

**CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN.**  
**Textos en clave de desarrollo soberano**

FILOSOFÍA  
EPISTEMOLOGÍA  
SOCILOGÍA  
**CIENCIA**  
DESARROLLO  
TECNOLOGÍA  
ECONOMÍA

**SOBERANÍA**

ANTROPOLOGÍA  
Medio  
Ambiente

CONOCIMIENTO  
**DEBATE**

# **Ciencia, Tecnología e Innovación.**

**TEXTOS EN CLAVE DE DESARROLLO SOBERANO**

Kneeteman, Gastón

Ciencia, Tecnología e Innovación : textos en clave de desarrollo soberano /  
Gastón Kneeteman. - 1a ed. - Adrogué : Universidad Nacional Guillermo Brown, 2023.  
220 p. ; 24 x 17 cm.

ISBN 978-631-90004-5-0

1. Sociología de la Ciencia. 2. Epistemología. 3. Soberanía. I. Título.  
CDD 301.072

Los textos que se reproducen en el presente volumen y que corresponden a diversos autores se utilizan con fines meramente pedagógicos. La UNaB agradece el aporte de lxs autorxs que, en forma desinteresada, cedieron los derechos de sus obras.

## AUTORIDADES DE LA UNAB

### RECTORADO

#### Rector

Lic. Pablo Matías Domenichini

#### Vicerrector

Lic. Facundo Nejamkis

### SECRETARÍAS

#### Secretaría Académica

Andrés Gilio

#### Secretaría General

Stella Salamone

#### Secretaría Económico Administrativa

Diego Otero

#### Secretaría de Extensión y Bienestar

Ignacio Jawtuschenko

## Índice

	Pág.
Kneeteman, Gastón. Ciencia, Tecnología e Innovación. “Pensar y actuar en contexto, debates políticos y económicos”.....	5
Kneeteman, Gastón. Fragmentos escogidos de Oscar Varsavsky. Notas para una política científica nacional.....	17
Hurtado, D. & Zubeldía, L. Desarrollo, ciclos neoliberales y procesos de desaprendizaje en América Latina.....	71
Gianella, Carlos. Sociedad del conocimiento. Ciencia, Tecnología e Innovación. El conocimiento aplicado a la solución de problemas.....	86
Thomas, Hernán. Sistemas Tecnológicos Sociales y Ciudadanía Socio-Técnica.....	93
Thomas, Hernán. Tecnologías para la inclusión social en América Latina: de las tecnologías apropiadas a los sistemas tecnológicos sociales. Problemas conceptuales y soluciones estratégicas.....	115
Jawtuschenko, Ignacio. La problemática ambiental como oportunidad para el desarrollo tecnológico local.....	169
Sobre el equipo autoral.....	183

## Ciencia, Tecnología e Innovación. “Pensar y actuar en contexto, debates políticos y económicos”

A modo de introducción de la compilación que se presenta

*Por Gastón Kneeteman*

¿Cuál es el propósito de la compilación que se propone al lector? Como lo entendemos, resulta central comprender la forma en que se construye el conocimiento y de qué manera las diferentes aristas que lo componen logran legitimarse. De esta forma, en términos sociológicos es importante comenzar señalando que es en el proceso de las prácticas culturales donde las diferentes sociedades construyen discursos que permiten explicar y validar, además de apropiarse de los conocimientos propiamente científicos. La sofisticación de las distintas herramientas tecnológicas aborda desde el desarrollo de una forma precisa de lenguaje y formas convenientes de agricultura (según la región) hasta las complejas explicaciones que dotaron de racionalidad las diferentes acciones humanas. A su vez, estos contextos estuvieron tensionados por diferentes formas de interpretación que pugnarón por primar unas sobre otras. En este sentido, la dimensión conflictiva dio (y da) paso a la posibilidad de que una serie de especulaciones y/o explicaciones se imponga al calor de las jerarquías construidas en el poder distribuido de manera desigual. En esta trama las culturas trasuntan, configurando la historia.

La forma en que finaliza el párrafo precedente permite adelantar una idea central: las diferentes disciplinas han pugnado, desde la pérdida de potencia interpretativa de las explicaciones totales, por la autoridad para hablar de algún fenómeno determinado desde el segmento específico de algún campo de estudios en particular. En los últimos años, las líneas divisorias entre disciplinas se han tornado más porosas, dando paso a la apropiación de teorías y métodos según la necesidad que el problema le presente a una investigadora o investigador. Imaginemos algo tan insignificante como una discusión: una persona que se desarrolla en el campo de la física teórica discute con otra que se desempeña en la física experimental; o bien un/a investigador/a que sienta su pertenencia en la sociología discute con alguien que lo hace en la antropología social.

Más trascendente aún que la mera disputa por la legitimidad sobre el decir en lo científico es la seguridad de saber que no se hace ciencia o se desarrolla tecnología con la asepsia de los quirófanos. Siguiendo con

elementos adelantados en el segundo párrafo, la geopolítica, la economía, los grandes grupos empresarios y/o los Estados con mayor poder no sólo dominan en términos toscos las agendas y planes de investigación: también (como veremos en algunos de los capítulos del libro) construyen sus influencias con la sutileza donde se acumulan las capas tectónicas de elucidaciones interesadas que conforman el sentido común.

El conocimiento que llamamos científico debe ser problematizado en varios sentidos: de algunos de ellos se dará cuenta en el cuerpo del trabajo. Ahora resulta importante destacar que, desde una perspectiva sociohistórica, es importante pensar la ciencia como un proceso que se consolida con la Revolución Industrial y con el capitalismo como modo de producción y/o sistema económico, dependiendo del enfoque teórico-ideológico desde el cual se quiera analizar. Diversos autores pondrían en duda la existencia actual del capitalismo, pero no es el objetivo del presente texto ahondar en ese debate. Más allá de las posiciones que el lector asuma, las formas que adquirieron las diferentes disciplinas científicas están directamente ligadas a la potencia que construyó el capitalismo y, al mismo tiempo, las prácticas científicas han desarrollado las características predominantes del modo de producción o sistema económico en el que existimos. Es así que tecnología y formas socioeconómicas son, entonces, indisociables. En este sentido, Karl Polanyi, en “Textos Escogidos” (2012) entiende la tecnología como un componente integral de la interacción entre economía y sociedad. No como algo aislado, sino como una fuerza que está profundamente arraigada en el contexto social, cultural y político en el cual se desarrolla. De esta manera, la tecnología no puede limitarse a la forma en que describimos la mera innovación técnica, sino que también está sujeta a consideraciones de poder, distribución de recursos y valores culturales. Los interrogantes de científicas y científicos, el oficio de los centros universitario de investigación o las necesidades estatales disputan las agendas —generalmente en desventaja— acerca de las líneas de trabajo que guían con frecuencia los recursos. Las economías públicas y privadas más poderosas marcan con frecuencia el ritmo, el qué y el cómo.

