Castillo, E. 1956 *Bocio endémico* (Buenos Aires: Editorial El Ateneo).
- Vinck, D. 2006 “La construcción de un modelo local de trabajo colectivo: el caso de un polo de investigación en micro y nanotecnología” en *VI Jornadas Latinoamericanas de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología (ESOCITE)*, Bogotá-Colombia, 19 al 21 de abril.
- Westerkamp, J. 1975 *Evolución de las ciencias en la República Argentina, 1923-1972. Tomo II: Física* (Buenos Aires: Sociedad Científica Argentina).

DOCUMENTOS CNEA

Memorias

- CNEA (1956): Memoria institucional 1952-1955, copia mecanografiada.
- CNEA (1964a): Memoria Institucional 1962-1963.
- CNEA (1967a): Memoria institucional 1966.
- CNEA (1968): Memoria institucional 1967.
- CNEA (1972): Memoria institucional 1970.
- CNEA (1973): Memoria institucional 1971.
- CNEA (1989): Memoria institucional 1988.

BOLETÍN / REVISTA / OTROS

CNEA (1957): "Argentina - Curso médico sobre uso de radioisótopos", *Boletín informativo*, Año I, N°7, pp. 18-20.

CNEA (1958a): "Argentina - Inauguración del RA-1", *Boletín informativo*, Año II, N°2, pp. 4-13.

CNEA (1958b): "Argentina - Aparato para Producción de Oro Coloidal Radiactivo", *Boletín informativo*, Año II, N°10, pp. 4-7.

CNEA (1958c): "Último momento. Construcción de un nuevo reactor", *Boletín informativo*, Año II, N°10, pp. 1 y 31.

CNEA (1958d): "Argentina - Curso de radioisótopos", *Boletín informativo*, Año II, N°12, p. 13.

CNEA (1959): "Argentina - CNEA - Actividades del Departamento de Radioisótopos", *Boletín informativo*, Año III, N°6, pp. 13-20.

CNEA (1961a): "La Comisión Nacional de Energía Atómica", Conferencia pronunciada por Oscar Quihillalt en la Sociedad Científica Argentina, *Boletín informativo*, Año V, N°2, pp. 8-16.

CNEA (1961b): "II Curso de Aplicación de Radioisótopos", *Boletín informativo*, Año V, N°4, pp. 3-11.

CNEA (1962): "La Comisión Nacional de Energía Atómica", Conferencia pronunciada por Oscar Quihillalt en el Centro Naval, *Boletín informativo*, Año VI, N°4, pp. 7-31.

CNEA (1964b): "Nuevo Método para Obtener Fósforo 32", *Boletín informativo*, Año VIII, N°1, p. 9.

CNEA (1967b): Folleto informativo sobre la inauguración del RA-3.

CNEA (2002): Cincuenta años de contribución a la investigación y desarrollo tecnológico de la Argentina, *Revista CNEA*, Año 1, N° 4, pp. 24-27.

LEGISLACIÓN

Decreto 10.936/50, 31 de mayo de 1950. Publicado en el Boletín Oficial, 7 de junio de 1950.

Decreto Ley 22.498/56 de Organización de la Comisión Nacional de Energía Atómica, 19 diciembre 1956: Publicada en el Boletín Oficial, 28 de diciembre de 1956.

Resolución N° 36 del Directorio de la CNEA (1957).

Decreto 842/58, 24 de enero de 1958. Publicado en el Boletín Oficial, 11 de junio de 1958.

Ley 16.432, de Presupuesto General de la Administración Pública Nacional (Ejercicio de 1962), sancionada el 30 de noviembre de 1961. Promulgada 1° de diciembre de 1961.

LA CONSTITUCIÓN DEL CAMPO DE LA INVESTIGACIÓN PETROQUÍMICA EN LA ARGENTINA (1942-1983)

Gabriel Matharan y Adriana Feld

1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo aborda el proceso de establecimiento y consolidación del campo de las investigaciones que toman como objeto de conocimiento a productos, procesos y artefactos involucrados en la industria petroquímica (basada en los derivados del petróleo y del gas) en la Argentina. Si tuviéramos que definir este campo de un modo general, podríamos decir, siguiendo a Arvanitis y Vessuri (2001: 54), que “estamos en presencia de un ámbito tecno-científico tributario de la industria, en la medida en que muchas de las investigaciones provienen de ésta o de enfoques que tienen prolongaciones inmediatas en la misma”. De hecho, “petroquímica” define tanto una rama de la industria como un campo de investigación y ambos terrenos pueden converger, originando lo que Terry Shinn (2000) denomina *regímenes transversales* de producción de conocimiento.¹ Cuando eso sucede, los problemas son definidos en sus dimensiones tecno-económicas y cognitivas al mismo tiempo y, por lo tanto, los investigadores se identifican más con un proyecto que con las disciplinas e instituciones académicas, desplazándose fluidamente

1 Dentro del esquema conceptual propuesto por Terry Shinn (2000) deben incluirse también los regímenes de tipo *disciplinario* (con instituciones fáciles de identificar y una clara demarcación entre ciencia e ingeniería) y *transitorio* (donde los practicantes atraviesan frecuentemente las fronteras de las disciplinas).

entre diversos espacios sociales y materiales. Sin embargo, esta convergencia tiene una temporalidad que varía según los países y depende de una serie de factores no sólo cognitivos, sino también sociales, políticos y económicos.

Puesto que la definición de los límites temporales de la conformación de un campo tiene algo de arbitrario, es necesario explicar cuáles son los criterios que hemos escogido para su delimitación. Tomando en cuenta las consideraciones arriba esbozadas, en nuestro trabajo trazamos una periodización que prioriza tres criterios: la emergencia de la petroquímica como una cuestión tecno-económica, la consolidación de la petroquímica como campo de conocimiento y la convergencia entre ambos terrenos.

Es importante señalar que no hay antecedentes sobre la historia de este campo en la Argentina y, por lo tanto, el principal valor agregado de este trabajo será la identificación de actores, instituciones, circunstancias y políticas relevantes para su establecimiento y consolidación. No obstante, una vez presentado el material empírico, hacia el final de nuestro trabajo, daremos cuenta de dos interrogantes sobre los que sería interesante seguir indagando: por un lado, cuál es la especificidad de este campo respecto de otros campos en la Argentina y, por otro, cuál es la especificidad del campo petroquímico en un contexto relativamente periférico como la ciencia argentina.

2. EL DESARROLLO DE CAPACIDADES DE INVESTIGACIÓN VINCULADAS A LA INDUSTRIA PETROQUÍMICA (1942-1966)

2.1 LAS INVESTIGACIONES EN EL SECTOR INDUSTRIAL

Desde sus inicios hasta su consolidación, la conformación del campo de la investigación petroquímica encontró en los intereses militares un motor importante. De hecho, las primeras investigaciones en este campo tuvieron lugar en empresas estatales ligadas con instituciones militares.

En efecto, durante los años veinte, la conexión entre poder militar y petróleo fue uno de los temas preferidos de los escritos castrenses. En 1922, el presidente Alvear designó al Coronel Ingeniero Enrique Mosconi (1877-1940) como Director General de la recientemente creada YPF.² Una de las primeras medidas que Mosconi tomó para que YPF

2 Mosconi estudió en el Colegio Militar y, en 1903, se graduó de ingeniero civil en la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires. Ese mismo año fue transferido a la División de Ingeniería del Ejército. Luego de varias estadías en Europa, en donde entró en contacto con las ideas de Friedrich List (un economista cuyas ideas industrialistas tuvieron una gran influencia en Europa y los Estados Unidos), Mosconi fue nombrado director del Arsenal de Guerra (1915). En ese puesto, percibió que

tuviera una presencia en la refinación y comercialización del petróleo -que hasta ese momento era dominada por empresas extranjeras que obtenían una alta rentabilidad (Gadano, 2006)- fue la instalación de una destilería para procesar petróleo crudo y producir combustibles en general (nafta de aviación, nafta común, kerosén y fuel oil).

La destilería requirió la incorporación y formación de nuevos recursos humanos. La Argentina contaba entonces con dos programas de doctorado en química, creados en las Universidades de Buenos Aires (UBA) y La Plata (UNLP) entre fines del siglo XIX y principios del siglo XX, y una carrera de ingeniería química, creada en la Universidad Nacional del Litoral (UNL) a principios de la década de 1920. En 1925, Alberto Zanetta, doctor en química egresado de la UBA, se incorporó a YPF como jefe del laboratorio de la destilería y, tres años más tarde, fue enviado a EE.UU. a realizar estudios sobre la refinación del petróleo y la elaboración de lubricantes. En esa época YPF también firmó un convenio con la Universidad de Buenos Aires (UBA) mediante el cual se constituyó el Instituto de Petróleo en la Facultad de Ingeniería. El propósito era formar ingenieros especializados en geología, explotación de yacimientos e industrialización del petróleo, para lo que la empresa establecería un programa de becas destinado a financiar cursos de especialización de un año.³ A su vez, YPF firmó un convenio con la Facultad de Química y Farmacia (FQyF) de la Universidad Nacional de la UNLP para que los alumnos del doctorado en química pudieran realizar sus tesis en el laboratorio químico de la destilería de la empresa.

En este nuevo marco institucional se llevaron a cabo las primeras investigaciones, impulsadas también por la crisis de 1930, que puso en evidencia la necesidad de producir aeronaftas en el país, pues se trataba de un producto estratégico para el sector castrense. En 1934, Alberto Zanetta, junto con otros dos colaboradores del Servicio de Aviación Naval y de la Fábrica Militar de Aviones de Córdoba, publicaría el resultado de una investigación sobre el aerocarburante 87 (mezcla de alcohol-nafta de 87 octanos), que daría lugar a una patente y al desarrollo de un procedimiento para producirlo en forma industrial. El trabajo fue continuado por dos tesis doctorales de la FQyF de la UNLP y,

dependiendo del equipo importado comprometía al ejército y comenzó a promover las políticas industrialistas. En 1920 fue reubicado en la División de Aeronáutica, donde impulsó tanto la aviación militar como la civil y comenzó a organizar un sistema nacional de comunicación aérea. Esta experiencia aeronáutica estimuló su interés por la cuestión petrolera, ya que observó que la Argentina descansaba enteramente sobre el combustible de aviación importado. Para una biografía, véanse Solberg (1986) y Barbero y Devoto (1983).

³ Entre 1938 y 1942, egresaron del curso 196 becarios, incluyendo a geólogos, químicos e ingenieros (Centro Argentino de Ingenieros, 1981).

en 1938, YPF preparó esta aeronafta en una pequeña instalación industrial, usando iso-octano como anti-detonante, fabricado localmente mediante polimerización selectiva con catalizadores de la destilería (Marrone, 1942). Se trata de un desarrollo tecnológico relevante porque, hasta entonces, el iso-octano era producido principalmente en EE.UU. por la Texaco Development & Co, que explotaba la respectiva patente.

La Segunda Guerra Mundial brindaría el marco adecuado para la consolidación de la investigación en YPF, la creación de nuevas empresas petroquímicas y la tematización de los aspectos técnicos de la producción de petróleo y sus derivados en el seno de asociaciones profesionales. Como señala Castro (2007: 1), con la expansión del proceso de industrialización por sustitución de importaciones, “los hidrocarburos pasaron a tomar cada vez más importancia como insumos en este proceso de industrialización [pues] se hizo necesario contar con combustibles baratos y abundantes para que no se elevaran aún más los precios de las mercaderías producidas (y consumidas) internamente”.

En ese contexto, en 1941 se creó la Sección Argentina del Instituto Sudamericano del Petróleo (ISAP)⁴, auspiciada por la Unión Sudamericana de Ingenieros y el Centro Argentino de Ingenieros. Basada en el modelo del American Petroleum Institute de los Estados Unidos, o del Institute of Petroleum de Gran Bretaña, esta entidad tenía el propósito de desarrollar actividades de normalización (adopción de normas técnicas sudamericanas para la industria del petróleo y sus subproductos), promover el estudio de diversos aspectos relacionados con el petróleo (exploración, transporte, desarrollo industrial y comercialización) y brindar asistencia técnica a los gobiernos (Instituto Sudamericano del Petróleo, 1951).⁵ Los objetivos de su creación también revelan el propósito de constituirse en un “punto de pasaje obligatorio” en la orientación de las políticas públicas en materia petrolera, estableciendo a su vez vinculaciones con organismos regionales e internacionales como la Comisión Económica para América Latina (CEPAL) y el Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas. Como veremos, el ISAP tendría un rol relevante en la consolidación identitaria del campo de la petroquímica en la Argentina y su vinculación con el espacio latinoamericano.

4 El Instituto quedó conformado por 12 países: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, México, Paraguay, Perú, Estados Unidos, Uruguay y Venezuela.

5 En 1951 fue reconocida por el Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas, mediante el aval de la CEPAL, como una entidad no gubernamental de consulta en temas referidos al petróleo. Ese mismo año organizó el Primer Congreso Sudamericano del Petróleo en Montevideo (Uruguay), congreso que expresa el armado regional de los estudios vinculados al petróleo.

A su vez, en 1940, YPF firmó un convenio con la Phillips Petroleum Company para hacer uso de sus patentes en la búsqueda, explotación e industrialización del petróleo, así como para enviar a sus técnicos a perfeccionarse en las distintas fases del procesamiento del petróleo y recibir asistencia técnica para proyectar y diseñar el laboratorio experimental que estaba previsto construir. Asesorada por los técnicos de esta compañía, en 1941, YPF inició la construcción del Laboratorio de Investigaciones en la localidad de Florencio Varela, que fue inaugurado en 1942. A cargo de Arturo Menucci (doctor en química egresado de la UNLP), el laboratorio fue colocado bajo dependencia del Departamento de Investigaciones de la Dirección General de YPF, conducido por Alberto Zanetta. Su personal estaría conformado por químicos, geólogos e ingenieros egresados de la UBA, la UNLP y la UNL, que desarrollaron su carrera de investigación vinculados a esta industria.⁶

Paralelamente, ante las dificultades acarreadas por la guerra en el suministro de productos estratégicos, en 1941, el Ejército Argentino creó la Dirección General de Fabricaciones Militares (DGFM). Entre las preocupaciones del nuevo organismo se encontraba la producción de tolueno y benceno, dos hidrocarburos de mucho valor por sus múltiples e importantes aplicaciones: como anti-detonantes para los combustibles de avión, como solventes y como materia prima en la fabricación de colorantes, perfumes, etc.⁷ De hecho, las primeras investigaciones del Laboratorio de YPF se realizaron en colaboración con la DGFM y estuvieron vinculadas con la elaboración de estos productos mediante la introducción de mejoras en el catalizador que intervenía en su obtención. En 1946, la planta de tolueno que la DGFM había instalado en Campana fue ampliada y se convirtió en la primera planta de reformado catalítico con tecnología Kellog (importada “llave en mano”)⁸, donde se producía benceno, tolueno, xilenos, motonaftas, aeronaftas y

6 Entre fines de la década de 1940 y comienzos de 1950 el LI quedó constituido con los siguientes laboratorios: el Laboratorio de Exploración, dividido en las secciones de geología y geofísica; el Laboratorio de Yacimientos, constituido por las secciones de Elaboración, Asfaltos, Fraccionamiento, Ensayos, Análisis químicos, Análisis instrumental y Licitaciones; el Laboratorio de Refinamiento de Servicios Generales, en el cual encontramos el taller general, Electricidad, Carpintería, Vidrio, Suministros y Conservación y Ordenamiento; y por último, la Biblioteca y Patentes e iniciativas. Para un estudio de las condiciones sociales y cognitivas que hicieron posible la creación de este laboratorio, veáse Matharan (2014a).

7 El tolueno, benceno y xilenos, también denominados hidrocarburos aromáticos, son uno de los principales productos básicos que resultan del procesamiento de las materias primas petroquímicas. A partir de ellos pueden obtenerse productos intermediarios o finales (Instituto Petroquímico Argentino, 1999).

8 Kellog Co era una empresa de EEUU líder en *reforming* catalítico (Instituto Petroquímico Argentino, 1999:51).

solventes. En 1955, en el marco de la ampliación y modernización de su destilería de La Plata, YPF también incorporó tecnología Kellog en una unidad de craqueo catalítico fluido, que permitió avanzar en nuevas investigaciones (Yacimientos Petrolíferos Fiscales, 1972).⁹

Asimismo, en 1944, la DGFM se unió a una empresa de capital nacional para fundar una sociedad mixta: *Atanor, Compañía Nacional para la Industria Química*. En 1946, en el marco de esta sociedad, se inició un programa de investigación industrial vinculado a productos que eran considerados esenciales para la economía y la defensa del país: peróxido de hidrógeno electrolítico (agua oxigenada) y sus derivados, industrialización química del alcohol etílico, varios productos orgánicos sintéticos, metanol sintético y sus derivados, plásticos y caucho sintético.

En consecuencia, la percepción estatal, y en particular militar, acerca del carácter estratégico del petróleo y de la necesidad de incorporar valor agregado a las materias primas disponibles, condujo a la instalación de las primeras plantas petroquímicas en la década de 1940, con una fuerte intervención estatal en calidad de regulador y productor. Así, hasta principios de la década de 1960, las pocas empresas estatales o mixtas fueron los espacios que concentraron las primeras investigaciones en petroquímica, centradas sobre todo en ingeniería de procesos, es decir, en la ingeniería básica involucrada en instalación o modificación de sus plantas petroquímicas respectivamente (Ojeda y Grendele, 1979). En buena medida, el desarrollo de capacidades industriales se basó en el reclutamiento de recursos humanos de las universidades y en la asistencia técnica extranjera, como la que prestó la compañía Phillips. Sin embargo, el cambio de escenario producido por la Segunda Guerra Mundial también impulsó la creación de nuevas titulaciones universitarias, como la carrera de Ingeniería Química (1953) del Instituto Tecnológico del Sur (Bahía Blanca) y las especializaciones en Ingeniería en Petróleo e Ingeniería en Combustibles, creadas en 1948, a través de un convenio entre la Universidad Nacional de Cuyo e YPF. Si hasta entonces los químicos e ingenieros químicos hacían su especialización en organismos y empresas estatales, la creación de estas nuevas carreras inauguraba un ámbito específico de formación profesional.

9 El craqueo catalítico (o craking catalítico) en lecho fluido es el proceso por el cual moléculas de hidrocarburos de gran peso molecular (por ejemplo las que constituyen el gas-oil) se rompen o “craquean” para dar moléculas más chicas que constituyen la nafta. La reacción ocurre en un reactor de lecho fluidizado ya que interviene un sólido (el catalizador) y un fluido (generalmente un gas). Este proceso fue desarrollado en 1942 revolucionando la industria del petróleo y de la petroquímica (López Nieto, 2011). La modernización de la destilería de Ensenada permitió elaborar en el país motonaftas y aeronaftas con un mayor número de octanos mediante procesos catalíticos (Barreiro, 2004).

2,2 LAS INVESTIGACIONES EN EL SECTOR ACADÉMICO

Si bien a mediados de la década de 1950 la Argentina contaba con instituciones de formación de químicos, ingenieros químicos e ingenieros en combustibles, fue recién entre 1955 y 1966 que las universidades (hasta entonces con un perfil más bien profesionalista) se erigieron en ámbitos de formación de investigadores. En este período tuvo lugar el denominado “proceso de modernización universitaria”, que se caracterizó por la renovación de los cuadros docentes, la creación de institutos de investigación, el establecimiento del concurso como canal de acceso a la docencia, el aumento de cargos de tiempo completo y, en algunos casos, la puesta en marcha de programas de becas para formar nuevos docentes-investigadores (Caldelari y Funes, 1997; Prego, 2010).¹⁰ Las universidades tuvieron un fuerte respaldo del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET), recientemente creado en 1958, que estableció un programa de becas internas y externas, un programa de subsidios para compra de instrumental e insumos y para contratación de profesores extranjeros (entre otros fines), y un escalafón de investigadores, que permitía complementar los salarios docentes (Feld, 2015).¹¹ Estas condiciones locales ofrecieron recursos para que se establecieran diversos grupos de investigación en temas petroquímicos en las universidades, a través de diferentes mecanismos que articulaban la escena internacional y el contexto local: estadias en el exterior, envío de becarios externos, visita de investigadores extranjeros, conformación de redes académicas formales e informales locales e internacionales. En ese contexto, se constituyeron cuatro grupos de investigación universitarios que trabajaban en temas ligados a la petroquímica.

En el Departamento de Tecnología Química de la Universidad Nacional de La Plata se constituyó un grupo en torno a la figura de Jorge Ronco que, entre 1961 y 1962, invitó a tres químicos extranjeros especialistas en catálisis: Juan F. García de la Banda (del Instituto de Catálisis de Madrid), Joe Mao Smith (de la Universidad de Davis, California) y Warren Steward (de la Universidad de Wisconsin). Luego de estas visitas, cuatro becarios partirían a completar su formación en el exterior en este tema: Roberto Cunningham y Juan Bautista Rivarola realizarían estudios de catálisis con Smith; Enrique Pereira visitaría el Imperial College de Londres y Miguel de Santiago haría una estadia

¹⁰ Para un análisis y problematización del componente ideológico y las representaciones involucradas en este proceso, Cf. Vallejos, en el presente volumen.

¹¹ A esto deben agregarse los fondos provistos por universidades norteamericanas (Ford y Rockefeller) y, en menor medida, la colaboración brindada por la UNESCO (Feld, 2015).

en el Instituto Francés del Petróleo, con el que Ronco había colaborado en algunas investigaciones.

La labor de Jorge Ronco, de hecho, introdujo en el país una nueva orientación de la ingeniería química, basada en el *mainstream* internacional. En efecto, entre las décadas de 1950 y 1960, se articularía un nuevo paradigma, caracterizado por una concepción sistémica de las industrias de procesos químicos, gracias al descubrimiento de que el comportamiento macroscópico de las unidades de transformación emergía del comportamiento molecular de las sustancias en proceso. Esto supuso que, para comprender los fundamentos científicos de los fenómenos y procesos de transformación de la materia, éstos debían abordarse a nivel microscópico (molecular), adquiriendo con ello una centralidad los estudios de la reacción química asociada a los fenómenos de transporte: transporte de materia (difusión), transporte de energía (conducción de calor, convección y radiación) y cantidad de movimiento (flujo viscoso) (Tapias García, 1998).¹² Desde fines de la década de 1950, este nuevo paradigma de la ingeniería química dio lugar a una proliferación de trabajos científicos con potencial para resolver algunos de los problemas industriales a los que se enfrentaba la industria. Los ingenieros químicos sitúan este cambio con la aparición de dos obras, cuyos autores visitaron la Argentina a principios de la década de 1960: “Chemical Engineering Kinetics” (1956), de Joe Mauk Smith, y “Transport Phenomena” (1960), de R. Byron Bird, Warren E. Stewart y Edwin Lightfoot.

Como señalan los ingenieros químicos, Ronco inició una política de expansión “de su idea de ingeniería química moderna en una bien entendida política de colonización intelectual de otras universidades” (Cassano, 1990: 55). De hecho, en 1961, el Laboratorio de Investigaciones de YPF, el Centro de Tecnología en Recursos Minerales y Cerámica (CE-TMIC) y el Departamento de Tecnología Química de la FQyF (UNLP) organizaron las Primeras Jornadas sobre Operaciones y Procesos de la Ingeniería y Tecnología Química, aprovechando la visita a esta Facultad del especialista en catálisis Juan Francisco García de la Banda.

Además, tanto Jorge Ronco como los expertos extranjeros y Roberto Cunningham colaboraron en el desarrollo de líneas de investigación y en el dictado de cursos del Departamento de Industrias, creado en 1960 bajo dependencia de las Facultades de Ingeniería y de Ciencias

12 Esta transformación de la ingeniería química se enmarca dentro de lo que Dominique Pestre denomina el régimen de saber de los años 1870-1970. Este régimen se caracteriza por una doble tendencia: a) hacia un reduccionismo generalizado, esto es, hacia el estudio de los microfenómenos; b) hacia la fundamentalización o cientificación de la investigación aplicada y de la ingeniería (Pestre, 2005).