## Tecnología, necesidades y límites

Siguiendo nuestro hilo argumental, libertad y límites pueden entenderse como la demarcación a las fuerzas que, en el marco del afán de lucro, dejan de lado las implicancias de determinados avances. La introducción de nuevas tecnologías puede tener un impacto profundo en las libertades tanto individual como colectiva. Si la implementación de una tecnología está

desvinculada de las necesidades y los valores de una comunidad, puede llevar a la pérdida de autonomía y control sobre los procesos económicos y sociales. En este sentido, es sumamente importante no permitir que la tecnología dicte de forma exclusiva los términos de la organización social y económica. La tecnología, en todas sus formas, debe concebirse como un recurso intelectual de la especie para asegurar los términos justos de nuestra existencia y posibilitar, al mismo tiempo, un presente que permita vivir bien.

Desarrollar las destrezas y las formas de administrarlas descritas en el párrafo precedente requiere enfatizar la necesidad de considerar los desafíos sociales y éticos que surgen con el avance tecnológico. Esto incluye preguntas sobre quién tiene acceso a —y control sobre— la tecnología, cómo se distribuyen los beneficios y las cargas asociadas con ella, y cómo se protegen los derechos y valores fundamentales de la comunidad en el proceso. Pensemos, como ejercicio, un avance ilimitado, liberado a las “fuerzas del mercado” y su relación directa con el mercado de trabajo. Pensemos, entonces, en la automatización en el ámbito laboral, teniendo en cuenta las concepciones socioeconómicas actuales, las formas en que entendemos las categorías: trabajo, ocio, salario, etc.<sup>1</sup> Podríamos decir, entonces, que si la introducción de tecnologías de automatización se lleva a cabo sin considerar las consecuencias sociales —como la pérdida de empleo o la desigualdad de ingresos—, eso podría llevar a una disminución de la libertad y el bienestar de los individuos y de la comunidad en general. La tecnología y la libertad están intrínsecamente entrelazadas, y es crucial considerar cómo las innovaciones tecnológicas afectan a la sociedad en su conjunto. Esto implica abordar no sólo los aspectos técnicos sino también los sociales, éticos y políticos asociados con la implementación de nuevas tecnologías.

En las sociedades modernas debemos asumir que conceptos tales como “miedo” y “poder” juegan un papel fundamental al analizar la tecnología.<sup>2</sup> La introducción de nuevas tecnologías puede generar miedo en las personas y en las comunidades. Este sentimiento surge de la incertidumbre y la falta de control sobre los cambios que la tecnología puede traer consigo. Para graficar este punto podemos retomar el caso de la automatización y la mecanización en el ámbito laboral, mencionado unas líneas antes. Aquí pueden surgir el temor a la pérdida de empleo y a la inseguridad econó-

1 Sobre este punto volveremos más adelante.

2 Para una mayor profundización ver Polanyi, K. *Textos escogidos*, CLACSO-UNGS, Los Polvorines, pp. 327-345.

mica para aquellos cuyos trabajos pueden ser reemplazados por máquinas. En cuanto al poder, y como ya se mencionó, la tecnología no es neutral y puede influir de forma significativa en las relaciones de dominio dentro de una sociedad. Por un lado, los actores y grupos o instituciones que controlan y desarrollan la tecnología pueden obtener una ventaja considerable en términos de influencia y recursos. Por otro, aquellos que se ven afectados negativamente por los cambios tecnológicos pueden experimentar una disminución de su poder y capacidad de negociación.

Es central, entonces, sostener el rol de las instituciones estatales como forma de regular, de administrar las tensiones en la interacción entre el miedo y el poder en el contexto de la tecnología, puesto que pueden llevar a tensiones y conflictos en la sociedad. Por ejemplo, si la introducción de una nueva tecnología es impulsada principalmente por intereses económicos sin tener en cuenta las necesidades y preocupaciones de la comunidad, eso genera miedo y desconfianza entre aquellos que entienden que serán afectados. Pensemos en las diferentes formas del desarrollo minero. Entonces, el Estado debe desempeñar un papel crucial para regular y mediar el impacto de la tecnología en la sociedad. Esto implica establecer políticas que protejan los derechos de las y los ciudadanos y equilibren el poder entre distintos grupos, asegurando que la tecnología se utilice para el beneficio de la sociedad en su conjunto. Así, el análisis de la tecnología en las sociedades modernas no se limita a cuestiones técnicas, sino que requiere una comprensión profunda de cómo diversos elementos sociales, políticos y económicos interactúan, y observar cómo el miedo y el poder desempeñan un papel fundamental en la forma en que la tecnología impacta en las comunidades y los individuos.

Ahora bien, los cambios tecnológicos que desembocan en la automatización de procesos industriales nos retrotraen a discusiones que aún no se encuentran saldadas. Las convenciones con las que se ha construido el “sentido común” en relación con formas de producción, trabajo y medios de existencia se encuentran, por el momento, imposibilitadas de contener las modificaciones en las técnicas industriales y en las tecnologías digitales. En este sentido ¿puede el mercado de trabajo brindar la posibilidad de proveer los medios necesarios para el desarrollo de la vida a “toda la población”? Aquí, la dificultad radica en estar tentados de responder que es una contrariedad que se resuelve con capacitación, al modificar currículas de diferentes niveles educativos o gestionar titulaciones intermedias, todas ellas alternativas eficaces en el corto y mediano plazo, pero ineficientes en períodos más extensos.