Exactas y Naturales (FCEN) de la UBA. Allí, Alberto Zanetta, director del Departamento, constituyó un grupo que trabajó en oxidación de propileno a acroleína y de isopropanol a acetona y agua oxigenada. En ese grupo se inició la construcción de un cromatógrafo de gases para el análisis de los productos y de un equipo BET de medición de superficie específica de catalizadores. De igual modo se trabajó en el diseño de reactores diferenciales catalíticos para las dos reacciones mencionadas (FCEN, 1962). Otro de los grupos del Departamento (constituido por Heberto A Puente, Victor Rietti, Marcos Trabucchi y el Ingeniero Larraña) realizó un estudio comparativo de la disminución del tamaño de las partículas en polvo de magnesio por tamizado y por sedimentación en suspensión en soluciones químicas. Además se preparó un catalizador de óxido de cinc sobre soporte de piedra pómez especialmente purificada, en el marco del proyecto “hidratación de propileno a 350 C y 150 atm en presencia de catalizadores sólidos”. Para ello se contó con un reactor tubular de acero inoxidable fabricado según planes preparados por el grupo (FCEN, 1961).

En la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Litoral (UNL) también se constituyó otro grupo en torno a la figura de José Miguel Parera, que entre 1959 y 1960 había realizado una estadía en el Imperial College of Science and Technology de la Universidad de Londres. Allí comenzó su formación como investigador en catálisis realizando estudios en el área de transferencia de masa en catalizadores sólidos porosos. A su regreso, Parera formó sus primeros discípulos en base a becas del CONICET y de la universidad y obtuvo dos subsidios del CONICET, que le permitieron realizar sus primeras investigaciones en catálisis heterogénea e instalar un laboratorio para la determinación de propiedades físicas de catalizadores y otros materiales porosos.

El cuarto grupo de investigación relevante se estableció en la Planta Piloto de Ingeniería Química (PLAPIQUI), creada en la Universidad Nacional del Sur (UNS) en Bahía Blanca (ex-Instituto Tecnológico del Sur), luego del regreso de un grupo de ingenieros químicos que realizaron estadías en el exterior (EEUU y Europa), entre los que se encontraban Enrique Rostein, Esteban Brignole, Martín Urbicain, Miguel Elustondo, Braulio Laurencena y, más tardíamente, Carlos Gígola. Este grupo, igual que el de la UNL, se especializó en catálisis (heterogénea), reactores catalíticos y transferencia de masa y energía.

Paralelamente a la conformación de estos grupos, desde fines de la década de 1950, se establecieron sucesivos regímenes de estímulo a la industria petroquímica junto con una elevada protección arancelaria, que atrajo a empresas transnacionales, (asociadas en ocasiones con firmas locales) y produjo una rápida expansión del sector (17% anual acumulativo entre 1960 y 1970). Es posible que esta expansión (pre-

cedida por la expansión del sector en los países desarrollados) haya incentivado vocaciones científicas con cierta expectativa de aplicación del conocimiento. Parera, por ejemplo, señala que su elección temática estuvo vinculada con la relevancia de la industria petroquímica en aquellos años:

Yo elegí ese tema porque era un tema de gran importancia en el momento que estaba en todo el mundo desarrollándose la industria petroquímica. Y la industria petroquímica se basa en catalizadores, es decir, todas las reacciones petroquímicas y casi todas las del petróleo se basan en catalizadores, que orientan qué productos obtener. Entonces cuando fui allá escribí a un montón de universidades y fui eligiendo tema y elegí ese tema de catálisis que a mí me interesaba (Parera, 2007)

Sin embargo, ante la ausencia en la industria argentina de competencia de productos internacionales o de exigencias estatales en materia de escalas productivas o tecnología empleada, las plantas se ubicaron lejos de la frontera internacional y tampoco demandaron conocimientos del sector académico (López, 1997). La falta de requerimientos del sector productivo, sumada al imperativo de modernizar de la química y la ingeniería, condujo a que los problemas abordados por los grupos universitarios, que en buena medida realizaron su formación en el exterior, replicaran las agendas de investigación internacional. A su vez, las nuevas oportunidades de profesionalización de la investigación en el ámbito académico fueron moldeando un régimen de producción de conocimiento de tipo disciplinar, centrado principalmente en la universidad, marcado por el establecimiento de redes de discipulado, por publicaciones en revistas académicas internacionales y por la participación en los congresos de la especialidad o afines (Shinn, 2000). Paradójicamente, si la investigación petroquímica y la creación de nuevas carreras entre fines de la década de 1940 y principios de la década de 1950 habían estado muy ligadas con la actividad industrial, la conformación de la petroquímica como campo moderno de investigación coincidió con una creciente desvinculación de dichas actividades.

3. EL CRECIMIENTO Y LA CONSOLIDACIÓN DEL CAMPO DE LA INVESTIGACIÓN PETROQUÍMICA (1966-1980)

3.1 LA PETROQUÍMICA COMO TÓPICO AGLUTINANTE Y LA CREACIÓN DE LOS POLOS PETROQUÍMICOS NACIONALES

En 1966 se produjeron dos acontecimientos que marcaron la expansión y consolidación del campo de la petroquímica: la realización del Primer Congreso Nacional de Petroquímica y la instauración de un gobierno

militar que intentó producir un giro importante en materia de políticas científico-tecnológicas (1966-1973).

En 1957, la Sección Argentina del ISAP se transformó en Instituto Argentino del Petróleo. Desde esta nueva institución se llevaron a cabo numerosos cursos, seminarios, jornadas y simposios sobre la industria petroquímica. En particular, en 1966, el ISAP auspiciaría, junto con la Asociación Química Argentina y la Asociación Argentina de Ingeniería Química, el Primer Congreso Nacional de Petroquímica, que inauguró una serie de reuniones periódicas realizadas a lo largo de toda la década de 1970. Los temas abordados en estos congresos muestran la amplitud y complejidad de los problemas vinculados a la industria petroquímica: I) materias primas, que comprendía el análisis de la disponibilidad y el mejor aprovechamiento de petróleo, gas natural y derivados del petróleo para el período 1970/80; II) mercado argentino de productos finales, en donde se analizaba el mercado argentino de productos petroquímicos, posibilidades y métodos para su evolución; III) desarrollo y promoción, que comprendía el estudio de las medidas para activar el desarrollo de esta industria básica durante el período 1970/80; IV) evolución tecnológica, en donde se hacía visible la capacidad científico-tecnológica de nuestro país y se planteaba la necesidad de colaboración y coordinación entre el gobierno, las universidades, los institutos de investigación y la industria privada para desarrollar mejor la tecnología nacional (*Revista Petrotecnia*, 1970, 1974, 1976 y 1980). Cabe destacar que el IV Congreso Argentino de Petroquímica (1976) se realizó conjuntamente con el 1er Congreso Latinoamericano de Petroquímica y albergó la creación del Instituto Petroquímico Argentino y el Instituto Petroquímico Latinoamericano (luego Asociación Petroquímica Latinoamericana). A partir de entonces, fueron estas instituciones las encargadas de organizar los congresos de petroquímica a nivel nacional y regional, respectivamente.

Estos congresos, que tuvieron como lema “ciencia y técnica industrializando el país”, fueron espacios de encuentro e intercambio entre empresarios del sector petroquímico y petrolero, funcionarios políticos (tomadores de decisiones del ámbito industrial, energético y científico-tecnológico) e investigadores, que se propusieron incidir en la agenda de los problemas abordados por el Estado, elaborando recomendaciones específicas. El lema muestra el accionar político de estas instituciones que, al menos a nivel retórico, sostenían que la ciencia y técnica, vinculadas al campo de la petroquímica, contribuirían a establecer una matriz económico-social de índole industrial.

El segundo acontecimiento significativo es la instauración de un gobierno militar, con el que se produjo el primer intento de abandonar la política de *laissez faire* en materia de política tecnológica e industrial

(Chudnovsky y López, 1996) y establecer, en cambio, un conjunto de regulaciones tendientes a controlar diversos aspectos de la actividad de las empresas extranjeras, propiciando una mayor participación del estado, a través de nuevas leyes reguladoras del capital extranjero y de los primeros intentos de control de la transferencia de tecnologías. Estas políticas se basaban en la convicción de que se debía avanzar en el proceso de integración industrial mediante la instalación de plantas en sectores básicos que todavía dependían de la importación (siderurgia, petroquímica, celulosa y papel), proveyendo generosos aportes del estado (Schvarzer, 1987).

Más allá de las sucesivas iniciativas de regulación industrial dictadas en los primeros años de la década de 1970, que nunca alcanzaron a entrar plenamente en vigor debido a los constantes cambios en la conducción del gobierno, entre 1970 y 1972 el Estado intervino de un modo directo en el diseño y promoción de grandes proyectos industriales. En ese contexto, por ejemplo, comenzaron a proyectarse la Petroquímica General Mosconi (PGM) y el Polo Petroquímico Bahía Blanca (PPBB). Estos proyectos apuntaban a superar lo que se percibía como deficiencias del sector (escasa competitividad y deficiencia en la provisión interna de productos básicos e intermedios como los aromáticos y las oleafinas) y se originaron tanto en grupos de empresarios nacionales, que se opusieron a que los proyectos de instalación de polos petroquímicos quedaran en manos de empresas extranjeras, como en la ideología nacionalista de las autoridades militares, que consideraban a la petroquímica como un sector estratégico: “mientras la DGFM tenía interés en aumentar su producción de aromáticos para contar con mayor seguridad de abastecimiento para la fabricación de explosivos, YPF deseaba ingresar en el negocio petroquímico para agregar valor a sus derivados de refinería, de acuerdo al modelo existente en empresas petroleras europeas” (Instituto Petroquímico Argentino, 1999: 67-68). El nacimiento de estos proyectos marca, pues, la intervención del estado en la industria petroquímica.

La idea era instalar dos grandes polos petroquímicos, uno a base de derivados del petróleo y el otro de gas natural, persiguiendo el desarrollo conjunto de las dos cadenas petroquímicas básicas (aromáticos y olefinas). En ese marco, PGM sería una sociedad anónima de capital estatal, integrada por la DGFM e YPF, aunque se dejaba abierta la posibilidad de una apertura al capital privado (Instituto Petroquímico Argentino, 1999: 68). El objetivo era instalar un complejo de hidrocarburos aromáticos en Ensenada, provincia de Buenos Aires, para el *reforming* de nafta virgen, que era provista por YPF. Para ello, YPF amplió casi un 50% la capacidad de la Destilería de la Plata que, inaugurada en 1974, comenzó a elaborar productos petroquímicos como

benceno, tolueno y xilenos (BTX) a partir de catalizadores importados. Por su parte, el PPBB estaría integrado por dos plantas de Gas del Estado (GdE), YPF, la DGFM y cinco plantas “satélites” pertenecientes a empresas privadas (Schvarzer, 1987).

A pesar de que el proyecto de PPBB demoró más de una década en concretarse, el tema continuó ocupando un lugar relevante en la agenda de los sucesivos gobiernos, más aún, luego de la crisis del petróleo.¹³ El *Plan trienal para la reconstrucción y la liberación nacional 1974-1977*, contemplaba entre sus “grandes proyectos y programas” un programa petroquímico, destinado a cubrir en forma prácticamente total las importaciones de productos petroquímicos, reservando al estado la participación exclusiva en la producción de materias primas básicas, y mayoritaria en los proyectos de derivados petroquímicos de segunda generación (Poder Ejecutivo Nacional, 1973). En consecuencia, en 1973 el gobierno sancionó una ley de promoción (Ley 20.560) que favoreció ampliamente al sector petroquímico: entre 1973 y 1978 la inversión total aprobada en base a esta ley fue de 2.480 millones de dólares corrientes, de los cuales un 80% se destinó a 14 “grandes proyectos”, entre los que se encontraban cuatro provenientes de empresas vinculadas a PPBB (Schvarzer, 1987). Paralelamente, el plan advertía que: “Si bien por las características del sector es necesario importar tecnología e ingeniería básica, se promoverá en lo posible la participación y el desarrollo de equipos técnicos locales a fin de ir ganando progresiva independencia en este tema” (Poder Ejecutivo Nacional, 1973).

A pesar de que durante el último gobierno militar (1976-1983) se produjo un giro hacia el liberalismo en las políticas económicas con un drástico quiebre de cuatro décadas de industrialización sustitutiva, el proyecto de construcción del PPBB siguió adelante, pues la industria petroquímica se consideraba un engranaje central para otras actividades industriales. En 1981 se puso en marcha el PPBB¹⁴ y entró en funcionamiento Petroquímica Río Tercero, una sociedad controlada por Atanor con participación minoritaria de YPF y DGFM. Como veremos en la sección siguiente, la política de impulso a la industria petroquímica estuvo acompañada por el desarrollo de capacidades e infraestructura de investigación en dicho campo.

¹³ Sobre el PPBB véase también Odisio (2008).

¹⁴ “El sistema comenzaba con el arribo del gas a una planta procesadora (propiedad de Gas del Estado) que separaba el etano que entrega a Petroquímica Bahía Blanca, empresa madre (de propiedad estatal mayoritaria) que producía el etileno que, a su vez era procesado por varias empresas satélites (con mayoría privada de capital) para la obtención de otros productos como polímeros (plásticos como el policloruro de vinilo, polietileno de alta y baja densidad) y combustibles de consumo (soda cáustica, carbonato de sodio, anhídrido carbónico y gas licuado)” (Schvarzer, 1996: 276-277).

3.2 LA VINCULACIÓN UNIVERSIDAD-ESTADO-INDUSTRIA Y EL SURGIMIENTO DE UN NUEVO RÉGIMEN DE PRODUCCIÓN DE CONOCIMIENTO

Durante el gobierno militar que rigió entre 1966 y 1973 se produjeron, por lo menos, dos innovaciones en materia de política científico-tecnológica. La primera fue la creación de nuevos organismos a nivel de secretarías de estado, destinados a diseñar planes y programas de ciencia y tecnología. La segunda fue un incipiente viraje del CONICET desde la función de promoción hacia la de ejecución, a partir de la creación o la incorporación de institutos bajo su dependencia (Feld, 2015). Esta segunda innovación se consolidaría durante la última dictadura militar (1976-1983): puesto que las universidades eran consideradas espacios permeables a comportamientos “subversivos”, el gobierno implementó una transferencia de recursos para investigación desde esas instituciones hacia el CONICET. En ese marco, se produjo una expansión de institutos, programas y personal dependiente del CONICET, al tiempo que se puso en marcha una política de regionalización basada en la creación y fortalecimiento de centros regionales (Beckerman, 2010). Esta expansión y regionalización tuvo un gran impulso a partir de 1979, cuando el Conicet obtuvo un préstamo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) de U\$ 42 millones (a los que deben sumarse U\$ 85 millones aportados por el Tesoro Nacional), destinado a financiar el Programa de Desarrollo de Centros Regionales ubicados en Mendoza (CRICYT), Santa Fe (CERIDE), Bahía Blanca (CRIBABB) y Puerto Madryn (CENPAT) (Bekerman y Algañaraz, 2010).¹⁵ Tanto los nuevos mecanismos de formulación de políticas de ciencia y tecnología, como el proceso de expansión institucional y el incremento de recursos provisto por el préstamo afectaron particularmente al campo de la petroquímica.

Los dos primeros planes de ciencia y tecnología establecieron a los programas de investigación (integrados por diversos proyectos) como unidades de financiamiento. Frente a las nuevas directivas de la Secretaría de Ciencia y Tecnología, el CONICET solicitó a sus comisiones asesoras que reunieran los proyectos de investigación de sus áreas y los organizaran en diversos programas, que serían elevados a la Secretaría para su evaluación. Poco más tarde, también se instruiría a los directores de institutos del CONICET para que elaboraran programas integrados por diversas instituciones. En ese marco, Jorge Ronco, entonces integrante de la Comisión Asesora en Ciencias Tecno-

15 Además de estos centros también se crearon los de Ushuaia (CADIC), Rosario (CERIDER) y el Nordeste (CERNEA). Aunque esos institutos dependientes de los centros regionales representan un pequeño porcentaje del total de institutos del CONICET, recibieron un alto porcentaje de los recursos del organismo destinados a personal, equipamiento, becas y obras públicas.

lógicas del CONICET, organizó reuniones con altos funcionarios de YPF y Petroquímica General Mosconi y con los grupos que realizaban investigaciones en procesos catalíticos en las Universidades Nacionales de La Plata, del Sur, de Salta (UNSa), del Litoral y de San Luis (UNSL). En estas reuniones se elaboró el Programa Nacional de Tecnología de los Procesos Catalíticos (PNDPC) y se constituyó el Comité Nacional de Catálisis (CONACA) como órgano coordinador que, bajo la órbita del CONICET, estaría integrado por representantes de las siguientes instituciones: las mencionadas más arriba, mas YPF, GdE; PGM, PBB, Fabricaciones Militares, Atanor S.A.M y Carboclor.¹⁶

Tanto el PNDPC como el CONACA se asentaban y se fundamentaban en las expectativas generadas por las iniciativas del gobierno militar en relación con la industria petroquímica. El propio Plan Nacional de Desarrollo y Seguridad (1971-1975) señalaba algo que sería recogido como justificación en los documentos del PNDPC y del CONACA: “la industria química básica y la petroquímica habrán de expandirse aceleradamente y el incremento de la producción será especialmente importante en el grupo de los productos petroquímicos, habiéndose previsto una tasa media de crecimiento superior al 20% anual en el período del plan” (PNDPC, 1971).

Había también en estos documentos una apelación al ideal de autonomía tecnológica y seguridad nacional del gobierno militar. A principios de la década de 1970 existían en el país, por un lado, varias plantas petroleras que obtenían un producto de mayor octanaje mediante el proceso de reformado de nafta y, por otro lado, varias plantas petroquímicas que obtenían benceno, tolueno y xilenos empleando procesos catalíticos.¹⁷ Todas estas plantas importaban los catalizadores para su funcionamiento, principalmente desde EEUU y, en segundo lugar, desde Europa.¹⁸ En referencia a esta cuestión el PNDPC señalaba:

La República Argentina carece de una tecnología de procesos catalíticos propia, por lo que debe utilizar una enorme cantidad de divisas en el pago de derechos para el uso de procesos y lo que es más grave, depende exclusivamente de fuentes extranjeras para la provisión de catalizadores fundamentales para mantener la producción de sus plantas. Cabe la posibilidad de que por eventuales razones políticas, se corte el suministro de dichos catalizadores,

16 Para un estudio en profundidad sobre el CONACA véase Matharan (2014b)

17 Nos referimos a las plantas petroleras que YPF tenía en Ensenada (Provincia de Buenos Aires) y Lujan de Cuyo (Provincia de Mendoza) y a las plantas petroquímicas de PGM.

18 Se calculaba que anualmente la importación de catalizadores significaba gastos entre 10 y 12 millones de dólares para estas industrias.

los que actualmente no pueden sustituirse a ningún costo, por catalizadores nacionales. Por lo tanto, independientemente de razones económicas, por razones de seguridad nacional, es necesario contar con grupos de investigación capaces de generar la necesaria tecnología de dichos procesos catalíticos (PNDPC, 1971).

Por lo tanto, el CONACA tendría la finalidad de impulsar la generación de tecnología nacional vinculada a los catalizadores utilizados en las industrias petroleras y petroquímicas estatales, para suprimir de esta manera la dependencia respecto de las empresas multinacionales que los fabricaban. Adicionalmente, las iniciativas de coordinación de las investigaciones en catálisis dieron origen a la institucionalización, en 1979, de las Jornadas Argentinas de Catálisis (JAC).

En coincidencia con la relevancia concedida a las investigaciones en catálisis, y en el marco de un proceso de expansión institucional, en 1973 el CONICET incorporó entre sus institutos el Centro de Investigación y Desarrollo de Procesos Catalíticos (CINDECA) de la UNLP y el Programa Piloto de Ingeniería Química (PLAPIQUI) de la UNS, que tenía la misión de contribuir a la formación de investigadores y colaborar con las industrias estatales y privadas en proyectos de investigación y transferencia de tecnología. Ese año, el PLAPIQUI obtuvo financiamiento de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) en apoyo del proyecto “Creación y Transferencia de Tecnología en la Industria Petroquímica y Alimenticia”, con el que se costearon algunos viajes de estudio al exterior y la visita de expertos internacionales. También, en 1973 se firmaron convenios con las empresas PBB (otorgamiento de un subsidio anual para las tareas específicas del instituto en temas relacionados con la producción de etileno), GdE (estudio y verificación de los aeroenfriadores de la planta de etanol) y Carboclor S.A. (selección de catalizadores) (*Quid*, 1983).

Como corolario de las interacciones previas, en 1977 se firmó un convenio para desarrollar en el PLAPIQUI el Programa de Investigación y Desarrollo del Complejo Petroquímico Bahía Blanca (PIDCOP), que incluía a las siguientes instituciones: CONICET, UNS, PBB y GdE. El mismo fue constituido con la finalidad de contar con un centro tecnológico de alto nivel que respaldara el funcionamiento y futura expansión del PPBB. De esta forma, teniendo en cuenta las necesidades del PPBB, se llevaron a cabo investigaciones y servicios técnicos en las áreas de polímeros (ingeniería de polimerización, estructura y propiedades físicas y procesamiento), catálisis (físicoquímica de superficie), cinética (cinética aplicada, reactores), ingeniería de procesos (síntesis y diseño de proceso y modelización y optimización), matemática aplicada (matemática aplicada), física aplicada (física aplicada), fenómenos de transporte (dinámica de fluidos y transferencia de masa y calor) y termodinámica

(predicción de propiedades. termodinámica aplicada) (Brignole y Gatti, 1979). El desarrollo de estas actividades también recibió financiamiento del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, que benefició no sólo a los miembros del sistema científico (investigadores y profesionales del PLAPIQUI), sino también personal de las empresas del polo petroquímico (gerentes, profesionales y técnicos).

En 1978, el CONICET firmó un convenio con la UNL para crear el Instituto Nacional de Catálisis y Petroquímica (INCAPE) sobre la base del Instituto de Catálisis de la Facultad de Ingeniería Química, creado en 1968. Así, el CONICET tendría institutos de investigación (INCAPE, CINDECA, PLAPIQUI) ubicados en los tres principales centros de actividad industrial ligada a la petroquímica: San Lorenzo (Santa Fe), Ensenada (Buenos Aires) y Bahía Blanca (Buenos Aires). Con posterioridad se crearon otros institutos vinculados a la ingeniería química, que alojaron grupos de investigación en catálisis: el Instituto de Investigaciones para la Industria Química (INIQUI), de la UNSa (1980); el Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales (INTEMA), de la Universidad Nacional de Mar del Plata (1982), y el Instituto de Investigaciones en Tecnología Química (INTEQUI), de la UNSL (1983). Todas estas instituciones, incorporadas progresivamente al CONACA, constituyeron un entramado que dio forma, a la vez que sostuvo, el desarrollo de la investigación en petroquímica.

A estas instituciones debe sumarse el Instituto de Desarrollo y Diseño (INGAR), que fue un desprendimiento del Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química (INTEC). La creación del INTEC (1975) había estado muy ligada al proyecto de desarrollo de una planta experimental de agua pesada (componente utilizado como refrigerador y moderador en reactores a uranio natural) que el INTEC mantuvo con la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA).¹⁹ En 1980, sobre la base de algunos investigadores y la totalidad de los profesionales y técnicos del INTEC que participaron del proyecto de agua pesada, se estructuró el INGAR, que pasó a integrar el Centro Regional de Santa Fe (CERIDE) (*Quid*, 1983). Una de las líneas de trabajo de este instituto fue, justamente, el desarrollo y diseño de procesos químicos a través de técnicas de simulación por computadora de plantas completas, para lo cual Alberto Cassano y Ramón L. Cerro desarrollaron el Programa de Simulación de Procesos (Prospiro) (Cassano, 2011a).²⁰ Como señalara Cerro (director del INGAR),

¹⁹ Este proyecto comenzó a configurarse en 1974, cuando la India hizo estallar un artefacto nuclear, provocando restricciones en la transferencia de tecnología desde los países desarrollados.

²⁰ Es interesante llamar la atención sobre la vinculación entre el campo de la investigación petroquímica y de la informática. Para el significado de las investigaciones llevadas en el INGAR en el desarrollo de la informática en la UNL Cf Vallejos, en este mismo volumen.

el rol de instituciones como el INGAR, especializadas en el desarrollo de ingeniería básica, resultaba crucial, puesto que facilitaba la vinculación con el sector productivo a través de la creación de paquetes tecnológicos y la intervención en una instancia en la que se generaban las especificaciones de compra que podían minimizar el componente de compra en el exterior, redundando en una mayor independencia respecto de los insumos (SECyT, 1985). Paralelamente, el INTEC continuó desarrollando líneas de investigación relacionadas con el campo de la petroquímica (ver cuadro 2).