La tecnificación en la producción de bienes y servicios, y las tecnologías digitales, entre otros factores, disminuirán la cantidad de trabajadores necesarios para asegurar procesos de producción eficientes. Esto va más allá de los diversos recursos que el Estado tenga, en un futuro, para regular el “mercado” o sostener los derechos laborales. Si esto efectivamente ocurre —hoy día todo indica que sí— y la “formalidad” laboral no es suficiente para que las personas “ganen” su sustento (al menos sobre los supuestos tácitos que implican la comprensión de lo que actualmente se define como “trabajo”), las alternativas no son infinitas: 1) el Estado suma capacidades para intervenir en los procesos de distribución; o bien 2) millones de personas carecerán de los bienes necesarios para una existencia “digna”, e incluso para la subsistencia. Si nos decantamos por la primera opción, será imprescindible modificar los conceptos de trabajo y de ocio que manejamos en la actualidad.

Pero, ¿qué significa cambiar los conceptos tanto de trabajo como de ocio? André Gorz, un filósofo y ensayista social francés, planteó una serie de interesantes ideas en relación con el trabajo y la tecnología (2001; 2008). Criticó la alienación tecnológica, argumentando que la tecnología puede llevar a una alienación de los individuos y las comunidades, algo que ocurre cuando las personas se vuelven dependientes de la tecnología para satisfacer sus necesidades básicas, perdiendo así su autonomía y conexión con la naturaleza. En este sentido, se hace necesaria la adopción de tecnologías que liberen a las personas de la monotonía del trabajo alienante, lo que permite una mayor realización personal y creatividad; reduciendo la jornada laboral como una forma de liberar tiempo para actividades más significativas y satisfactorias.

No se trata, entonces, sólo de aumentar la “productividad”. Con total seguridad, la tecnología puede ser utilizada con el propósito de “mejorar” la relación de las y los ciudadanos con el ocio, en lugar de simplemente aumentar la productividad sin reducir las horas de trabajo. La sociedad debería orientarse hacia una economía basada en el tiempo libre (Gorz, 1998), en donde las personas dispongan de más tiempo para dedicarse a actividades no relacionadas con el trabajo remunerado, como el arte, la cultura, la educación y la vida familiar. El desarrollo concebido de esta forma permitirá, además, una relación más armoniosa entre la tecnología y el ambiente; más aún cuando el conocimiento y los recursos posibilitan el desarrollo de tecnologías sostenibles y respetuosas con la naturaleza, en contraposición con la explotación indiscriminada de recursos.

Estas propuestas, plasmadas en los clásicos trabajos de Gorz, demandan —como se dijo— un cambio de concepción de las categorías ocio y trabajo. El truco está en no tener que “ganarse la vida”, sino en trabajar y aportar a la comunidad, disfrutando de forma lúdica de la mayor cantidad de horas posibles. En su extensa bibliografía, este filósofo francés propuso la reducción voluntaria y gradual de la jornada laboral. Argumentó que, gracias a los avances tecnológicos, es posible producir los bienes y servicios necesarios con menos tiempo de trabajo. Esta reducción permitiría liberar a las personas de la obligación de trabajar largas horas y les proporcionaría más tiempo para actividades de autorrealización y creatividad. Al mismo tiempo, introdujo el concepto de “trabajo emancipado”: una forma de trabajo que no está subordinada a la lógica del mercado o a la necesidad de ganar un salario para sobrevivir. Este tipo de trabajo se basa en la elección personal y en la satisfacción de las necesidades y deseos auténticos de las personas.

¿Esto significa que Gorz está en contra de los procesos de automatización? Aunque reconoce que la automatización puede conducir a la pérdida de empleos en ciertas industrias, no la percibe como una amenaza en sí misma. Es más: si la relacionamos con la proposición de resignificar los espacios vitales y el sentido del tiempo, deberíamos abrazar la automatización como una oportunidad para liberar a las personas de trabajos repetitivos. Para ello es necesario reestructurar el Ingreso Universal Básico (y acá vuelvo al punto donde resaltaba la necesidad de desnaturalizar la categoría “trabajo”), una política cuya propuesta consiste en proporcionar a todos los ciudadanos una suma regular de dinero sin condiciones<sup>3</sup>. Ello permitiría a las personas cubrir sus necesidades básicas además de generar un colchón de seguridad económica, lo que les brindaría mayor libertad para decidir cómo quieren pasar su tiempo y gastar su energía. De esta manera, en economía se reconocería el valor del tiempo libre y se promovería la creación de actividades no remuneradas de fuerte sentido social e individualmente significativas. Así, el tiempo libre debería ser visto como un recurso valioso y no simplemente como un período de descanso entre jornadas de trabajo. De esta forma, el trabajo y la tecnología se centrarían en liberar a las personas de las condiciones alienantes del mundo laboral y les brindarían más tiempo y libertad para dedicarse a actividades que les generan satisfacción personal y contribuyan al bienestar social.

---

3 Sin condiciones, como veremos, es una cuestión central en el debate de las ciencias sociales.

Gorz no fue el único cientista social que postuló la necesidad de reformular las instituciones sociales<sup>4</sup>. Pierre Rosanvallon, historiador y politólogo francés, también centró su labor en cuestiones relacionadas con el trabajo, la economía y las transformaciones sociales. Rosanvallon (1995) argumentó a favor de la importancia de reformar y reestructurar el trabajo en la sociedad contemporánea, proponiendo ideas para una mayor democratización de las relaciones laborales y una redistribución más justa de los recursos.

El debate entre Rosanvallon y Gorz surgió a raíz de sus divergencias sobre cómo abordar los desafíos planteados por los cambios en las naturalezas del trabajo y la economía en la sociedad contemporánea. Mientras el primero abogaba por reformas dentro del sistema laboral existente, el segundo sostuvo —como hemos visto— que es necesario repensar fundamentalmente la forma en que concebimos el trabajo y la distribución de los recursos.

Pero ¿cuál fue el planteo de Rosanvallon? Este historiador entendía que los cambios tecnológicos modificaban las estructuras del mercado de trabajo, y que esto arrojaba a un número cuantitativamente importante de trabajadores y trabajadoras a economías de subsistencia, todo en un mundo que acrecentaba las posiciones aspiracionales de cuantiosos bienes y servicios. Por otro lado, si bien estuvo de acuerdo con políticas como el ingreso universal, marcó algunas cuestiones. En primer lugar, señaló que uno de los desafíos más importantes para una política de estas características es la financiación de manera sostenible sin generar tensiones fiscales o desequilibrios económicos. En segundo término, que un ingreso universal demasiado alto pueda desincentivar a algunas personas para que busquen empleo o para que participen activamente en la economía. Sugería, asimismo, que el ingreso universal no debe ser una solución única, sino que debe complementarse con otras políticas y medidas que aborden específicamente la creación de empleo, la educación y la formación. Finalmente, para este autor el énfasis debe estar en la búsqueda de la justicia social, y el ingreso universal puede ser sólo una de las muchas herramientas para lograr ese objetivo. En el citado trabajo (como dijimos), Rosanvallon no descartó la idea de un ingreso universal, pero abogó por un enfoque “equilibrado y cuidadoso” en su implementación, al considerar sus implicaciones sociales, económicas y fiscales.

---

4 La palabra “institución” es utilizada aquí como una acción de fundación, un establecimiento explícito y mayoritario de una forma de proceder, hacer o, incluso, ser. Este es el sentido, por ejemplo, que podemos asociar con la institución del matrimonio, o la institución familiar.

Estos autores discutieron con técnicas fascinantes, ya en desuso; se respondían con trabajos sistematizados, investigaciones que terminaban en artículos o libros estructurados sobre problemáticas esenciales. Sin considerar máximos de caracteres, hablaban de cosas complejas y, por lo tanto, usaban el espacio y el tiempo necesarios para hacerlo. De la misma forma, la discusión abordó temas relacionados con la automatización, la tecnología y la liberación de los individuos del trabajo alienante. Pero en ambos casos existió la necesidad de redefinir el trabajo y la economía en la sociedad, y las posibles vías para una mayor emancipación y bienestar de los individuos en el contexto de los cambios tecnológicos y sociales. No obstante, existe una clara diferencia: mientras que Rosanvallon pensaba en mecanismos para hacer más justo el orden de cosas vigentes, Gorz postuló formas sociales que requerían cambios más sustanciales, para los cuales juzgó que el grado de tecnificación era un requisito y una realidad.

## Sociedad, Estado y técnica

Hemos presentado a Gorz con la intención de retomar las ideas que señalan la probabilidad de construir la liberación humana a través de la tecnología y la economía del tiempo libre. Otra posición imprescindible en estas temáticas es la de Bruno Latour.

Latour, también francés, sociólogo y filósofo de la ciencia, presentó un enfoque que resultó innovador. Su posición central se explica en su obra “Reensamblar lo Social” (2008), donde propone una perspectiva sociológica que busca superar las distinciones tradicionales entre lo social y lo no-social, lo humano y lo no-humano. Allí cuestionó la noción moderna de una sociedad claramente definida, donde los humanos están separados del mundo natural y donde la cultura está separada de la naturaleza; su argumento era que esta distinción no refleja la realidad de cómo se construyen y mantienen las redes sociales y tecnológicas en el mundo contemporáneo. Para ello propuso el concepto de “actor-red”: tanto los humanos como los no-humanos (objetos, tecnologías y organismos) pueden actuar como agentes en la construcción de redes y asociaciones sociales. Todo lo que tiene la capacidad de influir y ser influido en una red sociotécnica es un “actor”.

La idea de actor-red encierra lo que Latour denominó “simetría” o “simetría ontológica”; en relación con lo planteado en el párrafo precedente, significa que todos los elementos (humanos y no-humanos) deben ser considerados de manera equitativa en el análisis sociológico. Esto implica

que los humanos y las tecnologías no se traten de manera jerárquica, sino que se consideran como partes igualmente importantes en la construcción de una sociedad. Entonces, en lugar de ver la sociedad como una entidad preexistente con estructuras y relaciones fijas, se propone que la sociedad se analice como una construcción dada o, mejor dicho, formulada a través de procesos continuos de asociación y desasociación. Las redes sociales son dinámicas y están en constante cambio.

En este punto, entiendo que debemos profundizar en las formas en que el Estado puede regular los procesos de tecnificación y sus implicancias en la transformación de lo social. Es imperativo, entonces, considerar que el Estado es un actor crucial en las redes sociotécnicas que configuran la sociedad. No es, en este sentido, una institución que toma decisiones desde arriba, sino un actor que participa activamente en la creación, regulación y mantenimiento de relaciones entre humanos y no-humanos<sup>5</sup>. Pensemos que el Estado puede estar involucrado en la formulación de políticas que afectan el desarrollo y la implementación de tecnologías, así como en la distribución de recursos para la investigación y desarrollo tecnológico. El Estado, entonces, no sólo es un regulador externo de la sociedad y la tecnología: también está implicado en la construcción de redes sociales. Esto significa que las políticas, las regulaciones y las intervenciones del Estado contribuyen a la configuración de cómo se desarrollan, se utilizan y se distribuyen las tecnologías en la sociedad<sup>6</sup>.

Como anticipamos, lo social y lo técnico no son esferas separadas. Más bien al contrario: están interconectados y co-constituyen. El Estado, en tanto actor en esas redes, desempeña un rol esencial en la formación y transformación de estas interconexiones. La acción humana (y todo lo que hay en ella: jerarquías, dominio, alianzas, etc.) modifica lo no humano, que al mismo tiempo torna sus transformaciones a lo no humano. Así, el Estado puede influir en la dirección de la investigación tecnológica a través

<sup>5</sup> Es importante tener en cuenta que lo “no humano” en Latour funciona como medio de abstracción especulativa. No debe confundirse esta nota, u otras referencias a lo “no humano”, como términos que promuevan la disociación. Como, por otro lado, ya se enunció.