Según su propio testimonio, Alberto Cassano, entonces director del INTEC, tuvo un papel importante en el diseño del programa de centros regionales que, en 1979, fue financiado con el préstamo del BID (Cassano, 2011b). Dentro del Programa BID-CONICET, las líneas de investigación en petroquímica (cuadro 2), concentradas en el PLAPIQUI y el INTEC, recibieron aproximadamente una cuarta parte de los recursos provistos por el BID (cuadro 1) (Feld, 2015). Hacia el final del período dictatorial los institutos vinculados a la tecnología y la ingeniería química (y con ello a la petroquímica) constituían el 8,8% de los institutos del CONICET, un porcentaje sólo superado por el área de Morfología, Endocrinología e Inmunología (10,2%) (Beckerman, 2010). Según Parera, en 1979, el país contaba con 73 investigadores, 66 becarios y 56 técnicos activos en el campo de la petroquímica (Parera, 1979).²¹

Cuadro 1: Programa BID-CONICET. Distribución de la inversión por línea de investigación (1979-1985)

Línea de investigación	Inversión (U\$)	Participación Relativa
Petroquímica (INTEC y PLAPIQUI)	21.186.881	24,3%
Oceanografía (IADO y CENPAT)	15.007.323	17,2%
Zonas Áridas (IADIZA y CENPAT)	11.912.709	13,7%
Tecnología de Alimentos (INTEC y PLAPIQUI)	7.077.941	8,1%
Nivología y Glaciología (IANIGLA)	5.215.700	6%
Varios	26.620.905	30,6%
Total	87.021.459	100,0%

Fuente: Elaboración propia en base a CONICET (s/f a).

21 En el relato de Ronco (1979), la cantidad de investigadores ascendía a 93.

Cuadro 2: Proyectos de investigación y desarrollo en petroquímica.

INTEC
Tecnología de la producción de hexacloroetano y solventes clorados
Tecnología del dicloroetano
Identificación de sistemas (petroquímicos, etc.)
Predicción de parámetros de diseño
Policloruro de vinilo
Ingeniería de reacciones de polimerización
Diseño óptimo de plantas químicas
PLAPIQUI
Modelamiento y simulación de procesos, reactores, hornos
Desarrollo y caracterización de reactores mecánicos
Ingeniería de productos plásticos
Control y automatización de procesos
Factibilidad de proyectos de inversión, selección de tecnologías
Caracterización reológica, térmica, molecular de polímeros

Fuente: Elaboración propia en base a CONICET (s/f a).

En 1980, poco después de obtener el préstamo del BID, el PIDCOP, el CONACA y el IPA lograron que la Secretaría de Ciencia y Tecnología incorporara el Programa Nacional de Petroquímica (PNP) al conjunto de programas nacionales que venían creándose desde 1973 en áreas identificadas como prioritarias. El PNP fue creado con el objetivo de desarrollar tecnología necesaria para la industria petroquímica en lo referente a: exploración, explotación y transporte de petróleo y gas; desarrollo de procesos y productos petroquímicos; y desarrollo de productos químicos derivados de alto valor agregado (Secretaría de Ciencia y Técnica de la Nación, 1989). En 1986, el PNP contaba con siete subprogramas: tecnología para la elaboración de productos petroquímicos básicos, tecnología para la elaboración de productos petroquímicos intermedios y finales, tecnología de los polímeros, tecnología de los catalizadores, rutas y materias primas alternativas para las industrias químicas y petroquímicas, ingeniería de procesos químicos y pequeña y media industria química. Colocado en manos de comisiones asesoras formadas por académicos y representantes de la industria, el programa no sólo estructuraba el campo a partir de sus principales lineamientos, sino que además ponía en evidencia su propia maduración.

Del lado industrial también se aprecia un mayor desarrollo de las actividades de investigación y desarrollo respecto al período anterior. Hacia 1980, en su Gerencia de Investigación y Desarrollo (GIyD), YPF contaba con un Departamento en Refinación de Petróleo y Petroquímica, donde las investigaciones tenían un carácter mixto: por un lado realizaba I+D y, por otro, se ocupaba de la adaptación y selección de tecnología y remodelación de plantas, etc. para la lo cual poseía una infraestructura experimental a escala de laboratorio, banco y piloto y contaba con un plantel de 37 profesionales y 25 técnicos. Por su parte, Atanor, que tenía la misma infraestructura experimental que YPF, contaba ya con 9 profesionales y 2 técnicos y había patentado 12 procesos tecnológicos (de nueva tecnología o de modificaciones a otras existentes), en el país como en exterior. También, Compañía Química poseía un Laboratorio de Investigaciones y un Laboratorio de Métodos, donde realizó investigaciones vinculadas al desarrollo de tecnología para el establecimiento y funcionamiento de su planta de anhídrido ftálico. Contaba entonces con 14 profesionales entre ingenieros químicos, doctores y licenciados en química (Ojeda y Grendele, 1979).

En este escenario, los institutos de investigación y algunas empresas tuvieron condiciones propicias para llevar a cabo actividades de investigación y desarrollo en conjunto, a la vez que las universidades y los institutos estatales comenzaron a ofrecer asesoramiento, transferencia y servicios técnicos para la industria. Así, por ejemplo, el INTEC lo hizo en las líneas de diseño óptimo de plantas químicas (PASA, YPF, PGM y ATANOR), tecnología de dicloroetano (SOMISA y PGM) e ingeniería de reacciones de polimerización (servicio de caracterización de polímeros para 25 empresas) (CONICET, s/f b). El PIDCOP, por su parte, conectaría al PLAPIQUI con empresas como Polisur SM, Induclor SM, Monómeros Vinílicos SA y Petropol S.M. (*Quid*, 1983). En 1980, YPF firmó un convenio con la UNL, a partir del cual el INCAPE diseñó el primer catalizador nacional (1983), utilizado luego en las destilerías de YPF en La Plata y Luján de Cuyo (Matharan, 2004b). En 1985, el INGAR se encontraba negociando sendas licencias con PGM y PBB.

No obstante, los actores industriales de la época afirmaban que hasta ese momento los aportes realizados por la innovación tecnológica en las industrias (y en las universidades), en lo que hace a tecnología de punta o en la frontera del conocimiento, eran muy escasos o nulos. Fundamentalmente, se trabajaba en la modificación de tecnologías adquiridas en el extranjero, adaptándolas a condiciones locales. Estas tecnologías y/o el conocimiento tecnológico adquirido se trasuntaron en el desarrollo de ingeniería básica (ingeniería de procesos) como por ejemplo, montaje/modificación de una planta, verificación de garantías y en diferentes tipos de *know how* (selección y evaluación de catalizado-

res y/o optimización de un proceso) (Ojeda y Grendele, 1979). Por otra parte, un trabajo más reciente que analiza el sector petroquímico desde la perspectiva de la economía de la innovación, señala que, en el proceso de expansión de la industria petroquímica argentina iniciado en la década de 1960, salvo algunas excepciones como la del PPBB, no hubo una masa crítica de vinculaciones universidad-empresa ni desarrollos tecnológicos al interior de empresas privadas (López, 1997).

Por último, si hasta finales de la década de 1960 la dinámica del campo estaba dada por el envío de becarios para la realización de estudios de posgrados en el exterior y por la visita de investigadores extranjeros²², un hito importante que cambió esta situación fue que las instituciones académicas locales pusieron en marcha nuevas titulaciones de posgrado para formar recursos altamente calificados: mientras que el PLAPIQUI creó un Programa de Maestría (1979) y un Programa de Doctorado en Ingeniería Química (1982), el INTEC impulsó otro Doctorado en Ingeniería Química en la UNL (1980). De ahora en más, los ingenieros químicos completaron su formación de investigación dentro del sistema educativo local.

4. A MODO DE CIERRE

En la introducción hemos destacado tres criterios que organizan la emergencia y consolidación de la petroquímica como campo de conocimiento: la emergencia de la petroquímica como una cuestión tecno-económica, la consolidación de la petroquímica como campo de conocimiento y la convergencia entre ambos terrenos. En el desarrollo de nuestro trabajo hemos puesto de relieve que la primera etapa (1942-1955) se caracterizó por la tematización de la petroquímica como un problema tecno-económico y estratégico, por parte de actores políticos y de ciertos círculos profesionales como los ingenieros. Ciertamente, en estos años YPF impulsó la conformación de nuevos espacios de investigación y las primeras vinculaciones con la universidad, a partir de la incorporación y perfeccionamiento de algunos recursos humanos. Sin embargo, la distinción entre el trabajo de investigación y trabajos técnicos de otra índole era aún poco clara y no había en el país una masa crítica de investigadores e investigaciones.

El período siguiente (1955-1966) se caracterizó, justamente, por el énfasis en las dimensiones cognitivas de la petroquímica, que implicó un incremento de investigadores en el ámbito académico, aunque desvinculados del sector productivo. Asimismo, la incorporación del

²² Como muestran diferentes estudios, esta dinámica es característica del modo en que surgen nuevas áreas de investigación en contextos periféricos (Varsavky, 1969; Kreimer, 2000).

nuevo paradigma de la ingeniería química confirió a los practicantes de esta disciplina, anteriormente identificados sobre todo con problemas técnicos o aplicables, un perfil más científico, que los acercó a aquel de los químicos. La expansión de la investigación, sumada a la confluencia entre diversos perfiles disciplinarios, es lo que nos permite hablar de un desarrollo incipiente del campo de la petroquímica.

En el último período (1966-1985), como evidencian los congresos nacionales de petroquímica, la conformación del CONACA y los diversos modos de vinculación entre institutos académicos y empresas, la convergencia entre dimensiones técnico-económicas, estratégicas y cognitivas permitió la consolidación del campo de la petroquímica. Aunque esta convergencia no es del todo novedosa, es en este último período cuando adquiere un mayor grado de institucionalización y cuando se expande abarcando nuevos y más espacios. Es ese proceso intervinieron factores de índole política y cognitiva: por un lado, la decisión de impulsar el desarrollo del campo y de la industria petroquímicas; por otro, la incorporación de herramientas informáticas en la ingeniería química, que amplió el espectro de problemas de investigación hacia temas más claramente ligados a la industria, como el control y simulación de procesos en plantas industriales (algo que en el plano internacional se produjo a fines de la década de 1960) (Aiello Mazzarri, 2012). De hecho, la gravitación de las investigaciones ligadas a problemas petroquímicos se fue desplazando (también por razones políticas y cognitivas) desde aquellos espacios con tradición en investigación química (La Plata y Buenos Aires) hacia aquellas instituciones con más tradición en ingeniería química (Santa Fe y Bahía Blanca).

Además de la periodización elaborada en base a los criterios señalados, nuestro trabajo pone de relieve un rasgo de la conformación de este campo, que lo diferencia de otros campos en la Argentina: la consolidación de la investigación en petroquímica se asentó en objetivos definidos políticamente, que respondieron a la necesidad de resolver problemas o incentivar procesos específicos, basados en la investigación científico-tecnológica (Van Der Daele y Weingart, 1976). Probablemente, esta característica, que no es extensible a otros campos (salvo excepciones), tenga que ver con la histórica impronta de los militares en la escena política y productiva, y con el carácter estratégico que algunos sectores militares confirieron primero al petróleo y luego también a la petroquímica. Sin embargo, el diseño y ejecución de políticas para este espacio de conocimientos también fue posible por la capacidad de los propios investigadores de presentar los problemas de conocimiento como problemas de índole económica y política a la vez, como hiciera en su momento el CONACA. En cualquier caso, los principales protagonistas de esta historia han sido actores estatales del ámbito académico,

de las empresas públicas o del propio gobierno. Esta característica local marca una diferencia respecto del modo en que se construyó el campo de la investigación petroquímica en los países desarrollados, donde las empresas privadas tuvieron un rol más destacado (Spitz, 1988).

Una segunda especificidad local tiene que ver con lo que señalan algunos actores de la época, y buena parte de la literatura sobre economía de la innovación y sobre el desarrollo científico-tecnológico en América Latina: el carácter limitado de la articulación entre el campo de la petroquímica y el sector productivo, así como entre saberes académicos y desarrollo industrial más en general. Como señalaría Sabato (1972), se generaron “enclaves tecnológicos” academia-industria, pero la capacidad de “derrame” de estos enclaves sobre el conjunto del sector petroquímico fue limitada.

BIBLIOGRAFÍA

- Aiello Mazzarri, Cateryna, Mármol, Zulay, y Sánchez Puertas, Araceli “Ingeniería Química: historia y evolución”, *Revista Tecnocientífica URU (Maracaibo, Venezuela)* 2012, N° 2, pp. 51-59.
- Arvanitis, Rigas y Vessuri, Hebe 2001 “Cooperation between France and Venezuela in the Field of Catalysis”, *International Social Science Journal* (UNESCO), N° 171, pp. 201-217 (DOI: 10.1111/1468-2451.00310)
- Barbero, María Inés y Devoto, Fernando 1983 *Los nacionalistas* (Buenos Aires: Centro Editor de América Latina).
- Barreiro, Eduardo 2004 Desarrollo histórico desde el punto de vista de la industria”, en Domínguez Esquivel (coord.) *El Amanecer de la Catálisis en Iberoamérica*, (México: CYTED, Valley Research Corporation, Academia de Catálisis A.C (México), Instituto Mexicano del Petróleo) pp.28-29
- Bekerman, Fabiana 2010 “Modernización conservadora: la investigación científica durante el último gobierno militar en Argentina”, en Beigel, Fernanda *Autonomía y dependencia académica. Universidad e investigación científica en un circuito periférico: Chile y Argentina (1950-1980)* (Buenos Aires: Biblos), pp.207-232
- Bekerman, Fabiana y Algarañaz, 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, 3 al 6 de noviembre de 2010.

- Brignole, Esteban y Gatti, Alberto 1979 PIDCOP, *Un programa de educación, industria e investigación*, Actas del 5to Congreso Argentino de Petroquímica (Mar del Plata).
- Byron Bird, R., Stewart, Warren E. y Lightfoot, Edwin (1960), "Transport Phenomena". Nueva York, John Wiley & Sons ed.
- Caldelari, María y Funes, Patricia 1997 "La Universidad de Buenos Aires, 1955-1966: lecturas de un recuerdo" en Oteiza, Enrique (dir.), *Cultura y política en los años 60* (Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Oficina de Publicaciones del CBC, UBA), pp. 17-42.
- Cassano, Alberto 1990 "Dr. Jorge J. Ronco. Septuagésimo cumpleaños, *Latin American Applied Research*", Vol. 20, N°1, pp.54-58.
- Cassano, Alberto 2011a "Ciencia y tecnología en la región (III). Los inicios de un gran proyecto", *El Litoral* (Santa Fe), 24 de febrero. Disponible en <http://www.ellitoral.com/index.php/diarios/2011/02/24/opinion/OPIN-03.html> (Consultado el 6/8/2013)
- Cassano, Alberto 2011b "Ciencia y tecnología en la región (IV). Logros de la ciencia santafesina, resultado del aporte de muchos", *El Litoral* (Santa Fe), 7 de marzo <http://www.ellitoral.com/index.php/diarios/2011/03/07/opinion/OPIN-04.html> (Consultado el 6/8/2013).
- Castro, Claudio 2007, "Matriz energética, cambio técnico y transformación industrial en el periodo sustitutivo", 1946-1976, *Revista H-Industria@*, Vol.1, N°1, (http://www.hindustria.com.ar/images/client_gallery/HindustriaNro1Castro.pdf, (consultado el 5/5/2010)
- Centro Argentino de Ingenieros 1981 *Historia de la Ingeniería Argentina* (Buenos Aires: Centro Argentino de Ingenieros).
- Chudnosky, Daniel y López, Andrés 1996 "Política tecnológica en la Argentina: ¿hay algo más que *laissez faire*?", *Redes* (Bernal), Vol. 3, N° 6, pp. 33-75.
- CONICET (s/f a), *Programa bid-Conicet. Informe general del año 1985*, <<http://www.iadb.org/en/projects/project-description-title,1303.html?id=AR0121#doc>>, (Consultado el 10 de marzo de 2014).
- FCEN 1961 *Memoria 1961*. Disponible en <http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Memorias/Memoria_1961ocr.pdf>.
- Feld, Adriana 2015 *Ciencia y política(s) en la Argentina: 1943-1983* (Buenos Aires: Editorial UNQ).

- Gadano, Nicolás 2006, *Historia del petróleo en Argentina. 1907-1955: Desde los inicios hasta la caída de Perón* (Buenos Aires: Edhasa).
- Instituto Petroquímico Argentino 1999 *La República Argentina y su industria petroquímica* (Buenos Aires: Editorial La Barrosa).
- Instituto Sudamericano del Petróleo 1951 Nota del Secretariado Ejecutivo, Naciones Unidas.
- Kreimer, Pablo 2000 “Ciencia y periferia. Una lectura sociológica” en Montserrat, Marcelo (comp.) *La ciencia argentina entre siglos* (Buenos Aires: Manantial).
- López, Andrés 1997 “Desarrollo y reestructuración de la petroquímica argentina” en Chudnosky, Daniel y López, Andrés (1997) *Auge y ocaso del capitalismo asistido. La industria petroquímica latinoamericana* (Buenos Aires: Alianza Editorial-CEPAL-IRDC), pp. 77-158.
- López Nieto, Juan Manuel 2011. *La química verde*. (Madrid: CSIC-Catarata).
- Marrone, H. 1941 “Situación del problema de la aeronafra en el país”, *Boletín de Informaciones Petroleras*, No 209.
- Matharan, Gabriel (2014a) La investigación industrial en la Argentina: el caso de la industria petrolera Yacimientos Petrolíferos Fiscales (1925-1942), *REDES* 2014 (Bernal) Vol. 19, N° 37, Diciembre 2013, pp. 13-41.
- (2014b) Yacimientos Petrolíferos Fiscales y la búsqueda de tecnología local en catálisis, *Revista Ciencia, Docencia y Tecnología*, Vol. 25, N° 49, pp. 23-52.
- Odisio, Juan Carlos 2008 “El complejo petroquímico de Bahía Blanca. El gigante solitario”, en XXI Jornadas de Historia Económica de la Asociación Argentina de Historia Económica, del 23 al 26 de septiembre, <http://xxijhe.fahce.unlp.edu.ar/programa/descargables/> (Consultado el 3/9/2012)
- Ojeda, Abel y Grendele, Gabriela 1979 “Investigación y desarrollo en la industria petroquímica argentina”, en Instituto Petroquímico Argentino *Informe Selección de catalizadores comerciales para reformación de naftas*.
- Parera, José Miguel 2007 Entrevista realizada por Gabriel Matharan, Santa Fe, julio de 2007.

- _____. 1979 Investigación y Desarrollo en la industria petroquímica argentina, en *Informe Selección de catalizadores comerciales para reformación de naftas*, Instituto Petroquímico Argentino, 1979.
- Pestre, Dominique 2005 *Ciencia, política y dinero* (Buenos Aires: Nueva Visión).
- PNDPC (1971), "Programa Nacional de Tecnología de los Procesos Catalíticos", Buenos Aires, Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Nación.
- Poder Ejecutivo Nacional 1973 *Plan trienal para la reconstrucción y la liberación nacional. Antecedentes de los programas petroquímico y de celulosa y papel*, República Argentina.
- Prego, Carlos 2010 "La gran transformación académica en la UBA y su política a fines de los años 50" en Prego, Carlos y Vallejos, Oscar (Compiladores.), *La construcción de la ciencia académica. Instituciones, procesos y actores en la universidad argentina del siglo XX* (Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Biblos), pp.133-163.
- Quid 1983 "El PIDCOP surgió para apoyar el resurgimiento de la petroquímica nacional", Vol. ii, N° 17, pp. 381-383.
- Revista Petrotecnica* 1970 Segundo Congreso Nacional de Petroquímica. Debate para un mejor desarrollo de nuestra industria petroquímica, *Revista Petrotecnica*, Diciembre, pp.57-66.
- Revista Petrotecnia* 1974 Tercer Congreso Nacional de Petroquímica 1974, *Revista Petrotecnia*, Junio, pp. 24-44.
- Revista Petrotecnica* 1976 Congreso Petroquímico, 1976, *Revista Petrotecnica*, Diciembre, pp.41-56.
- Revista Petrotecnica* 1980 Quinto Congreso Argentino de Petroquímica, *Revista Petrotecnia*, Enero-Febrero, pp.15-20.
- Ronco, Jorge 1979 Recursos humanos profesionales para el desarrollo tecnológico en el campo petroquímico, en Instituto Petroquímico Argentino *Informe Selección de catalizadores comerciales para reformación de naftas*.
- Sabato, Jorge 2004 [1972] "Las empresas del sector público y la tecnología", Bernal, Universidad Nacional de Quilmes. Versión del trabajo publicado por el Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, Departamento de Asuntos Científicos de la OEA.

- Schvarzer, Jorge 1987 "Promoción industrial en Argentina. Características, evolución y resultados", *Documentos del CISEA*, N° 90.
- Schvarzer, Jorge. (1996), "La industria que supimos conseguir. Una historia político- social de la industria argentina". Buenos Aires, Planeta.
- Secretaria de Ciencia y Técnica de la Nación 1989 Memoria crítica de una Gestión 1983-1989 (Buenos Aires).
- Shinn, Terry 2000 « Formes de division du travail scientifique et convergence intellectuelle. La recherche technico-instrumentale », *Revue Française de Sociologie*, Vol. 3, N°41, 447-473.
- Smith, Joe Mauk(1956), "Chemical Engineering Kinetics". Nueva York, McGraw-Hill.
- Solberg, Carl 1986 *Petróleo y Nacionalismo en la Argentina* (Buenos Aires: Hyspamérica).
- Spitz, P, H 1988 *Petrochemicals. The Rise of an Industry* (Nueva York: Wiley).
- Tapias García, Horacio 1998 "Ingeniería Química: Escenario futuro y dos nuevos paradigmas", *Ciencia y Tecnología* (Bogotá: Colombia). Vol. 16, N°4, pp.25-36.
- Vallejos, Oscar (2016), "El desarrollo de la informática en el espacio científico argentino: la conformación de un marco estructural", en Kreimer, Pablo (ed.) "Contra viento y marea. Emergencia y desarrollo de campos científicos en la periferia: Argentina, segunda mitad del siglo XX". Buenos Aires, CLACSO.
- Van Den Daele, Wolfgang y Weingart, Peter 1976 "Resistance and receptivity of science to external direction: the emergence of new disciplines under the impact of science policy" en Lemain, Gerard; Macleod, Roy; Mulkay, Michael and Weingart, Peter (Editores) *Perspectives on the emergence of Scientific Disciplines* (La Haya: Mouton), pp. 247-275.
- Varsavky, Oscar 1969 *Ciencia, política y cientificismo* (Buenos Aires: Centro Editor de América Latina)
- Yacimientos Petrolíferos Fiscales (YPF) 1922 *Cincuentenario de YPF. YPF, una empresa al servicio del país (1922-1972)* (Buenos Aires: Sacerdoti S.C.A).

EL DESARROLLO DE LA INFORMÁTICA EN EL ESPACIO CIENTÍFICO ARGENTINO: LA CONFORMACIÓN DE UN MARCO ESTRUCTURAL

Oscar R. Vallejos

INTRODUCCIÓN

La informática es producto de la Gran Ciencia. Este dominio socio-epistémico¹ heterogéneo que identificamos como informática emerge durante la aceleración del fin de la segunda Gran Guerra, la gestación de la llamada Guerra Fría y el armado de nuevas formas internacionales en torno a la cooperación en materia de ciencia y educación. Dominio impulsado internamente por la confluencia de actividades científicas e ingenieriles altamente matematizadas, de la industria de producción de máquinas de computación y del nuevo impulso de la automatización de actividades humanas (Priestley, 2011).

La informática – en tanto emergente de nuevas expectativas sociales sobre las relaciones entre ciencia y tecnología y sus vinculaciones con los mundos prácticos de las esferas estatales-militares, de los negocios y de la cultura – se presenta pues como una entidad difusa a

¹ Para marcar la naturaleza heterogénea de la informática utilizaremos el concepto dominio socio-epistémico. Hay variadas razones para preferir este concepto frente al de tecnociencia. La más relevante es que sostenemos que no toda la producción de conocimiento está ensamblada de manera tal de hacer desaparecer las distinciones entre tecnología y ciencia. Además la identificación de qué pertenece a lo epistémico y qué a lo técnico es parte de la estabilización del dominio en el sentido de que las identificaciones son elementos sustantivos de la dinámica del dominio.

la que es difícil capturar en una narrativa maestra y lo es más cuando pretendemos capturar las modalidades en que las actividades informáticas se despliegan en un país como la Argentina que, en términos generales, es el objeto de este trabajo.

De manera más estricta, este trabajo pretende dar cuenta de la estructuración de la informática en el espacio científico argentino a partir de la identificación de las principales fuerzas que la configuran. En este sentido, cabe indicar que hay dos marcos en los que emerge la informática en la Argentina. Uno vinculado a la actividad de cálculo y otro a actividades del espacio de las ingenierías. Estos dos marcos configuran a largo plazo las modalidades en que la informática se organiza académicamente en el país.

LA EMERGENCIA DE LA INFORMÁTICA EN EL ESPACIO ACADÉMICO ARGENTINO:

La informática emerge en el espacio académico argentino durante proceso abierto por el período post-peronista (1955). A partir de allí, las condiciones nacionales se entrecruzan con procesos internacionales aunque las pautas que configuran la emergencia de la informática en el espacio académico están asociadas a una tensión cultural profunda que se expresa con el ideologema de la modernización frente a lo que Altamirano (2001) llama el signo de las masas. La informática estará atravesada por una tensión entre dos proyectos: formar élites (futuras) modernizadoras o bien crear condiciones ampliadas de desarrollo científico-tecnológico. Esta tensión cultural traza una cartografía del mundo intelectual y académico de la época en la medida en que organiza posicionamientos que exceden y proyectan la acción desplegada por los agentes. En este sentido, el proyecto de las élites no viene a resolver una cuestión económica sino que configura una hipótesis ideológica acerca del rol de los científicos y tecnólogos en una sociedad que consideraban atrasada. De manera que la informática es parte de una tensión que quizá se liquide recién a fines del siglo XX, entre un *elitismo modernizador* que escoge la implantación de instituciones de ciencia y tecnología como forma ejemplar de la tramitación de su proyecto y la conformación de una sociedad integrada científica y tecnológicamente.

Esta tensión presenta similares características a la que Gerald Holton (1978) reconoce en la sociedad estadounidense y que él identifica como un enfrentamiento entre un modelo aristocrático y uno pluralista: “que en lugar de la excelencia aristocrática – modelos impuestos por pequeños grupos sobre grandes masas – la peculiaridad del genio Americano es la empresa pluralista.” (Holton, 1978: 285) Una indicación del problema está expresada en la revista de divulgación y enseñanza de la técnica, *Mecánica Popular*. En un artículo firmado por Aubrey McFad-

yen (McFadyen, 1952), que lleva en la tapa la imagen de Vannevar Bush, se plantea que la cuestión de la invención técnica es una actividad que está presente en todos los sectores de la sociedad estadounidense. Incluso la nota se inicia contando una invención técnica de James Conant, el reconocido rector de Harvard. La posición del elitismo modernizador en Argentina se organiza sobre un andamiaje cultural que incorpora tanto concepciones acerca de las relaciones de la ciencia con las élites (Vallejos, 2004); como concepciones acerca del papel de las ingenierías en la vida social y en el Estado, cuestión que el peronismo había movilizado a partir de un imaginario técnico que incorporaba a la vez la educación y la fábrica (Cf. Dussel y Pineau, 1995). El derrocamiento de Perón proyectó esa cartografía de la modernización hacia el mundo académico (Cf. Prego, 2010). Esto implicaba una puesta al día bajo la hipótesis o bien del atraso o del tiempo perdido respecto del escenario internacional y sobre ese telón de fondo emerge una agenda de ciencia y tecnología basada en la construcción de nuevas instituciones sobre la base de la impronta de la Gran Ciencia.

En este escenario, la informática emerge en la Argentina en el contexto de dos modelos académicos relacionados pero diferenciados. Uno vinculado al proyecto del elitismo modernizador que se organiza fundamentalmente desde el Instituto de Cálculo (IC) de la UBA – modelo que volverá con el proyecto de la Escuela Latinoamericana de Informática (ESLAI)– . El otro es el modelo Bahía Blanca (BB) que, pese a reconocer las relaciones con el del IC, al buscar producir una “computadora” necesariamente desarrollaba una perspectiva para enlazar (y tratar de construir) a los actores que estaban presentes en el mundo británico que parece ser la referencia para los agentes locales del momento: el Estado, la empresa, la universidad y agencias de enlace y coordinación estatales y multilaterales. En cierto modo, el perfil de ingeniería del líder del modelo BB también ofrecía una marca diferenciadora respecto del IC que Bájar identifica, sin abarcar todo el espectro de problemas asociados, como un “interés en el software per se”. Esto es, parece haber una manera diferenciada de entender la actividad cognitiva implicada en la informática; en cierto modo, usando una diferencia marcada por Ensmenger (2010), se reproduce localmente la disputa entre entender la informática como un instrumento para la producción de conocimiento científico que aparece vinculado con el IC y entenderla como un objeto de investigación legítimo que requería de una articulación con actores extrauniversitarios. Uno de los esfuerzos que organiza el desarrollo de la informática a nivel internacional a fines de la década del cincuenta es la superación de la distinción entre máquinas comerciales y máquinas científicas (Cf. Mackenzie, 1996 y Haigh, 2009).

La emergencia de la informática en el espacio académico argentino puede estilizarse pues en torno de dos modelos: el modelo IC y el modelo BB. El hecho de que los modelos estén identificados uno desde una estricta configuración académica, el IC, y otro desde una configuración espacial más amplia indica una de sus diferencias significativas.

El modelo del IC se organiza en torno a la incorporación de la computadora a las actividades académicas y la emergencia de un conjunto de actividades surgidas a partir de la interacción con la máquina y el desarrollo de las rutinas propias de las disciplinas científicas que la incorporaban. En ese espacio, no hay redefinición de fronteras disciplinares – los matemáticos siguen siendo matemáticos, digamos – y sí emerge un ambiente de uso total o máximo de la máquina en el sentido de su explotación para la mayor diversidad de actividades científicas. Sin embargo, en ese espacio emerge una comunidad que se autoidentifica con lo que llamamos informática como un espacio especializado que hace al modo de funcionamiento (lógico) de la máquina. La carrera de Computador Científico que se organiza en el Instituto de Cálculo está asociada a una concepción sobre las modalidades de interacción de las disciplinas científicas con la computadora y, de manera más general, con los instrumentos científicos. De manera que la emergencia de esta comunidad que se autoidentifica como informática comienza a visibilizar dos cuestiones fundamentales (cf. Bajar, 2011). Por un lado, que la interacción de los científicos con las máquinas requería un aprendizaje largo y, a menudo, tortuoso necesitado de asistencia constante; en este sentido, la dinámica parece ser equivalente a la que identifica Shapin en el “técnico invisible” (Shapin, 1989) Por otro, que las interacciones con la máquina daban lugar a un saber que comenzaba a codificarse con una cierta especificidad (el surgimiento de una nueva disciplina) y al surgimiento de rutinas de ampliación del saber (no sólo de actualización en la novedad). En este sentido tendríamos aquí el surgimiento de una nueva especialidad sino fuera porque el elistimo modernizador había hecho prosperar instituciones académicas extremadamente centradas en reglas y metas. Parte de estas condiciones serán incorporadas a lo que más tarde será el Departamento de Computación de la Facultad de Ciencias Exactas de la UBA (Cf. Jacovkis, 2013).

El modelo BB se organiza sobre una estrategia híbrida que contempla tanto la pretensión de producir una computadora como las exigencias de mantener una actividad centrada en la publicación. El modelo BB tiene un emplazamiento que mantiene similitudes con el área Manchester que incluía la reconocida empresa Ferranti – primera productora de una máquina para el mercado, la Mark 1 – y la Universidad de Manchester con la que mantenía relaciones muy fluidas (Martin, 2012). En ese sentido, la instalación de la Universidad Nacional del Sur

es parte de un proyecto de emplazar en Bahía Blanca un espacio de producción industrial en el marco de un proyecto de transformación económica del país y de la Provincia de Buenos Aires (Cf. Cernadas et al., 2006). También en la experiencia de Manchester parece estructurarse un modo de vinculación entre Universidad e Industria en la producción de máquinas; como analiza O'Regan (2013) en la Universidad se desarrollaron primeramente dos "prototipos": The Manchester Small-Scale Experimental Computer (1947) y The Manchester Automatic Digital Computer (1949). Como indica Lavington (1980), el diseño y la puesta a punto de estos prototipos permitía al grupo adquirir "alguna experiencia" en el manejo y control de estas tecnologías. Luego se incorpora la firma Ferranti para producir la Mark1 sobre la base del último prototipo que se instala en la Universidad en 1951. Lavington (2012) argumenta que en 1955 en Manchester se inicia una etapa "más ambiciosa" en el diseño de máquinas y con la colaboración de Ferranti, el "grupo de investigación" de Tom Kilburn desarrolla el proyecto ATLAS. Como indican Carnota y Rodríguez (2010), Santos realizó una estancia en la Universidad de Manchester y trabajó en el desarrollo del proyecto ATLAS que fue la primera máquina de transistores producida por la empresa Ferranti².

Lo que interesa es que el modelo BB con la pretensión de producir una máquina parece inspirarse en esta experiencia de Manchester pero tensionado por el modelo del elitismo modernizador que orientaba o bien la creación de nuevas instituciones como el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONICET) o bien la transformación de las universidades (Cf. Prego 2010) hacia una pauta de producción de conocimiento científico que Olazarán y Torres (1990) llaman "keynesiano": autonomía, vanguardia y publicación. De manera que si bien el modelo BB busca organizar una experiencia híbrida: producir una máquina e investigar; actividades que el propio Santos llama "interfertilizadas" (Santos, s/f), la misma no se produce a partir de una práctica que reconstruye y se apropia (Burke, 2010) de patrones de culturas diferentes

2 Lavington (2012) caracteriza como sigue las líneas de investigación del grupo que desarrolló ATLAS: "At the outset, Tom Kilburn's team strove to achieve high performance by exploring five lines of research: (a) devising a fast sub-microsecond parallel adder and other logic circuits, using new transistor technology; (b) exploiting the latest developments in RAM and ROM memory technology so as to match access-time to the speed of the arithmetic unit; (c) automating the transfer of information between primary and secondary memory in an efficient manner; (d) automating the transfer of data from/to many relatively slow Input/Output devices and devising an efficient Interrupt system, so that delays to central computation were minimised; (e) providing convenient high-level programming languages and an efficient Operating System that simplified life for both operators and end-users. In one sense the above aims could be those of a modern computer designer. In 1955 few if any of them had been attempted". (Lavington, 2012: 6)

(la académica y la industrial) en un mismo núcleo de actividades – como era la experiencia de Manchester – sino que articula dos frentes o, como plantea el propio Santos, paralelas. En un testimonio muy posterior pero que ofrece una elaboración retrospectiva ajustada a este tiempo, Santos identifica la cuestión como sigue:

“el grupo adopta dos líneas de trabajo, paralelas pero interfertilizadas: la primera está relacionada con el desarrollo de tecnologías no existentes en el país, no publicables en revistas científicas pero que hacen a la independencia tecnológica; la segunda línea se refiere a trabajos de investigación sometidos a arbitrajes rigurosos en revistas y congresos de la especialidad.” (Santos, S/f)

De todos modos, el modelo BB implica dos tipos de actividad centrada en la producción de la máquina: crear una comunidad académica que permitiera producirla y hacerla funcionar y, luego o al mismo tiempo, crear los actores que hicieran posible producirla efectivamente. Bajar identifica la actividad de la comunidad académica segmentada en cuatro grupos de trabajo: a) hardware; b) matemática; c) software; y d) apoyo. (Bajar, 2011). El otro frente es el que parece menos factible de controlar, de allí que los documentos analizados para la presente investigación muestren a Santos, varios años después pero coincidente con su testimonio acerca del primer período, colocando en la discusión pública más amplia la necesidad de incorporar la producción de computadoras a una estrategia de independencia tecnológica (Santos, 1974). Cognitivamente, la actividad que Santos reconoce como “trabajos de investigación”, como reconstruyen Carnota y Rodríguez (2012) e informa el propio Santos (S/f), está focalizada en lo que en términos generales se reconoce como una actividad cognitiva desvinculada de los problemas epistémicos surgidos de manera directa del diseño, puesta en funcionamiento y ampliación de las utilidades de la máquina.

Estos dos frentes muestran así las condiciones en las que las actividades académicas quedaban segmentadas por formas institucionales rígidas que la corriente del elitismo modernizador había conseguido cristalizar. La configuración inicial de estos dos modelos de emergencia de la informática a los espacios académicos consolida una trama de expectativas y posibilidades sobre las condiciones y limitaciones de la misma tanto como espacio involucrado en la producción, el funcionamiento y la ampliación de las utilidades de las máquinas y como espacio vinculado a lo que pasaría a reconocerse como ciencias de la computación.

LA ETAPA DE CONSOLIDACIÓN INTERNA:

La informática, a partir de la década de 1970, crece por diferentes frentes. De modo general, la informática queda incorporada a expectativas políticas tecnológicas e industriales del país. Esto hace que las actividades académicas propiamente dichas tengan que referenciarse en ese telón de fondo. Sin embargo, cuando se compara la modalidad de consolidación de la actividad académica vinculada con la informática en el país con las experiencias internacionales, se percibe que localmente no emergen las formas más híbridas de actividad informática que se habían convertido en rutina en los países centrales.

Esta situación contrasta con la forma como la informática comienza a ganar espacio en el mundo de las ingenierías y de las actividades comerciales y del Estado. Las empresas y el Estado generan una demanda de saberes en una doble condición. Una es en términos de discursividad organizada que pueda transmitirse en diversas modalidades de formación (de ingeniería a analista de sistemas, etc.). La otra es en términos de agentes que portan esos saberes para hacerlos operativos en la solución de problemas y puedan ocupar puestos en la estructura del Estado. En este marco comienzan a desarrollarse distintas propuestas de formación universitarias y también se despliega una formación terciaria no-universitaria que está muy próxima a las demandas del Estado. Por otro lado, también sigue la formación por parte de las Empresas del sector y como una cuestión propia de la informática, también se desarrolla una actividad de formación autodidacta que tiene una base mixta entre quienes cuentan con alguna educación universitaria interrumpida y entre quienes se iniciaron a partir de una base en las revistas de divulgación y enseñanza popular. De hecho, una de las preocupaciones que comienza a ser central es la unificación de la formación en informática en el país.

Además, a partir de la década del setenta se acelera el proceso de informatización de las ingenierías. Esto es, la informática comienza a ser un nicho de especialización dentro de las ingenierías que también crean hacia el interior de los planes de estudio de las carreras tradicionales espacios para la formación informática. Este proceso de informatización condensa una transformación profunda en las prácticas ingenieriles (Cf. Joerges y Shinn, 2001). La informática se desarrolla hacia el interior de las actividades ingenieriles como una tecnología ingenieril que, en el caso de la Argentina, será un punto de anclaje fuerte para que actividades informáticas sean reconocidas como de investigación, como se mostrará más adelante. Esto hace que las metodologías informáticas puedan ser una vía de ingreso a la investigación reconocida por las agencias estatales como el CONICET desde disciplinas que no son informáticas. Sin embargo, pese a la condición fronteriza de la

actividad informática en términos de tecnología ingenieril las formas institucionales de organización de las actividades científicas y tecnológicas implementadas por las agencias nacionales no permitieron un gran desarrollo de las actividades de frontera; esta situación será analizada a partir del modelo Santa Fe.

La actividad informática propiamente dicha – ya sea en términos de ingeniería o en términos de teorías matemáticas – que logró crecer en el marco del CONICET y de sus regulaciones socio-cognitivas se consolidó en el país sobre la base de una dinámica disciplinar: el sostenimiento cognitivo de la actividad sobre una agenda interna internacional, la reproducción de cuadros disciplinares, mecanismos de publicación y una circulación internacional (de agentes y publicaciones). La informática, desde una posición periférica en la comunidad científica local, conquistó una organización disciplinar que, por esa misma condición, se asegura la legitimidad por el recurso a estructuras más rígidas que las movilizadas por las disciplinas tradicionales³.

La informática crece en la Argentina a partir de un proceso desarticulado. Por un lado, un frente organizado a partir de un imaginario de saberes ingenieriles o técnicos asociados al desarrollo de las actividades económicas (administrativas y productivas) y la modernización del Estado. Por otro, un proceso de constitución disciplinar que se consolida a partir de la regulación institucional cristalizadas sobre el modelo del elitismo modernizador que pospone los objetivos sociales.

Hay dos configuraciones paradigmáticas que el proyecto del elitismo modernizador produce. Por un lado, la Escuela Latinoamericana de Informática (ESLAI) y por otro, el modelo de política científica y tecnológica articulado en torno a los programas de política estatal. El proyecto de la ESLAI fue el armado de un enclave modernizador para la actividad informática del país. De alguna manera, es la revitalización desde el marco de una agencia estatal nacional (la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Nación) del modelo IC.

El marco de la ESLAI es referido por Jorge Aguirre en los siguientes términos:

“Mediante la ESLAI se pretendía elevar el nivel general de los sistemas regionales de formación profesional, superando el atraso del sector. Se esperaba lograr este objetivo mediante el proceso de difusión que supondría la inserción en el sistema

3 Esta observación está realizada a partir de una analogía con el proceder de los investigadores periféricos que Buch llama “conservadurismo experimental y teórico” (Buch, 2000) refiriéndose a Houssay. En el caso de la informática, la legitimidad se logra por el cumplimiento estricto (rígido) de las reglas disciplinares reconocidas por las agencias estatales.

académico y productivo de un grupo reducido pero altamente capacitado de graduados” (Aguirre, 2006: 416)

La ESLAI tuvo un funcionamiento breve de 4 años; de manera que lo relevante es el carácter trunco de este emprendimiento. Es decir, su carácter trunco es un indicador de que las condiciones locales habían cambiado respecto de las que bajo el período post-peronista y el impulso desarrollista habían organizado la experiencia del elitismo modernizador. Por un lado, el sistema de educación superior universitario y no universitario había desarrollado una diversidad de propuestas de formación en informática aunque, como se observa en la cita y consta en los documentos de la época, se consideraba que la formación universitaria estaba “atrasada”. La determinación de los alcances del significado de “atrasado” movilizado por los actores es compleja puesto que tras esta caracterización se proyecta el reclamo de la interrupción del proceso de modernización que para ellos se había iniciado con el Instituto de Cálculo. En este sentido, los actores utilizan el término atraso para significar un posicionamiento respecto de lo que se consideraban la vanguardia o la frontera científica y tecnológica.

Este aspecto es un indicador de cómo operaba en el imaginario de quienes lideraban políticamente las agencias estatales a nivel nacional, una concepción organizada por el elitismo modernizador y el consecuente modelo político de movilización de los agentes académicos y de sus instituciones.

El Informe de la Comisión Nacional de Informática (1985) muestra además una concepción de que las políticas públicas podían crear el contorno para favorecer “el nacimiento de una industria informática y electrónica nacional” (Comisión Nacional de Informática, 1985: 7) sin considerar la situación económica producida la dictadura que dejaba desajustada la “concepción inscripta en los rasgos estructurales de la segunda etapa de sustitución de importaciones” (Basualdo, 2006: 227) En este sentido, esta situación es un indicador del escaso flujo entre el conocimiento político que estaba produciéndose en el momento sobre la situación política en la Argentina, sus nuevas culturas políticas (Cf. Landi, 1988) y el imaginario político que orientaba las políticas estatales desplegadas por quienes lideraban las agencias estatales.

De manera que la hipótesis sobre las vinculaciones entre el mundo académico y la implementación de una industria informática volvía a reforzar las viejas concepciones del modelo del elitismo cultural pero en un contexto económico (el fin del keynesianismo), cultural y político muy diferente. Una cuestión que conviene considerar también es que una de las medidas políticas iniciales del presidente Alfonsín fue volver el marco normativo de las Universidades al que se había gestado en el

año 1958. Estas condiciones son importantes a la hora de entender por qué la experiencia de la ESLAI quedó trunca en tanto que la condición de un reducido grupo de excelencia que pudiera dirigir la sociedad era ya parte de una cultura política también vieja; y esta es una verdadera paradoja para quienes se planteaban como vanguardia: una vanguardia atrasada. Como plantea Malamud (2004) la dictadura había fragmentado la sociedad y sobre esa condición ya no era posible establecer proyectos dirigistas (Cf. Cavarozzi, 2000).

Es decir, estaba desajustada la base cultural del elitismo modernizador; por ello una cuestión que todavía queda por entender de manera más amplia es el imaginario político de los académicos que trazaban pautas de consolidación de la actividad académica vinculada con la informática puesto que este desajuste no significa que las formas institucionales que había producido el elitismo modernizador no configuraran por largo tiempo el impulso y la expectativa de la comunidad académica. De hecho, el documento de política informática plantea que la institución que se había convertido en reguladora por excelencia del imaginario de la actividad académica modernizada, el CONICET, debía evaluar de manera diferente la actividad académica, un tópico que está muy presente en los testimonios recogidos sobre la experiencia académica de Santa Fe que se analizará más adelante.

La etapa de la consolidación de la informática en el espacio académico se realiza pues sobre los moldes que el elitismo modernizador había cristalizado en instituciones que regulaban la actividad académica. Esta es una marca característica del tipo de institucionalidad fraguada a partir del CONICET y que contrasta con otras formas de institucionalidad emergentes en el período post-peronista. Esta condición parece ser una de las marcas estructurales del desarrollo de la actividad de investigación en el país.

Sin embargo, ante la crisis producida por la falta de financiamiento de las actividades académicas y la pérdida de pregnancia de la concepción keynesiana se iniciaron formas de organización de la actividad académica que fueron abriendo maneras alternativas de organizar lo que podría llamarse una vida académica. Las modalidades en que esa actividad académica articulada a partir de coyunturas locales – lo que hace al Departamento, al Laboratorio o al Instituto – para mantener la actividad de investigación y negociada con el modo general en que se considera la actividad académica regular es una de las razones que lleva a plantear que no hay narrativas maestras que capturaren completamente las vías de realización de vidas académicas en informática.

EL CRECIMIENTO DE LA INFORMÁTICA A PARTIR DE LA INFORMATIZACIÓN DE LAS INGENIERÍAS: REFERENCIAS A PARTIR DEL CASO SANTA FE.

La informática crece en la ciudad de Santa Fe a partir de una trama que vincula las actividades de la Facultad Regional Santa Fe de la UTN, las de la Universidad Nacional del Litoral y el impulso de la creación de instituciones locales de Gran Ciencia en el marco del CONICET. En gran medida, las agencias vinculadas al CONICET logran dar un desarrollo cohesivo al ambiente puesto que cuatro de sus Institutos – aunque con doble dependencia – estarán vinculados a la formación y a la investigación en Informática en la ciudad: INTEC, INGAR, CIMEC y SINC(i). Este ambiente dota a Santa Fe de “operadores de cohesión” en tanto que como sostiene Shinn (2006) la cohesión se presenta como un prerequisite para la estabilización de los sistemas sociales y cognitivos.

El ambiente de investigación de Santa Fe, desde mediados de la década del setenta del siglo pasado, se configura a partir de un conjunto de condiciones que los actores locales consiguen enlazar en busca de formas institucionales que aseguren la posibilidad de realizar investigación y desarrollo. Un factor clave fue el proceso de refundación de la Universidad Nacional del Litoral que por causa de los desmembramientos ocurridos con las creaciones de las Universidades Nacionales del Nordeste, Rosario y Entre Ríos buscaba formas de rearticular su identidad sobre las viejas facultades de Ciencias Jurídicas y Sociales y de Ingeniería Química, una estrategia de departamentalización, y una apertura hacia una ampliación de la formación de grado. Si bien este proceso de desmembramiento atraviesa un período de casi veinte años puesto que se inicia en 1956 con la creación de la Universidad Nacional del Nordeste es la separación de Rosario, en 1968, lo que modifica decididamente la estructura de la Universidad del Litoral. La separación de las sedes de Entre Ríos iniciada en 1971 que concluye en 1975 con la efectiva puesta en funcionamiento de la Universidad Nacional de Entre Ríos cierra este largo proceso.