Lo No Humano, para Latour, debe comprender las siguientes características: 1) Tecnología: herramientas, máquinas y dispositivos tecnológicos: no son simples extensiones de la voluntad humana, sino que también tienen una agencia propia. Por ejemplo, un teléfono móvil no es solo un objeto pasivo: participa activamente en la comunicación y la organización social. 2) Naturaleza: no es apenas un telón de fondo inerte donde tienen lugar las actividades humanas, sino que está intrínsecamente relacionada con prácticas sociales y culturales. La naturaleza, en su visión, es co-constitutiva de la sociedad. 3) Instituciones y sistemas: un sistema legal o uno de transporte tienen un gran impacto en la configuración de la vida social, y no pueden reducirse a las decisiones y acciones humanas. 4) Animales y otros seres vivos: pueden ser considerados como parte de lo “no humano”, puesto que co-constituyen el entorno en el que viven.

<sup>6</sup> Por ejemplo, las leyes de propiedad intelectual, las regulaciones ambientales y las políticas de inversión en investigación y desarrollo son formas en las cuales el Estado influye en la dirección y el alcance de la tecnología.



de financiamiento y regulaciones, y puede facilitar o restringir la adopción de ciertas tecnologías a través de políticas públicas y marcos legales. Los resultados de los avances o retrocesos que sean producto de esas agendas alterarán el futuro de lo humano.

Debemos tener presente, entonces, la influencia activa del Estado en la construcción de redes sociotécnicas y en la configuración de la sociedad a través de la tecnología. No se trata apenas de una entidad reguladora externa, sino de un actor que está íntimamente involucrado en la co-construcción de lo social y lo técnico. El hilo argumental nos devuelve así al principio del apartado: la noción moderna de una sociedad claramente definida, donde los humanos están separados del mundo natural y donde la cultura está separada de la naturaleza, no responde a la realidad observable; tampoco explica cómo se construyen y se mantienen las redes sociales y tecnológicas en el mundo contemporáneo.

A modo de conclusión

En resumen, las posiciones centrales que se presentan en este texto muestran un enfoque crítico a aquellas que desligan los avances científicos y tecnológicos de sus efectos, o que simplemente los pone a disposición del afán de lucro. Ciencia y tecnología, como lo entendemos, deben ser elementos esenciales en la configuración de la sociedad y en el buen vivir. Que atravesase al mismo tiempo las expectativas de independencia individual y colectiva. Para ello es fundamental la promoción de tecnologías accesibles y beneficiosas para todos los sectores de la sociedad, especialmente para los sectores populares. Nuestra tecnología, como se pretende aquí, debe abordar problemas relacionados con la pobreza, la salud, la educación y la preservación del medio ambiente, procurando soluciones tecnológicas que puedan contribuir a un desarrollo sostenible y equitativo. Se deben considerar alianzas estratégicas entre las naciones del continente que promuevan innovaciones, que, además de generar provecho para los pueblos, se desarrollen en marcos éticos sobre el diseño y la aplicación de los conocimientos adecuados a nuestras formas culturales, instando a considerar el impacto social y ambiental de las innovaciones tecnológicas. Para ello es necesario que científicos de las más diversas disciplinas se alejen de toda pretensión de una distancia objetiva y neutral al estudiar las diversas problemáticas. Es imprescindible que nuestros trabajos en las aulas, en las comunidades, en los laboratorios, en las jornadas científicas y en los textos (de los formatos que sean) nos involucren activamente en la descripción de las asociaciones sociales, de lo humano y lo no humano, donde podamos reconocer nuestra propia implicación en el proceso.

Los textos de Hernán Thomas; Diego Hurtado; Lautaro Zubeldía; Carlos Gianella e Ignacio Jawtuschenko comparten los propósitos mencionados, y al concentrar el análisis en distintas aristas permiten abrir el abanico de las respuestas posibles (futuras y presentes). Proponemos a quien lea estas palabras, entonces, dimensionar el tamaño de los desafíos y emocionarse con la posibilidad de ser parte.

#### Bibliografía:

- Gorz, André (1998) *Miserias del presente, riqueza de lo posible*, Buenos Aires, Paidós.
- (2002) *Adiós al proletariado: más allá del socialismo* (Ediciones 2001. Original: (2002) Barcelona, El Viejo Topo.
- (2008) *Crítica de la razón productivista*, Madrid, La Catarata.
- Latour, Bruno (2008) *Reensamblar lo social. Una introducción a la teoría del actor-red*, Buenos Aires, Manantial.
- Polanyi, Karl (2012), *Textos escogidos*, Los Polvorines, CLACSO-UNGS.
- Rosanvallon, Pierre (1995) *La nueva cuestión social. Repensar el Estado providencia*, Buenos Aires, Manantial.

## Fragmentos escogidos de Oscar Varsavsky<sup>1</sup>

Notas para una política científica nacional.

*Por Gastón Kneeteman<sup>2</sup>*

Esta selección de fragmentos de la obra más importante para la política científica nacional de Oscar Varsavsky pretende señalar los ejes centrales al momento de reconocer los alcances, las alianzas y disputas detrás de las agendas que constituyen el sistema universitario, científico y tecnológico. Este problema atañe, por ejemplo, a una trabajadora de la física que encuentre dificultades en planificar su labor por fuera de los ejes marcados como “áreas de vacancia”, o ponderados de alguna manera por las “necesidades” y el poder de “innovación” del capital privado. Si no puede vehiculizar un negocio, entonces no es determinante como prioridad. El mismo inconveniente puede encontrar un joven antropólogo “destinado” a corroborar las instancias aplicativas, en términos de gestión, de los programas “enlatados” que los diferentes organismos internacionales masifican para alcanzar el “desarrollo” pero sin cuidar detalles importantes, como los recorridos que constituyen culturalmente a cada comunidad.