La Facultad de Ingeniería Química era un centro que se identificaba con programas de modernización cultural y científica y el proceso de refundación permite el surgimiento de nuevos proyectos. Uno de ellos es el que expresa Alberto Cassano, figura clave de la estructuración de las instituciones del CONICET en Santa Fe. En este sentido, la refundación aparece como la posibilidad de rearticular la estructura de la Universidad del Litoral desde una asociación con el CONICET sobre la figura del Instituto de Investigación. La novedad que le aporta el proyecto expresado por Cassano es haber incluido al Gobierno de la provincia de Santa Fe en el acuerdo para la creación de un Centro Científico y Tecnológico.

Cassano formula un proyecto, que su testimonio referencia como gestándose a partir de su experiencia de formación en Estados Unidos (1964-1968), a partir de esta triple dependencia – UNL, CONICET, Gobierno de la Provincia de Santa Fe – . El proyecto contemplaba la creación de un Centro Multidisciplinario con nueve Institutos que se desarrollarían (“incubarían”, dice Cassano) a partir del INTEC – Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química. Esta iniciativa finalmente se suspende y luego se reanuda con un proyecto de menor alcance y sin la dependencia del Gobierno de la Provincia de Santa Fe.

El INTEC surge como un Instituto de doble dependencia – de la Universidad del Litoral y del CONICET – y fuera del marco de la Facultad de Ingeniería Química. El INTEC reeditaba así una vieja discusión acerca de cómo debían incorporarse los Institutos de Investigación a la estructura universitaria; ello no sólo por cuestiones operativas sino fundamentalmente por cómo se concebía la estructura de una universidad que cumpliera con las misiones de enseñar e investigar. La construcción de la Universidad del Litoral había ensayado tempranamente una estructura que identificara y canalizara las tres misiones sustantivas de la universidad: la Facultad para la formación, el Instituto para la Investigación y el Instituto Social para la extensión. Los Institutos de Investigación tendrían un presupuesto propio, una forma de contratación diferenciada respecto de la contratación de los profesores y un régimen de horarios de trabajo también diferenciado (Cf. Vallejos, 2010). El INTEC reedita esta discusión y organiza una forma de contratación de investigadores que permitiera ser “competitiva” y que estaba apoyada por líneas de financiamiento que venían desde el CONICET, la CNEA y la OEA. Esto se hizo posible porque el INTEC dependía de manera directa del Rectorado de la Universidad y no ingresaba al espacio propio de la Facultad de Ingeniería Química con la que de todos modos mantenía relaciones muy fluidas, sobre todo a partir de la creación del Doctorado en Ingeniería Química.

La Universidad del Litoral busca refundarse pues a partir de varias vías: la creación del Departamento de Hidrología General y Aplicada (que más tarde se convertiría en la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas y sería sede la carrera de Ingeniería en Informática), la creación del INTEC y la transformación de sus antiguas Facultades y Escuelas: Ingeniería Química, Ciencias Jurídicas y Sociales, la que más tarde sería la Facultad de Ciencias Económicas y la Escuela Universitaria del Profesorado que luego sería la Facultad de Humanidades y Ciencias.

El testimonio de Cassano indica que la doble dependencia – Universidad y CONICET – a diferencia del Instituto del CONICET ya existente en Santa Fe: el INALI (primer Instituto del CONICET del país) permitía “no abandonar su deseo de hacer ingeniería”. En este sentido,

es importante remarcar que lo que se estaba construyendo es el reconocimiento de la ingeniería como una actividad de investigación – de allí que el Doctorado sea también en Ingeniería y no en Ciencias de la Ingeniería como se planteaba en otras universidades. El anclaje en la Facultad intermediaba para que las condiciones y posibilidades que planteaba el CONICET se incorporaran a la actividad de ingeniería. Cassano insistentemente remarca en su testimonio que el enfrentamiento entre las reglas del CONICET pensadas para la “ciencia básica” y el desarrollo de investigación en ingeniería.

El proyecto de Cassano expresa una concepción de que se necesitaba un “ambiente” de investigación que permitiera el intercambio y la colaboración entre los diferentes grupos disciplinares. El proyecto inicial contemplaba la creación de los siguientes Institutos: de Química Aplicada, de Física Aplicada, de Matemática Aplicada, de Biología Aplicada, de Ingeniería Química (el INTEC), de Ingeniería Mecánica, de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, de Ingeniería Biológica y de Economía y Sociología aplicadas al Desarrollo. A la idea de que el INTEC incubara el resto de los Institutos, subyacía la de que los grupos de diferentes disciplinas colaboraran en los proyectos centrales del Instituto madre. Las dificultades de este modelo de trabajo integrado saltaron rápidamente; un ejemplo de ello es la relación con el grupo de Matemática Aplicada. Bajo un programa especial – el PEMA/Proyecto especial de Matemática Aplicada – Cassano contrató a doctores en matemática graduados en EEUU en tanto suponía que el desarrollo de la ingeniería compleja tanto básica como de detalle necesitaba de matemática de “alto nivel” que no estaba disponible ni en la Facultad ni el país. Pero, como indican los testimonios cruzados de Cassano y del grupo de matemática (aplicada), es que nunca hubo colaboración directa. Cassano comentaba que el grupo de matemática nunca quiso hacer matemática aplicada. Sin embargo, este grupo formó sobre la base del PEMA lo que ahora se llama IMAL – Instituto de Matemática Aplicada del Litoral fuertemente vinculado con la Licenciatura en Matemática Aplicada y el Departamento de Matemática de la Facultad de Ingeniería Química (Vallejos, 2014). Este es un problema que atraviesa la instalación de la investigación matemática en el ambiente académico santafecino. De hecho, en los Fundamentos del Programa de Actividades Científicas y Tecnológicas: Teoría y Aplicaciones de la Matemática, dirigido por Lilitiana Forzani, que es el programa de investigación que actualmente se encuentra en ejecución en la Universidad del Litoral con 20 proyectos incluidos, se plantea:

“El PACT se compone de 20 propuestas de investigación en Matemática que, entendida en sentidos clásicos, contiene matemá-

tica pura y aplicada. La distribución de estas características de pura y aplicada a menudo no está en estricta consonancia con la imagen que es más popular acerca de la fundamentación y el uso, y sí están distribuidas estas características en todos los proyectos.” (Programa de Actividades Científicas y Tecnológicas: Teoría y Aplicaciones de la Matemática)

De todos modos, este grupo de matemática no desarrolló una actividad académica vinculada con la informática que fue el primer objetivo para la creación de la Licenciatura en Matemática Aplicada en el proceso de refundación de la Universidad del Litoral a mediados de la década del setenta del siglo pasado. De manera que el grupo de matemática no participó directamente del desarrollo de la informática en Santa Fe sino que más bien configuró una línea de investigación en Análisis Matemático y más recientemente en Estadística.

En el interior del INTEC se produjeron dos acontecimientos importantes para el desarrollo de la Informática en Santa Fe: la contratación de Ramón Cerro que había hecho su tesis doctoral en Ingeniería Química en Estados Unidos y que desde ese momento, junto con Cassano, consolidó la visión de una investigación en ingeniería y en desarrollo tecnológico y la gestación y el desarrollo del Proyecto de Agua Pesada, la realización de un proyecto de Gran Ciencia en Santa Fe.

El Proyecto de Agua Pesada (PAP) fue el resultado de un convenio entre la Comisión Nacional de Energía Atómica y la Universidad Nacional del Litoral. Este proyecto permitía a los agentes locales – liderados por Cassano y Cerro – producir en Santa Fe un régimen de Gran Ciencia en base a un gran financiamiento – cercano a los U\$D 100.000.000 – (Cf. Cassano, Suárez, Tedeschi y Vallejos, 2011).

El ambiente del INTEC gestó dos grandes grupos de trabajo: uno liderado por Cassano y otro por Cerro. La informática emerge en el contexto del proyecto liderado por Cerro. Si bien ambos estaban vinculados a la ingeniería química, el grupo de Cerro comenzó a especializarse en ingeniería de procesos y ello llevó a iniciar el trabajo de incorporación de la informática como una tecnología ingenieril; es decir, la informática se convierte en una actividad rutinaria y diversificada para quienes trabajaban en este grupo de ingenieros químicos. En este sentido, este grupo participaba de una transformación estructural de la ingeniería química que Johnson (2006) caracteriza como el pasaje de una ingeniería química experimental a una ingeniería analítica. Este cambio en la Ingeniería Química, iniciado según esta autora en Minnesota – un ambiente muy relacionado con el de Santa Fe – matematiza fuertemente la ingeniería química y es este cambio conceptual el que está en la

base del proceso de incorporación de las “herramientas” informáticas necesarias para el cálculo y más tarde el diseño de procesos.

El grupo de Cerro comienza una actividad rutinaria de informatización inicialmente asociada al desarrollo de un software para la simulación de procesos y el diseño de equipos. El producto inicial de esta actividad fue SIMBAD/Sistema de Simulación de Procesos Residente en Base de Datos y luego a trabajar en el desarrollo de tecnologías ingenieriles para la ingeniería de procesos, de apoyo a la toma de decisiones y modelado de procesos. La carrera de Ingeniería en Sistemas de la UTN-FR Santa Fe y luego también con la carrera de Ingeniería en Informática de la UNL se vinculan con esta experiencia. Sin embargo, la Ingeniería Informática de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas también se relaciona con el proceso de informatización y modelación matemática de la Hidrología, la Ingeniería Hidráulica y la Meteorología vinculadas a la carrera de Ingeniería en Recursos Hídricos.

El grupo liderado por Ramón Cerro planteó tempranamente el problema de cómo seguir en el marco del CONICET sosteniendo una actividad vinculada al desarrollo. Esto llevó inicialmente a la creación de una Fundación – ARCIEN – y el INGAR (Ingeniería Argentina) que era un Instituto de desarrollo que funcionaba en un edificio construido por la Fundación; el edificio que alberga el Instituto es de por sí interesante para analizar la concepción de cómo se desarrolla la actividad académica puesto que incorpora departamentos para alojar a los investigadores visitantes durante sus estadías en Santa Fe. El proyecto que expresa Cerro tenía que ver con el aprendizaje realizado por el grupo en el desarrollo de la PAP; él identifica la primera etapa como de desarrollo de Ingeniería Básica y, luego, el avance hacia una Ingeniería de Detalle.

Este grupo, en el año 1978, organizó y desarrolló el primer curso en Argentina y en América Latina de simulación de procesos por computación. El curso tomó el nombre “Curso Latinoamericano de ‘Diseño de Ingeniería Básica por Computadoras para la Industria de Procesos sobre la base de Alternativas Tecnológicas Válidas para Países en Vías de Desarrollo.” y fue financiado y auspiciado por la Organización de Estados Americanos (OEA) en el marco del Proyecto Multinacional de Ingeniería y del dirigido por Cassano con el nombre “Análisis y especificación de métodos de diseño de Ingeniería Básica sobre la base de alternativas tecnológicas válidas para países en desarrollo” que formaba parte de esa estructura multinacional.

El proyecto marco contaba con el apoyo del CONICET y de la Universidad Nacional del Litoral. La OEA otorgó 15 becas para graduados latinoamericanos y 15 becas para graduados de otras partes del país. La OEA venía financiando cursos de perfeccionamiento a partir del De-

partamento de Asuntos Científicos y Tecnológicos; específicamente del Proyecto Multinacional de Ingeniería. Según consta en la memoria del Curso, los profesores fueron Cerro, Arri, Chiovetta y Pérez que produjeron una publicación – que ellos llaman Notas – para el mismo. (Parte I. Simulación de procesos por computadora). La segunda parte del curso estuvo dictada por Arthur Westerberg del Departamento de Ingeniería Química de la Universidad Carnegie-Mellon (Pittsburgh-EEUU). Según el testimonio de Gustavo Pérez, este curso permitió al grupo afianzar la línea de trabajo en informática y consolidar su posición a nivel local y regional. Además, Westerberg era uno de los principales investigadores del mundo en métodos de diseño por computadora, incluyendo la simulación, optimización y problemas de dinámica de los procesos químicos. La idea era aprovechar la estancia de Westerberg para el dictado del curso y para discutir las líneas de investigación.

Pérez indica en su testimonio que Ramón Cerro fue quien planteó la necesidad de avanzar en la simulación de procesos por computadora desde una perspectiva triple. Por un lado, para cumplir con el contrato con la Comisión Nacional de Energía Atómica y diseñar la PAP. Por otro, dado que el tema no estaba desarrollado a nivel mundial – Casano (2011), plantea que el simulador desarrollado en Santa Fe era el tercero en el mundo, pero Cerro indica que fue el primero diseñado sobre una base de datos – permitiría tener una actividad de publicación en Revistas internacionales y cumplir así las exigencias impuestas por el CONICET. El tercer aspecto relevante es que permitiría comercializar el simulador en la medida en que la innovación tecnológica producida daba condiciones de generalidad para adaptar el simulador a distintas situaciones requeridas por la ingeniería. El texto del Curso, plantea que el grupo parte de “la sospecha luego confirmada” de que no se podía realizar el diseño de una planta química “de extrema complejidad” utilizando esquemas convencionales (Cf. Cerro, Arri, Chiovetta y Pérez, 1978). De todos modos, el testimonio de Cerro indica que la búsqueda se centraba en la posibilidad de realizar también un producto para colocar en el mercado de tecnologías para la ingeniería. De hecho la creación de la Fundación ARCIEN que estaba presidida por Cerro, estaba pensada para moverse como un agente económico, una posibilidad que ni la institucionalidad del CONICET ni de la Universidad permitían.

El aprendizaje del grupo para el desarrollo de un software para la Simulación y Diseño de equipos obligó a que se enfrentara el trabajo en grupos menores sin perder de vista que el núcleo del desarrollo del software tenía que ver con las necesidades de la ingeniería química en general y con las necesidades del desarrollo de la PAP en particular. La respuesta del grupo fue un esquema que considerara las cuestiones informáticas (lógicas), los módulos físicos de una planta y las propiedades

fisicoquímicas que debían formalizarse. También, como informan los testimonios, estaba el problema práctico de utilización de una computadora. Ello implicó primero viajar a Buenos Aires (a 500 km de Santa Fe) para el uso de la computadora de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires entre las 22 hs. de la noche y las 06 hs. de la mañana; luego un convenio con la empresa FIAT en Sauce Viejo (a 20 km de Santa Fe) para utilizar la computadora de la empresa entre las 20 hs y las 24 hs y más tarde a utilizar la computadora adquirida por la Universidad del Litoral – Cerro se desempeñaba como Director del Centro de Cómputos de la UNL – hasta que el INTEC compró su propia computadora (PDP 11/40). Una cuestión que es relevante para entender esta emergencia de la informática como tecnología ingenieril es que Cerro indica que a él lo movilizaban intelectualmente los problemas de transporte y el simulador ayudaba a comprenderlos mejor.

Tanto Pérez como Cerro informan que la construcción de un software para la simulación y el diseño de una planta ligado a una base de datos era una novedad para el momento. Como se indica en Vecchietti, Leone, Montagna y Cerro (1987), SIMBAD consigue condiciones de generalidad – una condición que se construía a partir del crecimiento del mercado informático que está relacionado con el problema de la portabilidad de los sistemas operativos – a partir de dos decisiones importantes. Una es la incorporación de los estándares de base de datos conforme las especificaciones de Codasyl (Haigh, 2009) y otra, es orientar el software a partir de un modelo de estado estacionario modular. En las notas del Curso, Cerro, Arri, Chiovetta y Pérez (1978), identifican tres tipos de software: a) programas de simulación de procesos en estado estacionario; b) programas de diseño; c) programas de simulación dinámica. A su vez, estos programas pueden ser modulares o globales. En Montagna, Leone, Melli, Vecchietti y Cerro (1987) se plantea que los sistemas más nuevos, más eficientes y más confiables son los modulares y que ello tiene que ver con dos “ventajas” respecto de los modelos globales: la versatilidad y la flexibilidad. Además, los módulos se organizan en subrutinas o subprogramas que resuelven cada uno de los componentes del sistema, lo guardan en la memoria y luego de terminado cada uno de los módulos entrega un resultado total. Este artículo plantea que la concepción de SIMBAD es independiente del modelo de base (aunque el modelo modular depende de una concepción de qué es una unidad química diferente de la del modelo global (Cf. Cerro, Arri, Chiovetta y Pérez, 1978)) y que también es independiente de la base de datos utilizada. Este artículo informa también que el software está escrito en Fortran 77-plus y que fue desarrollado sobre una máquina VAX 11/780, un equipo producido por Digital Equipment Corporation (DEC) con un valor cercano a los U\$D 120.000 (para un análisis de la

relación entre VAX 11/780 y la PDP11/40 Cf. Ceruzzi, 2003) y no hemos podido reconstruir aun el proceso de adquisición. La documentación muestra que en 1978 el grupo trabajaba sobre una PDO 11/40 y el artículo enviado en 1986 ya menciona el trabajo con la VAX 11/780. DEC lanza al mercado la VAX 11/780 a fines de 1978.

De manera similar a lo que plantea Haigh (2009) para el análisis del proceso de construcción de las base de datos, la informática desarrollada para procesos de simulación y diseño en ingeniería codifica las rutinas de lidiar a diario con el manejo de datos, con problemas de equipamiento (p. ej., el problema de la memoria); y, en términos generales, con la eficiencia en el manejo del tiempo y los costos. Resulta así que el campo de problemas es bien diferente de los propios de la informática básica o de la computación.

El estudio de los materiales documentales de esta experiencia y los testimonios de quienes la transitaron y que organizaron vidas académicas concomitantes permite identificar que el trabajo académico que emerge del desarrollo de la informatización de la ingeniería química avanza hacia un tipo de producción fronteriza que, como en el caso de SIMBAD, exige a la vez un conocimiento de los problemas del campo ingenieril que se pretende informatizar – problemas fuertemente constreñidos por las condiciones de borde que la actividad industrial y económica fijan (Cf. Galison, 1992) – y, por otro, un conocimiento de las condiciones formales y materiales del medio informático que, en definitiva, es el soporte de los resultados de la actividad académica. El testimonio de Gabriela Henning, indica que su estancia posdoctoral en el MIT luego de doctorarse en Ingeniería Química en la UNL en el ambiente y las orientaciones académicas alineadas con el grupo de Ramón Cerro, implicó un proceso complejo de formación en las disciplinas informáticas propiamente dichas. Dado que el ambiente académico del MIT albergaba una actividad informática amplia, su estancia postdoctoral le permitió incorporar una formación informática para avanzar hacia una vida académica más orientada hacia la informática pero como disciplina aplicada a la ingeniería y, más específicamente, aplicada al área Síntesis, Simulación y Optimización de Procesos.

Las tensiones propias del contexto económico y político del país durante el gobierno constitucional de Alfonsín, y la caída del financiamiento de las actividades científicas y técnicas del país, el proceso de desmantelamiento del impulso que había organizado la experiencia que dio origen a proyecto de PAP y los problemas de desajuste entre la perspectiva de Cerro y la Fundación ARCIEN con las nuevas autoridades de las agencias estatales nacionales de ciencia y tecnología terminaron liquidando la experiencia del INGAR como la búsqueda de producir desarrollo tecnológico con posibilidades comerciales y basado en las

actividades académicas sostenidas por el CONICET. Ello volvió al INGAR una institución alineada con la pauta institucional del CONICET pero con la impronta, en el caso de la informática, de una informática orientada a las aplicaciones en la ingeniería.

Este desarrollo influyó enormemente en la manera en que se articula la formación en informática en la Universidad Nacional del Litoral y la Facultad Regional Santa Fe – de la Universidad Tecnológica Nacional. Quienes organizaron la formación universitaria en informática Santa Fe tenían pues esa impronta que les permitió organizar vidas académicas en informática desde la particularidad de contar con una formación inicial en ingeniería química o, de manera general, de disciplinas no informáticas.

El INGAR mantiene relaciones estrechas con la Facultad Regional Santa Fe de la UTN. Dos nuevos Institutos de doble dependencia creados luego, hacen converger sus actividades con esta corriente: el llamado inicialmente llamado Centro Internacional de Métodos Computacionales en Ingeniería (CIMEC) – hoy llamado Centro de Investigación de Métodos Computacionales – y el Instituto de Investigación de Señales, Sistemas y de Inteligencia Computacional. Estos Institutos están articulados con la carrera de Ingeniería en Informática de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas de la Universidad del Litoral. Ambos Institutos mantienen una estrategia de producir investigación informática vinculada a problemas de áreas no informáticas que converge en este aspecto con la iniciada por el grupo de Ramón Cerro. Las identificaciones de quienes lideraron esos nuevos Institutos, Idelson y Milone, provienen de ingenierías que se informatizaron y que ingresaron a la segunda fase de la matematización. En base a este programa desarrollaron proyectos de producción académica que no pueden ser fácilmente desvinculados de la informática y que encontraron en el nuevo ambiente generado a partir de la Ingeniería en Informática de la FICH y del reciente Doctorado en Ingeniería de la misma Facultad un nuevo modo de articular las demandas de una carrera universitaria con las formas académicas reguladas por el CONICET. Henning plantea que ahora llegó la etapa de la informática en Santa Fe desarrollada por quienes tienen formación de grado y posgrado en la propia disciplina.

En este sentido, las agencias iniciales – INTEC e INGAR – albergaron vidas académicas organizadas a partir de una institucionalidad anclada en reglas y metas universales y externas a la especificidad de la actividad académica desarrollada. En este sentido, esta forma de vida académica obliga a los agentes a protegerse en dos planos de acuerdo a la coyuntura: o bien de las disciplinas más consolidadas o bien de las exigencias externas a menudo asociadas a la resolución de problemas productivos. El CIMEC y el SINC(i) albergan vidas académicas

micas más híbridas que articulan la investigación y el desarrollo o la asistencia técnica altamente especializada sin que ello marque una segmentación de la actividad académica pero ello es posible porque estos Institutos son el resultado, en términos generales, de una agenda nueva de matematización e informatización de las ingenierías de base (mecánica y bioingeniería).

UNA PAUTA GENERAL DEL DESARROLLO: CONCLUSIONES

El desarrollo de la informática en el espacio científico argentino está asociado fuertemente a proyectos articulados de manera más o menos directa a las condiciones generales de la vida cultural y política del país. Por ello hemos tratado de mostrar que la informática emerge marcada por un enfrentamiento entre un elitismo modernizador versus una sociedad integrada científica y tecnológicamente que pauta su desarrollo interno hasta la última década en la que probablemente esta tensión se liquide por la eficacia de maneras híbridas de organizar las vidas académicas.

Los límites que la institucionalidad de las actividades científicas y tecnológicas que el elitismo modernizador logra cristalizar eran no sólo una condición interna sino que operaban también en el modo en que se buscaba replicar los focos más estimulantes del mundo académico internacional.