Mis palabras no esconden, en ningún sentido, una intención de crítica negativa sobre el desarrollo de la vinculación entre el sistema universitario y la empresa privada; Jorge Sábato ha resuelto con claridad esa disyuntiva. Tampoco —en estrecha relación con lo anterior— pretendo señalar como negativa la marcación de las necesidades del Estado, en el desarrollo de las políticas públicas y el rol esencial que las ciencias sociales pueden tener en ello. En la Argentina, el Estado financia el sistema universitario, y la sociedad en su conjunto tiene el “derecho” de servirse de eso. Ahora bien, servirse, en el sentido en que yo lo expongo, no significa producir 45 millones de programadorxs, de expertxs en automatización o “politólogos, o sociólogos de ministerio”, como en algún momento definió (irónicamente) Ricardo Sidicaro. Mis palabras, simplemente, tienen como propósito marcar el peligro de homogeneizar todo el recorrido, todas las trayectorias de científicos y científicas de las diversas disciplinas, de todos los campos constituidos hasta hoy. Simplemente porque encorsetar, forzar el imaginario de las personas nos pone permanentemente ante el riesgo de carecer

---

<sup>1</sup> Este texto reproduce fragmentos del libro de Oscar Varsavsky: *Ciencia, política y cientificismo*, Buenos Aires, Centro Editor de América Latina, (1969).

<sup>2</sup> Coordinador del área Ciencia, Tecnología y Sociedad / Ciencia, Tecnología e Innovación (UNaB).

de las herramientas para resolver o pensar una situación. Para decirlo, si se quiere, con cierto grado de instrumentalismo: poner todos los recursos a hacer más o menos lo mismo en cada una de las áreas nos demorará cuando necesitemos soluciones de algún tipo ante eventos que escapen a las explicaciones rápidas.

En tal sentido, me gustaría expresar inicialmente la necesidad de recorrer la bibliografía de tres pensadores que aportaron sus esfuerzos en pos de conseguir una ciencia autónoma de los grandes centros geopolíticos de decisión, relacionada con las necesidades de los pueblos latinoamericanos en general y argentino en particular; tres pensadores que, además, no concibieron la categoría “ciencia” como un patrimonio vinculado, estrictamente, al aire de familia de algún grupo de disciplinas (aspecto más fuertemente observable en la obra de Varsavsky).

Mencionaremos los dos primeros, para generar incertidumbre y provocar en la lectora o el lector de estas palabras la necesidad inmediata de recurrir a sus textos (urgentes, en cualquier circunstancia). Sobre el tercero (y último), se presentarán párrafos de su obra más importante, en relación con la problemática que nos afecta en estas páginas.

I

Nacido el 4 de junio de 1924 en Rojas, provincia de Buenos Aires, y fallecido el 16 de noviembre de 1983 en la ciudad de Buenos Aires, Jorge Sábato se describía a sí mismo como “(...) hincha de Gardel, Artaud, el Comandante Prado, Joyce, Arolas, Gramsci, el Malevo Muñoz, Dostoyevski, Arlt, Joyce Cory, la Camerata Bariloche, Dante Panzeri, Vivaldi, el fútbol de potrero, el guiso de arroz, las camperas, los foratti con tuco, la siesta... en dos palabras: hincha de la autenticidad”.

Estudió en la Escuela Normal de Quilmes, donde se recibió de maestro en 1942; en julio de 1947 se recibió de profesor en Física en el Instituto Nacional de Profesorado Secundario de la Ciudad de Buenos Aires. Recién egresado, fue docente en las Escuelas Municipales Raggio. Allí comenzó a trabajar, junto con Alberto Maiztegui, en un libro de física para la escuela secundaria que finalmente publicaron en 1951.

Su familia estuvo tradicionalmente ligada a la UCR: su padre y su tío fueron funcionarios de gobiernos radicales, al igual que su sobrino Jorge Federico; por su parte, Jorge Sábato también militó activamente en la Unión Cívica Radical (Thomas, 2010). Fue uno de los impulsores y fundadores de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) en la

Argentina, en 1950. Jugó un papel fundamental en el desarrollo de la tecnología nuclear en el país, donde se centró en el desarrollo de aplicaciones pacíficas de dicha fuente de energía, especialmente en medicina nuclear y radioterapia. “Impulsó desde el comienzo la formación de investigadores y la creación de un laboratorio capaz de abordar también los problemas metalúrgicos industriales, y cuando se construyó en la CNEA el primer reactor de investigación —a partir de un diseño norteamericano—, el equipo de Sábato introdujo innovaciones en la fabricación de los elementos combustibles, cuyo *know-how* fue adquirido en 1958 por la empresa Degussa-Leybold (Alemania); impulsó la creación en 1961 del Servicio de Asistencia Técnica a la Industria, un novedoso ámbito de articulación de la investigación con la industria metalúrgica; en 1966 se convocó a oferta de precios para la construcción de la central nucleoelectrónica de Atucha I”<sup>3</sup>.

Sin licenciaturas, maestrías o doctorados, este reconocido científico autodidacta se hizo célebre por la figura del “Triángulo de Sábato”, que representaba la interconexión entre la ciencia, la tecnología y la sociedad, y argumentó que era crucial entender y gestionar dicha interacción. Introdujo un criterio destinado a favorecer la participación de la industria nacional, tanto por el impacto económico como por el desafío tecnológico que conllevaba; en 1968, junto con el politólogo Natalio R. Botana, elaboró el texto —que luego sería presentado en conferencia internacional— llamado “La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina”, valorado como un aporte liminar al surgimiento del denominado pensamiento latinoamericano en ciencia, tecnología y desarrollo. En dicho trabajo, Sábato y Botana analizan las relaciones entre tres elementos clave: la infraestructura científico-tecnológica (I), el gobierno (G) y la estructura productiva (E), y concluyen que la articulación dinámica entre ellos —que define el “triángulo I-G-E”— es un requisito para la innovación y el desarrollo<sup>4</sup>.

II

Nacido en 1920 en la localidad de Caseros, provincia de Buenos Aires, y fallecido en 1995 en Campinas (Brasil), Amílcar Herrera se graduó como licenciado en Ciencias Naturales en el Departamento de Geología de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad de

3 Jorge Sábato y la “esperanza argentina”, Armando Fernández Guillermet. Observado en <https://www.rionegro.com.ar/jorge-sabato-y-la-esperanza-argentina-1396117/>, octubre de 2023.