La vía santafecina de emergencia de la informática tiene que ver con un emprendimiento que permitía, por su envergadura, disputar a la vez tres fronteras: las transformaciones y orientaciones de la ingeniería (ingeniería básica y de detalle), la de un desarrollo informático como tecnología ingenieril y la búsqueda de una nueva forma de institucionalidad (el INGAR y el INTEC). Sin embargo, esta vía que logra hacer de la informática una actividad académica rutinaria vinculada a los problemas de ingeniería pierde sus bases iniciales y se configura como disciplina organizada según el modelo keynesiano: autonomía, vanguardia y publicación. Es recién en la última etapa, con el ingreso a una segunda fase de matematización e informatización de las ingenierías que las actividades académicas parecen más articuladas. Y esta etapa última coincide también con la segunda ola de políticas destinadas a lograr la valorización del conocimiento y vincularlo al mundo de la empresa (Pestre, 2005). Esta última etapa es la que es más difícil de analizar; pero parece que las actividades que tímidamente surgieron, seguramente como forma de resistencia, en el período de desfinanciamiento y decline del consenso keynesiano quedan ahora subsumidas en el nuevo consenso de la valorización del conocimiento. Esta parece ser la etapa presente.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, Jorge 2006 “La evolución de la formación universitaria en informática” en Borello, José et alt. (eds.) *La informática en la Argentina. Desafíos a la especialización y a la competitividad* (Buenos Aires: Universidad Nacional de General Sarmiento/Prometeo).
- Akera, Atsushi 2007 *Calculating a Natural World . Scientists, Engineers, and Computers during the Rise of U.S. Cold War Research* (Cambridge: MIT Press).
- Bajar, Victoria 2011 “Software de base y lingüística computacional en el Instituto de Cálculo de 1961 a 1965” en Jornadas Clementina: conmemoración de los 50 años de la llegada de la Mercury (Clementina) (Buenos Aires: Departamento de Computación e Instituto de Cálculo. FCEN-UBA. Mayo 2011).
- Buch, Tomás 2000 “Una aproximación a Bernardo Houssay” en *Exactamente* (Buenos Aires: Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales) Año 7, N° 19.
- Burke, Peter 2010 *Hibridismo cultural* (Madrid: Akal. Traducción de Sandra Chaparro).
- Carnota, Raul y Rodríguez, Ricardo 2010 “Fulgor y Ocaso de CEUNS. Una apuesta a la tecnología nacional en el Sur de Argentina” en I Simposio de Historia de la Informática en América Latina y el Caribe.
- Carnota, Raúl y Rodríguez, Ricardo 2012 “Antonio Monteiro pionero de los estudios de computación en Argentina” en Conferencia Latinoamericana en Informática 2012 (Medellín).
- Cavarozzi, Marcelo 2000 “Modelos de desarrollo y participación política en América Latina: legados y paradojas” en Kligsberg, Bernardo y Tomassini, Luciano (comps.) *Capital social y cultura: Claves estratégicas para el desarrollo* (Buenos Aires: FCE).
- Cernadas, Mabel et alt. 2006 *Universidad Nacional del Sur: 1956-2006* (Bahía Blanca: Universidad Nacional del Sur).
- Cerro, Ramón; Arri, Luis; Chiovetta, Mario y Pérez, Gustavo 1978 *Curso Latinoamericano de diseño de procesos por computadora. Parte I: Simulación de procesos por computadora* (Santa Fe: Universidad Nacional del Litoral).
- Ensmenger, Nathan 2010 *The computer boys take over: computers, programmers, and the politics of technical expertise* (Cambridge: MIT Press).

- Galison, Peter 1992 "FORTRAN, Physics, and Human Nature" en Nye, Mary Jo; Richards, Joan y Stuewer, Roger (eds.) *The Invention of physical science : Intersect ions of mathematics, theology, and natural philosophy since the seventeenth century*.
: *Intersectlons of mathematics, theology, and natural phllosophy slnce the seventeenth century. Assays In honor of Erwln N. Hiebert*. Boston Studies in the Philosophy of Science, Vol. 139. (Boston: Kluwer Academic Publishers)
- Joerges, Bernard y Shinn, Terry (eds.) 2001 *Instrumentation between Science, State and Industry* (Dordrecht: Kluwer Academic Publishers).
- Haigh, Thomas 2009 "How Data Got its Base: Information Storage Software in the 1950s and 1960s" en *IEEE – Annals of the History of Computing* (EEUU) Vol. 31, N° 4, Octubre de 2009.
- Holton, Gerald 1978 "On the educational philosophy of the Project Physics Course" en *The scientific imagination: Case studies* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Jacovkis, Pablo 2013 *De Clementina al siglo XXI. Breve historia de la computación en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires* (Buenos Aires: EUDEBA).
- Johnson, Ann 2006 "Virtual Tools: The Epistemological and Social Issues of Computer-Aided Chemical Process Design" en Baird, Davis et al. (eds.) *Philosophy of Chemistry. Synthesis of a New Discipline* (Dordrecht: Springer).
- Landi, Oscar 1988 *Reconstrucciones. Las nuevas formas de la cultura política* (Buenos Aires: Punto Sur).
- Lavington, Simon 1980 *Early British Computers* (Manchester: Manchester University Press).
- Lavington, Simon 2012 "The Atlas story" en *Atlas Symposium* – 5 de Diciembre de 2012. Escuela de Ciencias de la Computación. (Universidad de Mánchester). 2° Edición.
- Mackenzie, Donald 1991 "Nuclear Weapons Laboratories and the Development of Supercomputing" en *Knowing Machines. Essays on Tecnical Change* (Cambridge: MIT Press).
- Martin, Ian 2012 "Structuring Information Work: Ferranti and Martins Bank, 1952–1968" en *Information and Culture*. N° 47, Vol. 3.

- Montagna, Jorge; Leone, Horacio; Vecchiatti, Aldo y Cerro, Ramón 1987 “SIMBAD: A process simulator linked to a DBMS – I: The executive system” en *Computers & Chemical Engineering*. Vol.11. Issue 1. 1987.
- Olazarán, Mikel y Cristóbal Torres 1999 “Modelos de cambio científico: una propuesta integradora” en *Nómadas. Revista Crítica de Ciencias Sociales y Jurídicas*. N° 0.
- O'Regan, Gerard 2013 *Giants of Computing. A Compendium of Select, Pivotal Pioneers* (Londres: Springer-Verlag).
- Perrupato, Sebastián 2013 “Historiografía y educación peronista un estado de la cuestión sobre historia de la educación durante el primer peronismo”. *Historia y Espacio*. p. 149 – 166.
- Pestre, Dominique 2005 *Ciencia, dinero y política* (Buenos Aires: Nueva Visión).
- Prego, Carlos 2010. La gran transformación académica en la UBA y su política a fines de los años 50. En Prego, Carlos y Oscar Vallejos. Compiladores. *La construcción de la ciencia académica. Instituciones, procesos y actores en la universidad argentina del siglo XX*. Buenos Aires. Biblos. pp. 133-163.
- Prietsley, Mark 2011. *A Science of Operations . Machines, Logic and the Invention of Programming . London*. Springer-Verlag.
- Santos, Jorge 1974. La computación y la dependencia. *Revista Computadoras y Sistemas*. N° 18. pp. 5-10.
- Santos, Jorge S/f. La Ingeniería de Computación en la Universidad Nacional del Sur. Testimonio recogido en el proyecto SAMCA. Acceso último. Julio de 2015. http://www.proyectosamca.com.ar/?page_id=174
- Shapin, Steven 1989. The invisible technician. *American Scientist* 77. pp. 554–563.
- Shinn, Terry 2006. When is Simulation a Research Technology? Practices, Markets, and Lingua Franca. En Lenhard, Johannes, Günter Küppers y Terry Shinn. Editores. *Simulation. Pragmatic Construction of Reality*. Dordrecht. Springer. pp.187-203.
- Vallejos, Oscar. 2004. La Ciencia En El Litoral: Un Enfoque Desde La Sociología Histórica Del Conocimiento Científico. Comunicación al IV Encuentro “La universidad como objeto de estudio”. Universidad Nacional de Tucumán.

- Vallejos, Oscar. 2010. La construcción de una Universidad de “tipo nuevo”: tradiciones de investigación en la Universidad Nacional del Litoral hacia los años 30. En Prego, Carlos y Oscar Vallejos. Compiladores. La construcción de la ciencia académica. Instituciones, procesos y actores en la universidad argentina del siglo XX. Buenos Aires. Biblos. pp. 105-131.
- Vallejos, Oscar. 2014. Notas sobre el desarrollo de la Matemática en la Universidad Nacional del Litoral. El Período Fundacional: 1920-1943. Revista de la Junta de Estudios Históricos de Santa Fe. N° 70. En prensa.

PRÁCTICAS CIENTÍFICAS Y SUS CONFIGURACIONES EN LA ARGENTINA DE LOS NOVENTA

Adriana A. Stagnaro

En el marco de los desarrollos actuales de la antropología de la ciencia, el presente trabajo expone los resultados del estudio de diversas configuraciones en que se expresó la cultura científica y tecnológica en la Argentina en la década de los años 1990. Dicho estudio consistió en un trabajo de investigación etnográfica de larga duración en tres laboratorios de producción biotecnológica sitos en diferentes contextos de la República Argentina, donde se manifestaron distintas maneras de pensar, organizar, practicar y experimentar la vida científica de laboratorio¹.

Cada una de estas indagaciones se presentó como un caso diferenciado en la dinámica de conformación de las prácticas y discursos científicos. Su contraste y comparación dio cuenta de las distintas lógicas que animan e intervienen en la delimitación y disímil ensamblado de la experiencia en tales campos académicos y empresaria-

1 Estos desarrollos biotecnológicos se producen en concierto con las características de la etapa de reconfiguración técnica del campo de la biología molecular ubicada entre 1990 y 2014 por Kreimer y Ferpozzi, en esta compilación. Asimismo los laboratorios investigados fueron integrados por científicos formados en la etapa anterior nominada por estos autores como la de “vaciamiento, reemergencia e institucionalización de la biología molecular (1962-1990)”, -en especial a partir de 1970- transluciendo sus trayectorias profesionales las tensiones y formas de “integración subordinada” atribuidas al período (Kreimer, 2010).

les, como así también de la compleja interrelación entre las prácticas teóricas, técnicas y sociales de los investigadores en los laboratorios argentinos de biociencias.

En tal sentido, se hicieron explícitos todos o la mayor parte de los condicionantes de la práctica social en los espacios de producción científica, como pueden ser el rol de las configuraciones sociales, el de las instituciones y el de las disciplinas en la determinación de las trayectorias y posiciones de los actores en el campo científico (Bourdieu (1991, [1984] 2008, [2001] 2003). La búsqueda de ajustes estructurales provenientes no del ámbito del laboratorio ni de los investigadores, sino por el contrario del espacio científico donde están inmersos, develó las lógicas tanto genéricas como específicas operantes en un abanico de variables, sin dejar de advertir a su vez, la capacidad de los científicos, los grupos de investigación y los laboratorios para subvertir - en alguna medida - el estado de las fuerzas dentro del campo, según el tipo y el peso del capital científico y empresarial que supieron adquirir.

Asimismo se reconocieron, en la observación de las prácticas científicas y tecnológicas, distintos tipos de configuraciones o *ensamblados* (Rabinow, 2008, Stagnaro, 2015) de elementos variados, dinámicos y heterogéneos, donde coexisten y trabajan conjuntamente antiguos dominios y nuevos componentes en un espacio no totalmente contingente, ni absolutamente determinado. El análisis de los ensamblados fue acompañado de la identificación de diversos tipos de *habitus* (Wacquant, 2009).

Desde esa perspectiva, nos detuvimos en mostrar las interrelaciones dadas entre los agentes, los objetos e instrumentos y los productos obtenidos por la actividad específica en cada uno de los casos examinados, y por tanto en desplegar la acción de los factores cognitivos, sociales, económicos, culturales y políticos en juego en cada uno de ellos, considerándolos en su especificidad y jerarquía, sin negar su actuación simultánea e interacción constantes en la dinámica científica. Es decir, constatamos que operan factores heterogéneos, pero no por ello imposibles de distinguir o diferenciar, y que el establecimiento de jerarquías de factores no es fijo ni establecido de antemano, sino que van cambiando en virtud de la naturaleza variable de las situaciones.

El trabajo de campo se desarrolló en un lapso extendido de diez años y se realizó en primer lugar en el laboratorio privado de una empresa biotecnológica de la Ciudad de Buenos Aires (1993-1995). Luego en otro laboratorio de características mixtas, bajo la forma societaria de empresa privada inserta en la estructura universitaria de la Provincia de Santa Fe, y por fin, en un laboratorio de un instituto de investigaciones estatal sito en la Provincia de Tucumán². En estos tres momentos etnográficos

2 La denominación de los laboratorios como asimismo la identificación de sus integrantes

sucesivos se observó un desplazamiento de la investigación desde la esfera privada de producción y aplicación científica de neto corte empresarial a un espacio social de tipo mixto, empresarial y universitario, para finalmente arribar a un campo institucional de carácter universitario estatal. Tal deslizamiento se dio en concordancia con el devenir histórico y político general del país, donde, en la década de los años 90 se priorizaban y alentaban las lógicas privatistas del conocimiento científico, tendencia que, por el contrario, a partir del año 2003 comienza a revertirse, con la promoción y restitución de políticas científicas estatales tendientes a reforzar la incipiente autonomía científica y el desarrollo social.

LA BIOTECNOLOGÍA EN LA ARGENTINA: LO VISIBLE Y LO INVISIBLE DURANTE EL PERÍODO DE SU CONFIGURACIÓN

Una mirada integradora de los desarrollos biotecnológicos en nuestro país exige en primer lugar establecer la vinculación necesaria con las etapas de afianzamiento disciplinar de la biología molecular, considerada por gran parte de la literatura como la plataforma de despegue de la biotecnología. Partiremos del esquema de periodización realizado por Kreimer (2010) tomando como base los regímenes de producción del conocimiento científico propuestos por Terry Shinn (2000): *disciplinario, transitorio y transversal*. Luego intercalaremos en dichas etapas los desarrollos biotecnológicos realizados en el país, en relación con las innovaciones internacionales y las políticas y decisiones públicas y privadas que favorecieron su emergencia e institucionalización. Finalmente insertaremos los ensamblados biotecnológicos identificados en la transición de un régimen de producción de conocimientos disciplinar a otro transversal, mostrando cómo se arman dichos ensamblados en formas diferentes, según se resalten y preponderen lógicas de organización empresarial, mixtas o públicas.

Los dos primeros períodos identificados por Kreimer y denominados “Los pioneros” (1957 - 1962) y “El vacío” (1962-1970) se caracterizaron por la anticipada y significativa creación en 1957 de los primeros laboratorios en el Instituto Nacional de Microbiología Dr. Carlos Malbrán. Allí se emprendieron líneas modernas de investigación familiarizadas con la biología molecular, hasta su rápido desmantelamiento e intervención por parte del Ministerio de Salud Pública de la Nación en 1962. Éstas constituyen indudablemente las experiencias más fuertes y visibles de la instalación de la nueva mirada molecular en las ciencias de la vida, con la convergencia de diferentes regímenes *disciplinarios*. Estos antecedentes revelaron la existencia de compromisos implícitos con dos modelos enfrentados de hacer ciencia: el tradicional de enfoque

no se dan a conocer a fin de preservar sus respectivas identidades.

sanitarista, que acentuaba la importancia de producción de vacunas y sueros y el saber epidemiológico, por un lado y el modelo moderno que impulsaba la centralidad de las prácticas de laboratorio tomando como ejemplo las del Instituto Pasteur de París. A pesar de que la mencionada intervención truncó las posibilidades de desarrollo de estos laboratorios, donde se desempeñaba una nueva generación de jóvenes investigadores como Pirotsky y Milstein, la huella dejada por este antecedente marcó el camino -apenas emprendido en la época por pocos centros de investigación de países industrializados- hacia la innovación planteada por el estudio de la estructura, secuenciamiento y expresión del ADN. Asimismo develó la incongruencia del posicionamiento en el campo biomédico de los eminentes representantes de la tradición, Houssay y Leloir, quienes, a pesar de haber impulsado la modernización de la investigación, no pudieron, no obstante aquilatar la importancia de la innovación en ciernes, actuando como obstáculo tanto inmediato al desarrollo de la biología molecular en la Argentina, como mediato respecto de la biotecnología.

El tercer período planteado por Kreimer (op. cit) que abarca desde los comienzos de la década del setenta hasta la creación en 1982 del Instituto de Ingeniería Genética y Biología Molecular (INGEBI), consagrado por completo a la investigación en ese área, se caracterizó en sus primeros momentos por la reversión del “*impasse*” imperante lograda por la renovación generacional de las tradiciones conservadoras. Esta nueva generación de investigadores, formada en el exterior en estrecho contacto con los conceptos y técnicas de la nueva disciplina, fue artífice de la asociación entre las innovaciones de la biología molecular y la tradición bioquímica. Esta última consideraba a dichas innovaciones sólo como técnicas auxiliares y no como elementos clave de transformación paradigmática. Se conforma así, un régimen de *transición* de modos tradicionales de investigación permeados por la bioquímica, hacia un nuevo campo con relativa autonomía. Los jóvenes portadores de las innovaciones de este campo disciplinar se integran durante el período al Instituto Campomar, instalando diversas líneas de investigación que contribuirán a su consolidación.

Yuxtapuestos a estos desarrollos, a finales de la década del 70, se manifestó el interés precursor de algunos investigadores, retornados de experiencias de formación en el exterior, hacia una propuesta de política científica y tecnológica respecto del saber biotecnológico. Éste configuraba un foro de atracción de diversas disciplinas (microbiología, biología molecular, ingeniería genética, enzimología). Simultáneamente surgió el interés de los organismos internacionales (UNIDO) por crear un instituto internacional de biotecnología, para lo cual fue convocada a participar la Argentina. A fines del período, en 1982, desde la

Subsecretaría de Ciencia y Tecnología (SUBCYT) se impulsó y originó el Programa Nacional de Biotecnología. Éste tenía como idea central la constitución de un centro investigativo que concentrara toda la actividad preexistente, lo que manifiesta y destaca la existencia de dichas prácticas ahora resignificadas, como resultantes de dos corrientes disciplinares, una proveniente como ya vimos de la bioquímica y de la biología molecular y otra de la microbiología. (Vaccarezza y Zabala, 2002).

Finalmente el cuarto y último período se extiende desde los comienzos de los años 80 hasta mediados de los 90, caracterizándose por la conformación de un régimen *transversal* donde la biología molecular experimentó el traspaso del estatus de “ciencia de la observación” al de “ciencia de intervención”. Pasó de representar a intervenir, (en términos de Hacking 1983, Gallison, 1987) y de conocer a manipular el ADN, de forma tal que éste pudiera, a partir de los aportes de la ingeniería genética, ser transformado (Rabinow, 1992). Estos denominados “dispositivos de investigación genéricos” se aplicaron rápidamente a otros campos de saber como la investigación agronómica y veterinaria, permitiendo nuevas prácticas llevadas a cabo por un número cada vez más creciente de nuevos grupos interesados en la biotecnología. Estos demandaron a su vez tener participación en la toma de decisiones respecto de la política científica. Así en 1983 en la Argentina, con el nuevo gobierno democrático del Dr. Alfonsín, se rediseñó el existente Programa Nacional de Biotecnología, suspendiendo la idea de instalación de un gran centro de investigación a favor de la creación de una red de producción biotecnológica en laboratorios existentes en distintas regiones del país. Se asignaron a tal efecto recursos por proyectos y se solventaron importantes aportes estatales a algunos laboratorios del interior. Otra decisión política importante fue la suscripción del Convenio Argentino Brasileño de Biotecnología que permitió generar, en 1986, un centro de cooperación con Brasil. Esto favoreció el desarrollo de proyectos de investigación biotecnológica coordinados conjuntamente por ambos países, con intervención de los respectivos sectores empresariales. En el mismo año se creó el Foro Argentino de Biotecnología, que reunió a empresas vinculadas con dicha especialidad para promover iniciativas, tanto públicas como privadas, estrechando el contacto entre el sector industrial y la esfera académica. Este acontecimiento expresó el desplazamiento de la producción biotecnológica desde el ámbito público hacia la esfera privada. En tal sentido resalta como antecedente primigenio el caso de Bio Sidus, empresa de capital nacional que muy tempranamente, en 1980, aceptó la propuesta de producir sustancias recombinantes para uso medicinal, reformando su estructura de producción dermatológica hacia la farmacéutica y albergando un laboratorio de prácticas biomoleculares, estrechamente relacionado con núcleos académicos. (Aguiar, 2009). Es en este contexto

y línea de investigación donde, a partir de 1990, surgieron las empresas e institutos de los queda cuenta el presente trabajo. Si bien su número es reducido, se caracterizan por la incorporación de la biotecnología, en tanto herramienta tecnológica en sus procesos productivos y en la conformación de una nueva categoría, la del empresario-científico o viceversa, muy atento tanto a las innovaciones surgidas de la academia como a las de la gerencia administrativa exitosa. Dichos emprendimientos fueron acompañados por cambios en las políticas de ciencia y tecnología del gobierno de Menem. En 1992 se desarmó el Programa Nacional de Biotecnología conjuntamente con el resto de los programas nacionales anteriormente creados, desatendiendo así el impulso a la investigación y enfocando su regulación. La evaluación de proyectos que incluyeran desarrollos biotecnológicos fue reubicada en el ámbito del CONICET, durante los años 1992 y 1998. Allí se aplicaron criterios académicos de valoración no pertinentes para la actividad productiva innovadora, dejándose de lado en muchos casos, proyectos biotecnológicos de interés nacional. En 1998 se reabrió la posibilidad de financiamiento para la biotecnología a través de la institución de la Agencia de Promoción Científica y Tecnológica, con sus dos fondos (FONCyT y FONTAR) destinados a financiar proyectos de investigación públicos y privados. También esta etapa se caracterizó por la institucionalización de la biotecnología (1992) en centros universitarios creados a comienzos de los años 90, por medio de la organización de los primeros estudios de grado y posgrado en biotecnología, especialmente en la Universidad Nacional de Quilmes y en la Universidad Nacional de General San Martín. Esta tendencia se expandió luego sostenidamente hacia otros centros universitarios del país. Como lo resalta Kreimer (op. cit.), en estos años la biotecnología logró la autonomización respecto de otras áreas disciplinares. Legitimó específicamente sus prácticas profesionales e institucionales, sin llegar empero a la autonomía epistemológica. Ello debido a su ligazón intrínseca con los campos disciplinarios tradicionales, a los que interpela y transita constantemente, convocando a diversos actores que se mueven en distintas dimensiones, en una ósmosis o interpenetración innovativa. En este régimen transversal emergen los *ensamblados* científicos tecnológicos contemporáneos (Stagnaro, 2015) que a partir de ahora, pasamos a analizar.

LA EMPRESA “BOUTIQUE”³ Y LA MIRADA DE LOS CIENTÍFICOS DEVENIDOS EMPRESARIOS

La pesquisa desarrollada en Buenos Aires en una pequeña empresa biotecnológica dedicada a la investigación, desarrollo y fabricación de

³ Definición que hace referencia a las pequeñas empresas constituidas por científicos que realizan desarrollos biotecnológicos por encargo de terceros (Goldstein, 1989).

productos biotecnológicos para uso farmacéutico, proporcionó datos identitarios de sus fundadores, investigadores científicos provenientes del ámbito académico de la universidad pública. La idea original que tenían los fundadores en el momento inicial de sus actividades como empresa en el año 1990, era dedicarse a las tareas de investigación y desarrollo de productos biotecnológicos, para después ofrecérselos a la industria farmacéutica para su comercialización y venta. Pero las circunstancias del contexto forzaron el desvío de ese objetivo hacia otras direcciones. Ante la ausencia de una demanda legítima por parte del sector industrial, se vieron obligados a asumir la comercialización. Este cambio se presentó como un desafío, consistente en afrontar todos los estadios conducentes a obtener un producto apto para su uso como medicamento humano, con todos los requisitos de pureza y excelencia respecto de su calidad. También implicó conocer gran cantidad de disciplinas involucradas en este proceso: bioquímicas, químicas, farmacológicas y tecnológicas. En este sentido, los actores se reconocieron como mediadores entre la ciencia pura y la ciencia aplicada, adscribiéndose a esta última en el momento de definir su quehacer. También se promovieron como artífices de una interfase entre esos dos tipos de quehacer científico. El posicionamiento en el campo de la ciencia aplicada les permitía demandar específicamente el conocimiento necesario al sistema científico. La asunción de su formación científica y su participación en la cultura de la ciencia básica, los facultó para interpretar y traducir correctamente el paso hacia la esfera tecnológica, construyendo así un espacio de interfase entre los dos sistemas. Mientras por un lado se definían por sus objetivos e intereses como tecnólogos, efectuando transferencia de tecnología, dominando múltiples técnicas y aplicándolas a su actividad de desarrollo y producción de productos farmacéuticos finales; por el otro destacaban la importancia de “seguir haciendo ciencia” y de mantener una conexión directa con ella. Este juego de oposición en sus posicionamientos autoriza a pensar que, aunque marcaran una y otra vez las diferencias entre ciencia y tecnología, era su condición de científicos la que los habilitaba para transitar con éxito por un terreno ambiguo que definían como interfase.

No obstante ello, la adscripción consciente de los integrantes del laboratorio al mundo de la empresa biotecnológica y por ende al proceso de aplicación del conocimiento científico, redundó en una demarcación neta y en una extrañeza manifestada por sus miembros respecto de la esfera científica, otrora familiar. Una vez lanzados exitosamente a sobrepasar el profundo abismo existente entre el territorio científico y el territorio empresarial, y ya desde el lugar de empresarios, se vieron impelidos a tomar distancia de su *habitus* científico para ejercer o aparentar dominar la aplicación y posterior comercialización de los pro-

ductos biotecnológicos. En su contradictorio y apremiante aprendizaje del oficio de empresarios, ponían en juego constantemente su capital de conocimientos científicos, ya sea para controlar internamente los desarrollos científicos y tecnológicos realizados en la empresa, para actuar como mediadores entre ésta y la universidad, o para reclamar desde la posición de innovadores, fondos públicos destinados a la creación tecnocientífica. Así, por ejemplo, en el esfuerzo por asegurarse el control técnico de las actividades de investigación, el “lugar de potencia” en sus interpretaciones, se reforzó y legitimó al mismo tiempo el control político en las negociaciones empresariales, tanto internas como en sus relaciones con otros laboratorios y agentes privados y gubernamentales. Sus competencias científico-académicas constituyeron entonces el núcleo de mayor peso de sus aportes científicos específicos, otorgándoles autoridad para la negociación en la mesa de reunión. Sus aptitudes para el trabajo de “mesada”, sus capacidades actuales para “meter las manos” en el corazón del laboratorio de investigación, se consagran ahora en otra “mesada”, la de la negociación, investidas de poder decisorio, develando así la sutil combinación entre conocimiento y poder (Dreyfus y Rabinow, [1983] 2001).

Fue en esas arenas del mundo empresarial donde se sintieron incómodos e inestables. Caracterizaron a ese mundo como “más psicológico”, “flexible”, donde prevalecen las relaciones cara a cara, la confiabilidad, la negociación, la intuición y la subjetividad. Lugar donde no podían aplicar análogamente su forma de pensar científica, más rígida y formal y que por ello percibieron como ajeno a su primer *habitus* de pensamiento y acción (cf. Bourdieu y Wacquant, [1992]1995), realizando intensos esfuerzos para entender su lógica. Por tal motivo se propusieron formalizar la experiencia práctica adquirida como empresarios a través del acercamiento científico a ella, estudiándola en maestrías de administración empresarial, emulando de esa forma la cultura del *entrepreneur*, tan bien anclada entre los empresarios de base científica del primer mundo.

Con su mirada bidimensional de científicos y empresarios, observaron y registraron que sus capacidades técnico-científicas, si bien potentes en el momento de la toma de decisiones, ya no eran suficientes para administrar la ciencia, un negocio “sui generis”, donde habían elegido tener su propio proyecto sin estar sujetos a ningún empresario y tener un rol activo en la dirección de su empresa. Concretamente: ejercer plenamente la decisión política de qué hacer en el futuro. No estaban dispuestos a “volver atrás”, ya que el camino recorrido se presentaba en su imaginario retrospectivo como “difícil”, “incierto” y “doloroso”. Reconocían que, como científicos, habían sido creativos e innovadores y eran reconocidos en la comunidad científica por ello, como asimismo

por ser exitosos en el plano empresarial. Desde esta base se proyectaron al futuro, vislumbrando posibilidades y limitaciones. Su proyecto de emprender el desarrollo original de productos, a fin de constituir un polo de desarrollo específico e innovador y lograr el patentamiento de sus productos sin entrar en áreas de competencia con el primer mundo, conformando un “nicho” dentro del sector farmacéutico local, iba a ser drásticamente modificado por dos nuevas características: la nueva ley de patentes y la entrada de capitales extranjeros.

El contexto local de producción, bajo la influencia del modelo neoliberal que comenzaba a imponerse en la Argentina, propendió a la intensificación de las relaciones entre la ciencia y la industria e impulsó a los científicos a transformarse en empresarios (Arza, 2010, 2012). En consecuencia la propia universidad promovió la creación de estructuras de articulación y acercamiento y puso en vigencia un encuadre jurídico y reglamentario ya anticipado en los países industrializados, pero sin la existencia en nuestro caso de un polo industrial que demandara ciencia y tecnología. Por ello, los investigadores emprendedores, además de salir de las instituciones universitarias y de investigación para lanzarse al incierto mundo empresarial e industrial privado, deberían asumir todos los pasos productivos, desde el desarrollo “puro” hasta la comercialización del producto final, o en su lenguaje, hasta obtener el “frasquito final”. Tomar esa responsabilidad bajo las presiones de las demandas e imposiciones del campo económico, los acercó al modelo de la industria y en virtud de sus nuevos conocimientos relativos al “saber hacer” se emplazaron en un lugar de mediación, por su capacidad de traducir un lenguaje en otro. Ello a su turno, los colocó en una posición de poder, pues sabían actualizar y valorizar sus conocimientos científicos de modo de transformarlos en productos industriales de demanda social.

Este tipo de ensamblado empresarial, representó el punto culminante en la transformación extrema de la producción científica hacia un modelo industrial⁴, con la característica del sometimiento total a los intereses comerciales y la implicación también total de los científicos, ahora empresarios, en el proyecto empresarial y sus lógicas. La tensión resultante de la combinación de las prácticas científicas y comerciales se resolvió transformando el proyecto de ciencia aplicada o desarrollo en uno empresarial, y convirtiendo al propio científico en empresario. Este salto comprometido desde la ciencia aplicada hacia la empresa, si bien innovador en el medio local y receptor de las nuevas políticas científicas de aquel momento, tendientes a generar profundas mutaciones en el sistema nacional de investigación, tam-

4 Para el tratamiento de este proceso y la discusión sobre la autonomía científica y la mercantilización de la ciencia, ver Lamy y Shinn, 2006 y Gringras y Gemme, 2006.

bién expresó cierta rigidez para resolver la compatibilidad de las dos lógicas -la científica y la comercial-, al exponer de pleno a los investigadores a las presiones y reglas propias del campo empresarial, donde tenían la desventaja de ser aventureros recién llegados y en el mejor de los casos, “fundadores” adelantados.

Por otra parte se observó en los actores de este escenario social, un desplazamiento desde un *habitus* científico de origen hacia un *habitus* empresarial de destino. En él se hicieron presentes todas las metamorfosis necesarias para adquirir las posiciones y disposiciones de este último, que no se limitaron a los cambios operados en la dimensión institucional, sino que alcanzaron una transformación psicológica en los agentes al momento de dar cuenta de sus prácticas mercantiles actuales. La mercantilización de los investigadores que analizamos exigió una más íntima mutación subjetiva como condición para la internalización de la racionalidad económica propia del empresario de la ciencia. Su sistema de disposiciones y valores priorizó el interés económico por sobre el interés científico, marcando la discontinuidad entre actividad científica y oficio de empresario, no obstante lo cual no dejaron de valorizar la importancia científica de sus trabajos en el pasaje hacia la empresa. Al involucrarse en el proyecto empresarial más como empresarios que como científicos, se proyectaron con curiosidad en *terra incognita*, alejándose del mundo universitario y académico de formación para adentrarse en uno más amplio como lo es el económico. Sin embargo no perdieron de vista a la investigación académica, “es importante seguir teniendo una pata en la ciencia”, tenida como fuente de conocimientos y destrezas específicas susceptibles de ser puestas en valor en el mercado y que constituyen la garantía del control industrial.

LA EMPRESA MIXTA Y LA MIRADA DE LOS NUEVOS EMPRESARIOS EN LA UNIVERSIDAD

El segundo momento etnográfico (1996-1998) se desarrolló en otro tipo de ámbito tecnocientífico, el de una empresa incubada dentro de la universidad en la Provincia de Santa Fe. Dentro de ese contexto tuvimos la oportunidad de registrar la emergencia de una nueva configuración de investigación biotecnológica cimentada en la puesta a punto y desarrollo de un proyecto innovativo⁵, propuesto por un científico argentino con estudios de posdoctorado en Europa, en su búsqueda para reinsertarse en su país. Ésta finalmente se produce en un instituto universitario que había establecido precedentemente lazos cooperativos

⁵ El objetivo consistía en la instalación de un grupo de trabajo en el área biotecnológica con especialidad en cultivos celulares para llevar a cabo proyectos de desarrollos de sustancias biológicas con uso medicinal, por medio del desarrollo de nuevas tecnologías.

con un prestigioso instituto alemán de biotecnología. Por otro lado el proceso de incubación no estuvo exento de características agonísticas, manifestadas en las luchas y los conflictos que sostuvo nuestro interlocutor principal, a la sazón nuevo director de unos de los laboratorios del instituto de recepción, con el director precedente y también con las autoridades de la universidad, quienes lo rechazaban, ofreciendo serias resistencias a la implantación y desarrollo de su innovador proyecto. Entonces, ante sus estrategias de ingreso y posicionamiento en el campo, -consistentes en la participación de su grupo en la elaboración de proyectos, presentación en concursos de cargos, en la docencia ejercida en una nueva carrera de biotecnología, administración de fondos e interés científico en el desarrollo de su propio proyecto-, los actores científicos y burocráticos ya instalados y posicionados en él en forma dominante opusieron a cada una de esas instancias, acciones de impugnación. Frente a ellas, el investigador nuevo impulsó estrategias de denuncia y crítica, interpretadas como “subversivas” desde la lógica operante en el campo científico, propias de los “recién llegados” y antagónicas a las de “conservación” correspondientes a los ya bien posicionados (cf. Bourdieu, 1976). Dentro del juego de fuerzas, el nuevo director rechazó el orden establecido. La discusión que instauró acerca de la legitimidad de ese orden y la crítica respecto de las competencias y posiciones de los investigadores anteriormente instalados en el campo, como de sus carreras y trayectorias y autoridad científica, lo obligó a generar “apuestas” más costosas y arriesgadas, poniendo en juego para ello su *capital científico*, invirtiendo sus recursos y poderes sin esperar mayores beneficios a corto plazo.

Por otra parte, el director y su grupo, si bien enmarcados en la forma de empresa, se enfrentaron a la necesidad de participar en el *campo universitario*, dado su interés en integrarse a su orden institucional como docentes concursados, investigadores legitimados e innovadores reconocidos, para cumplir con la función específica de desarrollar sus prácticas científico-tecnológicas y producir conocimientos. En la liza para lograr una posición en este campo y el consecuente reconocimiento de ella, mostraron el capital científico acumulado en sus trayectorias y exhibieron asimismo una conducta pautada por el *habitus* correspondiente. El *habitus* universitario aquí señalado es considerado desde nuestra perspectiva como una forma especial del *habitus* académico, diferenciándose ambos del científico. Como principio organizador de las prácticas universitarias, dicho *habitus* refiere a potencialidades inscriptas en el cuerpo de los agentes, siendo moldeado éste constantemente por los efectos de la estructura objetiva del mundo social. Las *posiciones sociales* o lugares adquiridos y las *tomas de posi-*

ción o “elecciones” realizadas por los agentes sociales en los diferentes ámbitos de la práctica expresan también aquel principio.

En consecuencia los científicos investigados debieron construir para sí mismos un *habitus* empresarial –como hicieron primeramente con el *habitus* académico–, ya que estaban distantes de poseerlo. El *know how* de administración de empresas les era ajeno y desde el punto de vista estratégico, el único conocimiento que poseían era la existencia en la Argentina, en ese momento, de un área de vacancia en la producción de sustancias utilizadas como medicamentos para la salud humana mediante el uso de una tecnología biológica totalmente novedosa. A partir de este punto, vislumbraron la forma de consolidar el capital simbólico reunido en sus trayectorias profesionales y su encarnación en un proyecto de vida y trabajo. Como primer objetivo se impuso la organización de la empresa y la obtención de recursos materiales para el equipamiento del laboratorio.

Al reflexionar respecto de esas tareas, reconocían como aspecto positivo el espacio de libertad conseguido. En oposición a las representaciones más arraigadas respecto de la ciencia aplicada llevada a cabo en espacios privados, que remarcan el carácter rutinario y apremiante de la actividad, nuestros científicos valorizaron el espacio empresarial al apreciar algunos de sus rasgos de independencia e inmunidad frente a la burocracia universitaria.

La valoración de la independencia y libertad otorgada por el espacio formal de la empresa, se conectaba con la posibilidad de disponer de los materiales y equipamiento, en cualquier locus que ocuparan, ya sea universitario o no, y con la viabilidad de conseguir financiamiento privado en caso de tener que alejarse de las arenas universitarias, donde su posicionamiento estaba siempre cuestionado, a pesar del valor del capital científico puesto en juego.

El grupo de investigación se distinguió del resto de los actores del campo universitario por sus vinculaciones con el exterior, en particular con centros científicos de investigación de la entonces Comunidad Económica Europea, con quienes firmaron convenios de cooperación, transferencia y consolidación de proyectos que les permitieron adquirir equipamiento de gran valor tanto para la universidad como para su propia experimentación.

En el relato de su director encontramos no obstante, una apreciación contradictoria y paradójica respecto a la forma de percibir su actividad y la explicitación de sus metas. En él se trasluce la tensión propia de la dualidad del mundo científico donde conviven dos tipos de prácticas, la de investigación en la universidad y la de la demanda social. Los intereses puestos en juego en la comunidad universitaria

hacen palidecer los posibles intereses lucrativos, propios del mundo de los negocios o de la demanda social.

Desde el locus universitario el director estableció estrechas conexiones con el mundo industrial, participando activamente en él a través de relaciones de cooperación y asociación con otras empresas biotecnológicas y hasta conformando una de ellas dentro mismo del campo universitario, no obstante lo cual tampoco asumió el rol de empresario. Su experiencia en ambas esferas de actividad, lo ubicaba en un punto liminar al que definía como *interfase* entre universidad y empresa.

Dicha posición liminar o fronteriza entre aquellos dos mundos era percibida por el actor como contradictoria. Por un lado, la participación en actividades de investigación, la creación de un grupo y la generación de un espacio de formación. Por el otro, el desarrollo de actividades de científico-empresario con pragmatismo, teniendo en cuenta en sus proyectos, la posibilidad de “vender una molécula” en el mercado a precios competitivos, de “hacerla producir como una fábrica”, posibilitando el acceso al dinero y la rentabilidad e impacto social de su quehacer. Estas dos caras del “trabajo con ciencia” se complementaban en la capacidad de competir, ya sea en la ciencia básica o aplicada. La forma de competencia era limitada y a diferencia de la planteada por Callon (1995) no era libre, por no haber un acceso amplio e indiferenciado al mercado científico internacional, motivado entre otras cosas por la imposibilidad de sostener el desarrollo de una “ciencia de punta” altamente competitiva en el medio local. Ante tal panorama, a este científico le quedaba como opción replegarse -ya desde sus tiempos iniciales de formación y enculturación, aconsejado por sus directores de beca, del laboratorio o instituto - a hacer una ciencia de “segunda línea”, sabiendo de antemano que no podría ganar la carrera para obtener la primera publicación, la “primer foto” según la metáfora por él utilizada. Su estrategia entonces, invitaba a quedarse en los márgenes de la investigación científica avanzada, donde encontraba un *locus* específico que le permitía hacer una buena contribución, también original, susceptible de ser publicada, pero sin revestir el carácter de problemática “interesante” por su anticipo de novedad en la primera línea de investigación.

Las prácticas, discursos y valores relevados en la etnografía mostraron que el término “científico” no sólo es descriptivo de una actividad, sino que constituye una categoría cultural cargada de significados complejos y contradictorios, susceptibles de ser utilizados e interpretados por los interlocutores en el contexto social de actuación.

Como la teoría de las prácticas nos ha indicado, los agentes sociales actuaban en un espacio donde no se hallaban totalmente libres ni totalmente constrictos, participando tanto en la reproducción como en la transformación de los sistemas culturales. En virtud de que las

categorías culturales y las estructuras sociales no son esquemas rígidos o reglas, pudieron proveer diferentes recursos que los actores utilizaron y manipularon tanto en el plano de la acción como en el de la retórica.

En base a ello, interpretamos que el actor principal, el director del laboratorio, expresó en su accionar la crisis vivida acerca de su identidad social como científico, no pudiendo adscribirse íntegramente ni a la categoría cultural de científico ni a la de investigador básico, ni tampoco a la de tecnólogo pragmático. Esta ambigüedad identitaria se reflejó en sus objetivos contrapuestos, en sus prácticas y en su sistema de valores, los que operaron en campos sociales con lógicas diferentes: la universidad y la empresa biotecnológica. La multiplicidad y heterogeneidad de actividades, de disciplinas y conocimientos involucrados en esos campos, se entrelazaron y entraron en conflicto, originando así dudas en la interpretación del contexto cooperativo de la actividad tecnocientífica. Las tensiones, entonces, originadas en esa ambigüedad, no se resolvieron a favor de una sola dirección -o sea hacia un lado u otro de los campos-, sino que lo que se preservó es la *contradicción*. El juego cultural de la ambigüedad, permitió al director ubicarse entre dos mundos y moverse con facilidad traspasando sus fronteras, traduciendo bilateralmente sus distintos lenguajes, lo que le dio acceso a su vez a variados recursos de legitimidad, reteniendo la independencia y poder resultantes.

Esta posibilidad de actuar en los dos mundos, de viajar hacia adentro y hacia afuera de ellos, lo constituyó en un “embajador de la ciencia” (Zabusky, 1992), actuando como “guardián” de ella, dentro de la plataforma tecnológica que logró armar y recrear. Para mantener viva la llama del interés por las preguntas básicas, debió negociar entre intereses de parte, en beneficio y para la preservación de un espacio de actividad pura y desinteresada, que en su imaginario no debía desaparecer arrasada por la lógica pragmática.

En el espacio liminar y fronterizo que ocupaba entre mundos estructurados con lógicas opuestas, creó ambigüedad en los intersticios de las estructuras, utilizándolas y explotándolas en sus prácticas, de modo consciente o inconsciente y expresándolas directamente (interfase) o indirectamente en sus expresiones discursivas.

Como personaje liminar siempre corre el riesgo de desaparecer, dada la dificultad atribuida a los tipos liminares en ser caracterizados y capturados en términos clasificatorios. Al no conseguir la contención del medio universitario local, buscó el apoyo en la arena científica internacional y asimismo en la empresarial, protectoras ambas de su emprendimiento de investigación, desarrollo e innovación local, con el objetivo de consolidar sus proyectos.

A diferencia de los integrantes del primer laboratorio presentado, quienes se excluían de la comunidad científica definiéndose como empresarios (“no somos científicos, dejamos de hacer ciencia”), el director del segundo, se adscribió a la categoría cultural de científico a partir de la cual identifica “hacer ciencia” con hacer ciencia *básica*. No se excluyó de la comunidad académica, trabajando dentro de ella en ciencia básica y aplicada y generando transformaciones dentro de la esfera universitaria, al introducir formas de organización y valores propios de la industria. Resolvió así en parte las tensiones surgidas de la oposición academia- industria.

La iniciativa se inscribió en una época en que la política científica nacional alentó los procesos de valorización económica de los proyectos científicos innovadores, favoreciendo los modelos de privatización y mercantilización de la ciencia. Así se promulgaron en nuestro país leyes de innovación científico-tecnológica de rango nacional y provincial, organizándose de tal modo el armado de estructuras que incitaban a promover la vinculación entre las universidades y las empresas en ellas incubadas. Dentro de aquellas nuevas estructuras se dispusieron normas que favorecieron y beneficiaron los nuevos posicionamientos de los investigadores de vanguardia. El estatus de *incubadores* fue reconocido legalmente en este nuevo espacio, para lo cual se tuvo que facilitar a los profesores, docentes e investigadores públicos de las universidades o centros de investigación nacional o provincial, el desempeño simultáneo como directores de empresas creadas por ellos a fin de aumentar la importancia de los proyectos e investigaciones llevados a cabo en el ejercicio de sus funciones⁶.

En este contexto, el director del laboratorio y creador de la empresa manifestó un tipo de compromiso empresarial que a pesar del levantamiento de las vallas institucionales y a diferencia de los casos anteriores, se caracterizó por no invalidar su identidad de investigador, quedando en consecuencia a resguardo su trayectoria científica. A partir de su posición particular interpretó las prácticas científicas y económicas haciendo tanto diferenciaciones como aproximaciones. De tal modo le concedió a la distinción histórica entre “ciencia básica” y “ciencia aplicada” un efecto esquematizante y formador, pero a su vez irrelevante a la hora de hacer elecciones temáticas en el marco de la práctica científica local. En su lugar, lo que surgió como determinante fue la capacidad restringida para competir local o globalmente. Enton-

6 De la amplia literatura internacional que trata los procesos de privatización de la ciencia ver: Nowotny, H. , P. Scott and M. Gibbons, 2001; Teitelman, R., 1989; Kenney, M., 1986; Kornberg, A ,2001 y Lamy, E. y T. Shinn 2006. Para el contexto local ver: Correa, C. y colaboradores,1996; Bercovich, N. y J. Katz,1990; Bisang, R, Gutman,G, Lavarello,P, Sztulwark, S. y Díaz, A Comp.2006; Arza, V y Vázquez, C. 2010.

ces, las categorías nativas de “ciencia de punta” y ciencia de “segunda línea”, representativas de las prácticas científicas y tecnológicas resultantes de la división internacional del trabajo, vinieron a sustituir las distinciones anteriores. Así resignificaron desde el locus propio a las lógicas cosmopolitas.

La investigación reveló como característica más destacada en la fundación de la empresa por parte del director e investigador principal del equipo universitario, la búsqueda preferente de beneficios de orden científico y tecnológico por sobre las utilidades y provechos comerciales, contrariamente a lo que indicaría el sentido común empresarial. En consecuencia se observó un bajo nivel de mercantilización del investigador fundador y de su grupo y un bajo compromiso empresarial. Su figura de investigador universitario y creador de la empresa, no coincidió del todo con la representación extrema del científico ligado a la búsqueda desinteresada de conocimiento, recluso en lo recóndito en su laboratorio universitario resguardando las normas y los valores de la comunidad científica frente a la penetración de las lógicas económicas. Pero tampoco, por otra parte, con la del científico perteneciente a la industria, abierto al mundo visible de la empresa y sujeto a sus condiciones.

Nuestro análisis mostró que la oportunidad de crear una empresa no surgió directamente de un condicionamiento económico sino de la percepción de la conveniencia de esa creación como dispositivo favorable para el desarrollo del proyecto de investigación y la estabilidad y reproducción social del grupo de científicos. La explicación dada por el director es elocuente: “generamos la empresa como herramienta para conseguir fondos”. Por ello es que el proyecto empresarial implícito depende para su coronación del valor científico de los resultados obtenidos y por consecuencia el interés mayor descansa en este último por encima del valor atribuido a la expansión económica.

La participación del equipo científico, y en especial su director, en la gesta y desarrollo de un proyecto empresarial dentro del campo universitario, ha sido beneficioso para el desenvolvimiento exitoso del programa científico y para el estilo de trabajo de investigación, basado en la disposición de avanzado y refinado equipamiento (por ejemplo un biofermentador de modelo inexistente en ese momento en América Latina). Con esa base tecnológica las prácticas de laboratorio experimentaron grandes cambios, abriéndose nuevas vías investigativas, estimulando el planteo de nuevos problemas, intercambios y colaboraciones, ampliando en general el horizonte hacia nuevos perfiles innovativos y aumentando su visibilidad y reconocimiento. Desde otra perspectiva, la creación de la empresa facilitó asimismo la constitución, consolidación y reproducción social del grupo, el mantenimiento y so-

porte de sus carreras y trayectorias, al generar autonomía y control en los recursos financieros, superando las asfixias de financiación y remuneración impuestas por las políticas y gestiones universitarias en boga.

En relación a la posibilidad de conformación de un *habitus* empresario, resultado de la creación de la empresa como contexto de actuación, podemos afirmar que en el caso de Santa Fe no se llegó a organizar como sistema de percepciones y disposiciones. Sí, fue de interés por parte del director demostrar al campo universitario su capacidad de forjar y reflejar una imagen de empresario de la ciencia y de espíritu de empresa, dirigida a los que la quieran ver, pero no absorbida interna ni culturalmente. Por ello exteriorizó una máscara empresarial para preservar los dominios donde podía ejercer su *habitus* científico y universitario, pero no el empresario. Este hallazgo nos dio pie para criticar, en base a las características presentadas en nuestro ejemplo, las posiciones que conciben a la ciencia, la tecnología, la industria y la empresa como esferas de actividad indiferenciadas, en virtud de lo cual el proceso de mercantilización operado dentro de las instituciones científicas se disemina hasta llegar a impregnar las prácticas y disposiciones de los investigadores, quienes se transformarían en empresarios. Por el contrario el ejemplo demostró que el artificio ideado para evitar tal mutación, tiene por objetivo “venderse hacia el afuera como empresarios” para conservar y custodiar, en alguna medida y por algún tiempo, el fuego sagrado de la investigación científica. Al examinar en el presente caso los rasgos y matices de la transformación experimentada en la identidad de los investigadores, nos encontramos con la permanencia de un perfil de científico creador de empresas, débilmente embarcado en la aventura empresarial, y no obstante aún ligado y aferrado a la forma de vida académica y universitaria. El espíritu de empresa no es tan atractivo como las teorías de las nuevas lógicas científicas aspiran a presentarlo.