4 Fernández Guillermet, *ibid.*

Buenos Aires. A mediados de 1947 comienza a trabajar en el sector minero del Banco de Crédito Industrial Argentino –que años más tarde se convertiría en el Banco Nacional de Desarrollo–, donde realiza estudios geológicos y mineros hasta 1954, llegando a ocupar la subjefatura de Crédito Minero. En esos primeros años visita y evalúa diversos yacimientos minerales en nuestro país: su informe sobre la cuenca ferrífera de Sierra Grande, provincia de Río Negro, es uno de los más importantes. Su detallado estudio sobre este yacimiento entre 1947 y 1948 fue el primer análisis geológico que demostró su origen sedimentario, a la vez que confirmó su gran potencial. Dicho trabajo sirvió como base de su tesis doctoral de 1950 en la Universidad de Buenos Aires, realizada bajo la dirección de Horacio J. Harrington.

Durante 1950 y 1951 fue becario en la Colorado School of Mines (EE. UU.), donde realiza un Master of Sciences en Geología Económica: se transforma en uno de los primeros graduados argentinos con especialización en el extranjero acerca de esta temática. A su regreso, su entusiasmo y nuevas ideas sugieren modernos enfoques en la metodología a aplicar por colegas y compañeros en los estudios de evaluación minera del banco.

En 1973, Herrera planteó: “En la mayoría de los países de América Latina, los proyectos nacionales vigentes tienen su origen en el período inmediato poscolonial (aunque heredado en gran parte de la colonia). Es el momento en que se consolida la inserción de esos países en el sistema internacional como economías periféricas dependientes, exportadoras de materias primas e importadoras de bienes manufacturados provenientes de las grandes metrópolis industriales. La articulación y estabilidad de esos proyectos se apoyan básicamente en la alianza entre sus principales beneficiarios locales –las oligarquías de terratenientes, exportadores e importadores, que han tenido siempre directa o indirectamente el poder económico y político de la región– y los centros de poder mundial.

Desde la Fundación Bariloche, y junto con colaboradores de la talla del matemático Hugo Scolnik, Herrera propuso el **Modelo Mundial Latinoamericano**. A diferencia de lo que desde Roma decían algunos, desde Bariloche se entendía que el mundo estaba atravesando una situación catastrófica; por lo tanto, era menester corregir esa situación.

El Modelo Mundial Latinoamericano explicitó que pretendía lograr una sociedad igualitaria, tanto en cada nación como a nivel internacional. El carácter innovador del modelo barilochense se vio reflejado en intentar maximizar la esperanza de vida al nacer. Entre los logros de nuestro modelo –voy a tomarme el atrevimiento de decir nuestro– está el de de-

mostrar que los obstáculos que se oponen a un desarrollo armónico de la humanidad no son físicos sino sociopolíticos. Además, descubrió que la mejor manera en que los países del norte global podrían ayudar a acelerar el crecimiento de las naciones en vías de desarrollo era fijando precios equitativos para sus productos.

Pero, ¿sobre la base de qué diagnóstico planteó Herrera su modelo? En 1975 escribió: “ (...) Esta concepción, que supone que coexisten sociedades modernas con otras en etapas de desarrollo correspondientes a períodos históricos del pasado, implica suponer que el subdesarrollo no es más que una etapa temprana del desarrollo, y que éste puede alcanzarse simplemente mejorando la educación e introduciendo nuevas tecnologías (...) Esta visión simplista, que no siempre es ingenua, ignora el hecho fundamental, puesto en evidencia sobre todo por los intelectuales de América Latina, de que el subdesarrollo no es meramente un estadio primario del desarrollo, sino una situación estructuralmente diferente, en gran parte generada y condicionada por la misma existencia y evolución de las sociedades desarrolladas. Aunque no es necesario insistir aquí sobre conceptos que son ampliamente conocidos, conviene recordar que la posición de esos países como economías periféricas destinadas a producir materias primas para los países industrializados es el principal elemento estructural condicionante del subdesarrollo. Esta relación desigual, sin embargo, no sería suficiente para mantener a esos países en el atraso, de no ser por la existencia de una estructura interna complementaria de la dependencia externa, caracterizada por el dominio económico y político de una oligarquía compuesta principalmente por los propietarios de la tierra y los beneficiarios del comercio de exportación e importación. Para estos grupos dominantes, el mantenimiento de la dependencia es una condición necesaria para la conservación de sus privilegios y, por lo tanto, como aliados naturales de los intereses externos, constituyen hasta ahora el obstáculo más sólido que se opone a la ruptura de la dependencia externa, sin la cual no es posible un verdadero proceso de liberación”

### III

Oscar Varsavsky nació en Buenos Aires el 18 de enero de 1920 y cursó estudios superiores en la Universidad de Buenos Aires, donde obtuvo el grado de doctor en Química de la Facultad de Ciencias Exactas. Su vida científica se inició en 1943 en el Laboratorio de Investigaciones Radio-técnicas, que Philips organizó en Buenos Aires cuando su sede holandesa

fue ocupada por los alemanes y que la propia firma desmanteló al finalizar la guerra. De la ciencia aplicada pasó a las actividades teóricas: primero trabajó en física cuántica; luego, en diversas ramas de la matemática pura como topología, lógica algebraica y análisis funcional hasta 1961. En dicha facultad se desempeñó en forma sucesiva como auxiliar de laboratorio de fisicoquímica, jefe de trabajos prácticos de Análisis Matemático, profesor adjunto de Álgebra y Topología, y profesor con dedicación exclusiva del Departamento de Matemática. También dio clases de matemáticas, con interrupciones, en las Universidades del Sur, de Cuyo y de Caracas.

En 1961 comenzó a usar su base científica para tratar problemas de la realidad social, lo que dio nacimiento al grupo de Economía Matemática del Instituto de Cálculo de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires. Fue uno de los primeros y más destacados especialistas mundiales en la elaboración de modelos matemáticos aplicados a las ciencias sociales. Muy pronto advirtió que los métodos de moda no eran “eficientes” para tratar las cuestiones más importantes, y comenzó a estudiar y desarrollar con sus colaboradores un instrumento computacional relativamente novedoso denominado Experimentación Numérica.

Entre otros aspectos, desde 1958 hasta su muerte fue miembro del CONICET. A partir de sus tratados –y de los primeros en español– sobre la enseñanza de la Matemática Elemental, mostró su preocupación por la enseñanza de las ciencias a niveles no estrictamente académicos.