EL INSTITUTO PÚBLICO Y LAS MIRADAS CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

En el tercer caso bajo análisis, el de un instituto de investigación estatal en la Provincia de Tucumán, la forma de coordinación de las prácticas científicas, tecnológicas y comerciales observadas⁷ manifestó un alto grado de heteronomización disciplinar y una intersección adelantada en el tiempo entre la esfera de investigación aplicada y su transferencia tecnológica de origen público, por un lado, y entre la esfera de producción comercial y su relación con la industria, por el otro. Su historia de transformaciones se inició desde un comienzo como “cultura de pro-

7 El trabajo de campo se llevó a cabo en varias visitas entre 1999 y 2006.

ducción” a gran escala de microorganismos en procesos industriales (planta piloto), para luego incorporar un área biotecnológica de desarrollo de los resultados de la investigación “significativa” y su articulación con el sector industrial local nacional e internacional.

Estos antecedentes, se unían a la amplia experiencia del instituto en vincularse con distintos tipos de instituciones públicas y empresas nacionales e internacionales de relevancia, lo que manifestaba a su vez una orientación firme hacia la valorización económica de su producción científica y tecnológica. De este modo los integrantes del instituto, si bien anclados en un ámbito académico y en un sistema de investigación pública, estaban familiarizados con las prácticas tecnológicas y productivas. Por ello, en tanto investigadores enculturados en tradiciones científicas e ingenieriles, no apelaban –como en los otros dos casos- a las categorías nativas distintivas entre “ciencia pura”, “ciencia aplicada” y “tecnología” para definiciones cognitivas de sus quehaceres, restándoles importancia en tal sentido. Tenían incorporadas las dos lógicas y desarrollaban sus prácticas en base a esa versatilidad adquirida, sin mayores deslices o conflictos.

El director, por ejemplo, resaltaba el perfil ingenieril de su instituto para explicar el aporte al surgimiento de líneas de investigación diversas, el desarrollo de capacidades científicas y profesionales involucradas con la mejora de los dispositivos experimentales y el “control de calidad”. Asimismo el contacto con la industria, contribuyó positivamente a la valoración social y la regularidad en la ejecución de proyectos profesionales de investigadores, becarios y técnicos y a su tiempo de trabajo en el laboratorio. En cuanto a los proyectos científicos, la totalidad de los investigadores tenía una percepción positiva de los efectos de su implicación en el proyecto productivo respecto del trabajo de investigación, por la posibilidad de abrir líneas de investigación imprevistas, estimular otro tipo de pensamiento creativo y en especial poder disponer de equipamientos y dispositivos cada vez más actualizados. En general los científicos afirmaban obtener beneficios científicos y profesionales de su implicación con el sector productivo, traducido en un aumento del reconocimiento por parte de la comunidad científica al realizar transferencias tecnológicas de utilidad industrial y viceversa, por el retorno de beneficios económicos de la industria hacia el laboratorio, que se traducían en el mantenimiento y sostenimiento de distintos tipos de investigaciones.

Desde el punto de vista del director, el balance de la combinación de las actividades productivas y científicas era altamente positivo porque había, como hemos descripto, reciprocidad de beneficios de unas con las otras. Los roces e incompatibilidades que podían surgir eran minimizados en sus efectos, ante la capacidad de subsistencia y de re-

producción social conferida por la producción industrial por fermentación a gran escala y los desarrollos en fisiología microbiana.

La aproximación al estudio de los grupos de investigación permitió identificar la forma en que los científicos pensaban la vivencia de hacer ciencia en el laboratorio, que fue en base a la categoría *trabajo*, representativa de las diferentes dinámicas adoptadas, la presencia fuerte de una división de tareas interna y un sistema de jerarquías en su interior. La categoría *trabajo*, en este contexto, apela asimismo a la valorización del quehacer científico con objetivos de satisfacción de necesidades locales. Por ello “hacer bien las cosas” ya no significaba someterse a las reglas de la ciencia básica o aplicada, sino en desplazar las prioridades temáticas y objetivos impuestos desde lógicas externas provenientes del sistema internacional y atraer financiación hacia los temas relacionados a problemáticas regionales relevantes. Dicha categoría coincidió con la utilizada por los científicos en Santa Fe de “trabajar con ciencia” en nichos originales pero de “segunda línea” y de abstenerse de competir en temas seleccionados por la comunidad internacional.

En la interpretación de la categoría “trabajo” convocamos al concepto de *sistema experimental* (Rheinberger 1977) para dar cuenta de la interconexión entre los objetos científicos y sus condiciones técnicas y sociales de producción. Es sólo dentro de estos *sistemas* o unidades concurrentemente locales, individuales, sociales, institucionales, técnicas, instrumentales y epistémicas donde se genera una dinámica propia y específica, en la que los investigadores se muestran reflexivos acerca de las características de sus objetos de indagación. En este contexto los pensamientos y evaluaciones de los investigadores contemplan la reformulación de sus objetivos a fin de dar respuesta a las preguntas relevantes que emanan del ámbito local.

En Tucumán se configuró un tipo de ensamblado heterogéneo y divergente de prácticas científicas con marcada tendencia aplicada hacia el sector productivo. Estas mostraron gran complejidad y diversificación en cuanto a objetivos e intereses, más afín a un tipo de cultura transversal (Shinn y Joerges, 2002; Shinn y Ragouet, 2005) que a una disciplinar o institucional, cuya práctica de investigación estaba moldeada por un *habitus productivo*. Dicho *habitus* motivaba a los investigadores de esa institución pública a participar y relacionarse con agentes del sector industrial, combinando rasgos académicos y empresariales en el contexto local.

En ese sentido comprobamos que el compromiso científico o tecnológico no los llevaba a jerarquizar *ab initio* sus trabajos en virtud de su importancia científica o económica, pudiendo desarrollar sus proyectos microbiológicos y biotecnológicos sin mayor contradicción, com-

plementándose y confluyendo en ciertos puntos de unión. Articulaban así también los proyectos productivos con las empresas interesadas en un movimiento de acercamiento y distanciamiento entre las fronteras de la investigación y las de lo empresarial, reconociendo que estos eran campos con lógicas diferentes que era importante mantener separadas. No obstante lo cual se exponían a las imposiciones de cada una de esas lógicas y a partir de ese punto optaban por una actitud flexible de avances y retrocesos sin intentar reducir la una a la otra, sino más bien producir una dinámica que contemplase a ambas y aflojara las tensiones a través de la expansión de orientaciones, capacidades y desempeños.

En la fluctuación entre la investigación científica y la vinculación con el sector empresarial se observó la libertad de los investigadores para declarar su vocación por la investigación, sin subestimar la importancia de los factores económicos, y mostrar su talento para establecer contactos con el mundo empresarial sin llegar a incorporar un grado de mercantilización importante. La inclinación hacia esos contactos no se basó en que confirieran una validez intrínseca a ese tipo de vinculación, sino más bien en la conveniencia de articular colaboraciones puntuales con la industria. De tal forma se aseguraban la reproducción social de los grupos de investigación existentes en el instituto y su mejoramiento profesional, a través del aumento de los recursos financieros y de los fondos de origen privado.

A diferencia de los empresarios científicos de Buenos Aires, los científicos de Tucumán no se sometieron a la autoridad irrestricta de las lógicas empresariales. Solo se desarrolló el contacto con la industria, cuando se tuvo en cuenta la eficacia de los modelos de colaboración. En contraste con el caso de Santa Fe, no necesitaron instrumentalizar la relación con empresas para asegurar fines científicos y proyectos individuales, ya que gozaron de posicionamientos profesionales más estables en su institución. Vistos en perspectiva, lucen como los más exitosos en lograr una relación equilibrada entre los aspectos científicos y comerciales de sus proyectos, sin poner en riesgo a ninguno de ellos, alternando momentos, estableciendo fronteras y definiendo su identidad a cada instante.

El estudio de los casos presentados desde nuestra perspectiva de antropología de la ciencia, permitió recomponer los detalles y peculiaridades del trayecto científico y comercial de los proyectos implicados, dar cuenta de las fuerzas y movimientos de las diferentes dinámicas que animaron las prácticas concretas e interpretar el significado de las actuaciones de los sujetos en los distintos tipos de ensamblados identificados. Dicha tarea tuvo como objetivo mostrar cómo bajo un mismo modo de restricción estructural, como lo fue la etapa neoliberal de la década de 1990 y sus efectos e implicaciones en las políticas y direccio-

namientos diseñados en el campo de la ciencia, la tecnología y la innovación, emergieron distintos tipos de configuraciones o ensamblados de conocimientos, prácticas de investigación y prácticas comerciales. Éstas respondieron diferentemente al avance de las tendencias privatizadoras de la economía. En el campo científico dichas tendencias se expresaron por el impulso hacia la mercantilización de las prácticas públicas, privadas o mixtas de investigación.

En tal medida, dichos ensamblados expresaron la complejidad científica, técnica y productiva de la investigación biotecnológica y de las interacciones entre el sector público de investigación y el privado de producción en el período analizado. Consideramos que su estudio ayudó por otra parte a retratar los perfiles de carne y hueso del universo concreto, particular e idiosincrásico de la innovación científica realizada en el país en el momento histórico referido, generalmente ausentes en los abordajes macro analíticos económicos tenidos en cuenta a la hora del trazado de las políticas públicas en ciencia y tecnología.

Al estar la Argentina inmersa en el presente sistema global de intercambios, que es a su vez un sistema global de desigualdades, la imagen de la ciencia y de la tecnología que sustenten las políticas públicas en ciencia, tecnología e innovación productiva jugará un rol crucial para determinar formas de acceso a los recursos, creación de riquezas y autonomía en el país. Confiamos en que el estudio antropológico, basado en el trabajo a escala personal con detalle de matices y particularizaciones, contribuya a una más profunda comprensión de las características especiales y el dinamismo de la investigación biotecnológica en el período estudiado.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguiar, Diego 2009 *Construcción social de tecnologías intensivas en conocimiento en la Argentina. Un abordaje socio-técnico sobre el campo de la Biotecnología orientada a la salud humana: El caso Bio Sidus S.A. (1975-1990)*. Tesis de Maestría. Università di Bologna y Universidad Nacional de Tres de Febrero.
- Arza, Valeria y Dutrenit, Gabriela 2010 "Interactions between Public Research Organizations and Industry in Latin America. A Study from the Perspective of Firms and Researchers" en *Technical Change: History, Economics and Policy. A Conference in Honour of Nick von Tunzelmann*. University of Sussex: 1-27
- Arza, Valeria y Vázquez, Claudia 2010 "Interactions between Public Research Organizations and Industry in Argentina" en *Science and Public Policy*, Vol. 37, N° 7, 499-512

- Arza, Valeria y Carattoli, Mariela 2012 "El desarrollo de la biotecnología y las vinculaciones público-privadas, una discusión de la literatura orientada al caso argentino" en *Realidad Económica* N° 266, 49-71
- Bercovich, Néstor y Katz, Jorge 1990 *Biotechnología y Economía Política: Estudios del Caso Argentino* (Buenos Aires: Centro Editor de América Latina).
- Biagioli, M. 1998 "The Instability of Authorship: Credis and Responsibility in Contemporary Biomedicine" en *The FASEB Journal*, Vol. 12, N° 13-16.
- Bisang, Roberto; Gutman, Graciela E; Lavarello, Pablo; Sztulwark, Sebastián y Díaz, Alberto (Compiladores) 2006 *Biotechnología y desarrollo. Un modelo para armar en la Argentina* (Buenos Aires: Prometeo).
- Bourdieu, Pierre 1976 "La spécificité du champ scientifique et les conditions sociales du progrès de la raison" en *Actes de la Recherche en Sciences Sociales* N° 2/3. 88-104.
- Bourdieu, Pierre [1994] 1997 *Razones prácticas. Sobre la teoría de la acción* (Barcelona: Anagrama).
- Bourdieu, Pierre 1991 *El sentido práctico* (Madrid: Taurus).
- Bourdieu, Pierre [2001] 2003 *El oficio de científico. Ciencia de la ciencia y reflexividad* (Barcelona: Anagrama).
- Bourdieu, Pierre [1984] 2008 *Homo academicus* (Buenos Aires: Siglo XXI).
- Bourdieu, Pierre y Wacquant, Loïc J.D. [1992] 1995 *Respuestas. Por una antropología reflexiva* (México: Grijalbo).
- Callon, Michel 1995 "Four Models for the Dynamics of Science" en Jasanoff, S., Markle, G., Petersen, J. y Pinch, T. (Editores) *Handbook of Science and Technology Studies* (London: Sage).
- Correa, Carlos M. et al. 1996 *Biotechnología: Innovación y Producción en América Latina* (Buenos Aires: Centro de Estudios Avanzados, Oficina de Publicaciones del Ciclo Básico Común. Universidad de Buenos Aires).
- Dreyfus, Hubert y Rabinow, Paul. [1983] 2001 *Michel Foucault: más allá del estructuralismo y la hermenéutica* (Buenos Aires: Nueva Visión).
- Galison, Peter 1987 *How experiments end* (Chicago/London: The University of Chicago Press).

- Gingras, Yves et Gemme, Brigitte 2006 "L'emprise du champ scientifique sur le champ universitaire et ses effets" en *Actes de la recherche en sciences sociales* N° 164, 50-60.
- Goldstein, Daniel 1989 *Biotecnología, universidad y política* (México: Siglo XXI).
- Hacking, Ian. [1983] 1997 *Representing and intervening: Introductory topics in the philosophy of natural science* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Kornberg, Arthur. [1995] 2001 *La hélice de oro. Aventuras biotecnológicas: el recorrido de la ciencia a los negocios* (Bernal: Universidad Nacional de Quilmes).
- Kreimer, Pablo 2010 *Ciencia y Periferia. Nacimiento, muerte y resurrección de la biología molecular en la Argentina* (Buenos Aires: Eudeba).
- Kenney, Martin 1986 *Biotechnology: The University-Industry Complex* (New Haven: Yale University Press).
- Lamy, Erwan y Shinn, Terry 2006 "L'autonomie scientifique face à la mercantilisation. Formes d'engagement entrepreneurial des chercheurs en France" en *Actes de la recherche en sciences sociales*, 2006/4, 23-50.
- Nowotny, Helga, Scott, Peter and Gibbons, Michel 2001 *Re-Thinking Science: Knowledge and the Public in an Age of Uncertainty* (Cambridge: Polity Press).
- Rabinow, Paul 1992 "Severing the Ties: Fragmentation and Dignity in Late Modernity" en David Hess y Linda Layne eds. *Knowledge and Society: The Anthropology of Science and Technology* (Londres: JAI Press).
- Rabinow, Paul 2008 *Marking Time. On The Anthropology of the Contemporary* (Princeton/Oxford: Princeton University Press).
- Rheinberger, Hans Jörg 1997 *Toward a History of Epistemic Things* (Stanford: Stanford University Press).
- Shinn, Terry 2000 « Formes de division du travail scientifique et convergence intellectuelle » en *Revue française de sociologie* 41. 447-473.
- Shinn, Terry y Joerges, Bernward 2002 « The transverse science and technology culture: dynamics and roles of research-technology » en *Social Science Information* (London : Sage).

- Shinn, Terry y Ragouet, Pascal 2005 *Controverses sur la science. Pour une sociologie transversaliste de l'activité scientifique* (Paris: Éditions Raisons D'Agir).
- Stagnaro, Adriana A. 2015 *Ciencia a Pulmón. Etnografías de laboratorios argentinos de biotecnología* (Buenos Aires: CICCUS).
- Teitelman, Robert 1989 *Gene Dreams: Wall Stree, Academia and the Rise of Biotechnology* (New York: Basic Books).
- Vaccarezza, Leonardo y Zabala, Juan Pablo 2002 *La construcción de la Utilidad Social de la Ciencia* (Bernal, Provincia de Buenos Aires: Universidad Nacional de Quilmes).
- Wacquant, Loïc 2009 "Habitus as topic and Tool: Reflexions on becoming a Fighter" en William Shaffir, Anthtony Puddephatt y Steven Kleinknecht (eds.) *Ethnographies Revisited* (New York: Routledge).
- Zabusky, Stacia 1992 "Multiple Contexts, Multiple Meanings: Scientist in The European Peace Agency" en David Hess y Linda Layne (eds.) *Knowledge and Society: The Anthropology of Science and Technology* (Londres: JAI Press).

SOBRE LOS AUTORES

FEDERICO BRIOZZO

Docente investigador de la Universidad Nacional de Chilecito, donde ha sido además Director del Centro de Medios y de Comunicación Institucional durante ocho años. Es Licenciado en Comunicación Social por la Universidad Nacional de La Plata y Magíster en Ciencia, Tecnología y Sociedad por la Universidad Nacional de Quilmes. Esta Maestría ha sido el marco en el cual se desarrolló la investigación sobre la emergencia de la medicina nuclear en Argentina. Acaba de finalizar el Máster en Dirección de Comunicación de la Universitat Pompeu Fabra (Barcelona) y es alumno del Doctorado en Comunicación de la misma Universidad. Actualmente se preocupa por comprender la gestión de la comunicación en los procesos de innovación en robótica.

ADRIANA FELD

Historiadora (UBA), Magíster en Ciencia, Tecnología y Sociedad (UNQ) y Doctora en Ciencias Sociales (UBA). Investigadora asistente del CONICET y adscripta del Centro CTS (U. Maimónides). Es también docente de grado de la Universidad Nacional de San Martín y profesora de posgrado de la Universidad Nacional de La Plata. Su línea de investigación es la historia de las políticas de ciencia y tecnología en la Argentina: modelos institucionales, transferencia de paradigmas inter-

nacionales, ideas e intereses de actores claves y comparación con otros países latinoamericanos. Ha publicado diversos artículos sobre el tema en revistas y libros nacionales y extranjeros. Recientemente ha obtenido el Premio “Amílcar Herrera” (categoría “investigador senior”) de la Asociación Latinoamericana de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología por su libro “Ciencia y política(s) en la Argentina: 1943-1983” (Bernal, UNQ, Colección CTS).

HUGO FERPOZZI

Sociólogo, doctorando en Ciencias Sociales y docente de la Universidad de Buenos Aires. Investigador doctoral CONICET en el Centro CTS. Sus intereses de investigación se relacionan con la producción y los usos sociales del conocimiento en el contexto de la genómica y la biomedicina, y con los conocimientos abiertos orientados a la resolución de problemáticas sociales.

SUSANA V. GARCÍA

Es Licenciada en Antropología y Doctora de Ciencias Naturales por la Universidad Nacional de La Plata, especializada en Historia de las Ciencias. Se desempeña como Investigadora adjunta del CONICET en el Archivo Histórico del Museo de La Plata (Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP). Ha publicado varios trabajos vinculados con la historia de la enseñanza de las ciencias naturales, los museos escolares y las investigaciones zoológicas en la Argentina, entre otros temas. Sus investigaciones actuales se focalizan en la historia de las ciencias naturales y las investigaciones marinas, prestando atención a la explotación de los recursos del Atlántico Sur a lo largo del siglo XIX y primera parte del siglo XX.

CECILIA GÁRGANO

Doctora en Historia por la Universidad de Buenos Aires (UBA), becaria posdoctoral (CONICET), docente de la Escuela de Humanidades e investigadora del Centro de Estudios de Historia de la Ciencia “José Babiñi”, Universidad Nacional San Martín (UNSAM). Se dedica al análisis de la producción y apropiación de conocimiento científico orientado al agro, en perspectiva histórica. Sus últimos artículos son “Semillas, ciencia y propiedad. Una mirada al ciclo de producción de conocimiento en el INTA de Argentina”, REDES (2016) y “Continuidades y rupturas

en el complejo científico-tecnológico 1976-1983. Ciencia, tecnología y dictadura en Argentina”, *Contemporánea* (2015). Desde el 2014 dirige un Proyecto INTA-CONICET, surgido de su investigación doctoral, y desde el 2016, el Proyecto PICT “Ciencia y Política en Argentina: producción pública de semillas y apropiación privada de conocimiento”.

MATTHIEU HUBERT

Es investigador del CONICET, Dr. en sociología de la Universidad de Grenoble en Francia. Sus investigaciones se enmarcan en el campo de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología, focalizando actualmente sobre las infraestructuras científicas, los riesgos tecnológicos y la internacionalización de las políticas públicas de ciencia y tecnología. Realizó en particular investigaciones en el campo de las nanociencias y nanotecnologías en Argentina y Francia (en Grenoble como becario doctoral, y en París como becario postdoctoral de la EHESS). Publicó recientemente el libro *Partager des Expériences de Laboratoire. La Recherche à l'Épreuve des Réorganisations* (Editions des Archives Contemporaines).

PABLO KREIMER

Sociólogo y Dr. en “Science, technologie et société”. Investigador Principal del CONICET, Profesor Titular de la Universidad Nacional de Quilmes, y Director del Centro CTS (Universidad Maimónides). Se especializa en sociología política de la ciencia: dinámica de instituciones y campos científicos, internacionalización de la ciencia, y las relaciones entre producción y uso de conocimientos científicos. Sus últimos textos son: “Co-producing Social Problems and Scientific Knowledge: Chagas Disease and the Dynamics of Research Fields in Latin America”. *Sociology of Science Yearbook* (2015); “Los mitos de la ciencia: desventuras en las prácticas científicas, los estudios sobre la ciencia y las políticas científicas”. *Nomadas*, Nro. 41. (2015); “Perspectivas latinoamericana en el estudio social de la ciencia y la tecnología” México, Fondo de Cultura (2014).

GABRIEL MATHARAN

Es Licenciado en Historia (UNL), Magister en Ciencia, Tecnología y Sociedad (UNQ) y Doctor en Ciencias Sociales y Humanas (UNQ). Se desempeña como profesor en varias universidades. Perteneció al Centro

Ciencia, Tecnología y Sociedad (Universidad Maimónides). Su interés de investigación gira en torno a la historia de la conformación de la química como disciplina en la Argentina y en América Latina. Además aborda problemas relacionados con la democratización del conocimiento científico. Actualmente se desempeña como director de la Red Latino-Americana de Investigación en Educación Química (ReLAPEQ).

ADRIANA A. STAGNARO

Antropóloga. Doctora en Antropología Social por la Universidad de Buenos Aires. Profesora de la cátedra de Epistemología y Métodos de la Investigación Social en la Carrera de Ciencias Antropológicas de la Facultad de Filosofía y Letras y de Epistemología de las Ciencias Sociales en la Carrera de Trabajo Social, Facultad de Ciencias Sociales de la UBA. Como investigadora del Instituto de Ciencias Antropológicas de la Facultad de Filosofía y Letras fue una de las iniciadoras de la Antropología de la Ciencia y la Tecnología, especialidad sobre la que ha escrito artículos y capítulos de libros y sobre la que ha orientado su investigación, siendo su última publicación “Ciencia a pulmón. Etnografías de laboratorios argentinos de biotecnología”. 2015. Buenos Aires, Ciccus.

OSCAR VALLEJOS

Docente e investigador de la Universidad Nacional del Litoral. Profesor de Ciencia, Tecnología y Sociedad en la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas de la UNL. Profesor de Epistemología e Historia de la Matemática y de Epistemología e Historia de la Lingüística en la Facultad de Humanidades y Ciencias de la UNL. Miembro del Centro de Estudios Comparados de la Universidad Nacional del Litoral. Miembro del Comité Editorial de la Revista El Hilo de la Fábula.

Actualmente dirige el Proyecto de Investigación “Régimen epistémico, instituciones y disciplinas: un estudio CTS de las actividades científicas y tecnológicas en Argentina. Período 1940-1980.” Proyecto evaluado y financiado por el programa CAI+D de la Universidad Nacional del Litoral.