En los últimos tiempos de su fructífera vida, tanto la epistemología como la sociopolítica científica fueron objeto de sus estudios. Entre los considerandos epistémicos más relevantes que abordó Varsavsky se encuentra el hecho de sostener que los aspectos esenciales del conocimiento –de toda época– no son lo suficientemente difíciles como para escapar a la comprensión de las grandes mayorías. Creía en la necesidad de pensar las actividades humanas en función de su aporte a la construcción efectiva de una sociedad cuyas características se hubieran definido previamente (plano de la política). Ello exigiría un intenso trabajo previo destinado a plantear un sistema sociopolítico que reemplazara al actual. Frente a la falsa conciencia técnico-económica de que tales alternativas no existían, Varsavsky destacaba la importancia de la visión previa de sus posibilidades para los grupos sociales. Sus obras, fruto de un trabajo impresionante, demuestran su coherencia entre palabra y acción.

Realizó una fuerte crítica a las normas que rigen el desarrollo de las ciencias. Opinaba que la obsesión por los métodos cuantitativos encubre, en la ilusión de la libertad de investigación, un mecanismo que garantiza la

sujeción del científico a las estrategias de expansión del capital y las leyes del mercado. Estas ideas fueron su punto de partida para aspirar a una ciencia realmente más libre de los condicionamientos económicos. Publicaciones como *Ciencia, política y cientificismo*; *Hacia una política científica nacional* y *Marco histórico constructivo: para estilos sociales, proyectos nacionales y sus estrategias* reflejan el vigor de sus ideas. Su legado es arma de lucha para aquel que aspire a la libertad de su pueblo<sup>5</sup>.

La importancia de promover la lectura de estos tres autores se enmarca en la profunda convicción de que no hay fundamentos culturales o premisas positivistas de cualquier tipo que justifiquen el relativo margen de aprovechamiento racional que las y los latinoamericanos y argentinos hacemos de nuestros recursos. Sábato, Herrera y Varsavsky estaban profundamente comprometidos con el avance de la ciencia y la tecnología en América Latina, y trabajaron activamente para promover la investigación y el desarrollo tecnológico en la región. Con igual intensidad, los tres promovieron la idea de que la ciencia y la tecnología no deben estar confinadas a disciplinas individuales, sino que deben abordarse de manera interdisciplinaria para afrontar los complejos problemas de la sociedad. Al mismo tiempo, abogaron por un enfoque ético y socialmente responsable en su aplicación tecnológica: a diferencia de otras corrientes, coincidieron en la idea de que la ciencia y la tecnología no deben existir en un vacío, sino que deben considerarse en el contexto de las necesidades y valores de la sociedad en la que se desarrollan.

Los autores que reseñamos compartieron la creencia de que la ciencia y la tecnología tienen un rol fundamental en el desarrollo socioeconómico de los países latinoamericanos, y abogaron por inversiones y políticas que promovieran este desarrollo, poniendo a las personas y sus derechos (sociales, económicos, y laborales) como destinatarias de los esfuerzos. Quienes trabajamos en este texto creemos lo mismo.

---

5 Espacio Varsavsky - [www.espaciovarsavsky.com.ar](http://www.espaciovarsavsky.com.ar)

## Oscar Varsavsky: Ciencia, política y cientificismo (1969): Fragmentos seleccionados.

### I. Prefacio.

En este pequeño volumen se plantean algunas cuestiones de cierta trascendencia para el científico sensible a los problemas sociales, y desde un punto de vista poco ortodoxo. En estos casos es muy necesario apoyar las afirmaciones discutibles con estudios sistemáticos y con el mayor número posible de referencias y datos, pero aquí sólo se encontrará una exposición cualitativa, basada en poco más de veinte años de participación en la comunidad científica –y ‘veinte años no es nada’- y en apenas dos o tres incursiones como diletante en el campo de la Sociología de la Ciencia.

La única excusa que puedo ofrecer es que los especialistas de este campo no se han ocupado de estos puntos de vista, y dada la actualidad de los problemas es preferible enunciarlos a este nivel a esperar un estudio académico que puede demorarse indefinidamente. Tal vez este planteo contribuya a disminuir su demora.

Lo antedicho se refiere a las afirmaciones confirmables o refutables de este trabajo, y no a su componente normativa. Aquí se propone una actividad concreta a los científicos, que puede ser rechazada o aceptada independientemente de la validez de las consideraciones generales que esta propuesta me ha sugerido. A mí me ha parecido importante insistir en la actividad revolucionaria que conduce a un nuevo tipo de ciencia que no es ‘inferior’ a la ciencia actual, y que no es obligatorio aceptar los criterios valorativos de ésta, ni conveniente para la misma Ciencia. Otros preferirán pasar por alto toda esta discusión metacientífica y ver si hay algo positivo en la propuesta en sí, con las especificaciones que aquí se dan.

Por el contrario, se notará que falta una justificación seria del rechazo del sistema social actual y una descripción, aunque sea somera del que lo reemplazaría. Se omite la primera porque este ensayo está dirigido en primer término a aquellos que ya tienen formadas sus convicciones al respecto. No se trata de hacer proselitismo contra el sistema sino de discutir que pueden hacer los ya convencidos. Y se omite la segunda porque es uno de los grandes temas a desarrollar.

Dado el carácter francamente ideológico del contenido, es oportuno puntualizar que en toda discusión de este tipo la máxima simplificación que puede hacerse es considerar cuatro posiciones básicas: ‘Fósil’, o reaccionaria pura; ‘Totalitaria’, stalinista estereotipada; ‘Reformista’, defensora

del sistema actual, pero en su forma más moderna y perfeccionada, admitiendo las críticas ‘razonables’. Desarrollismo. ‘Rebelde’ o revolucionaria, intransigente ante los defectos del sistema y ansiosa por modificarlo a fondo.

Fósiles versus Totalitarios es la alternativa maniquea con que se nos sugiere. Es irreal porque ninguna de ambas puede tener ya vigencia práctica en gran escala, aunque la tuvieron en ejemplos históricos muy publicitados, y se ven aún algunas imitaciones. La oposición real es entre Reformistas y Rebeldes. Los Reformistas se atribuyen como mérito combatir a los Fósiles y a los Totalitarios, lo cual muchas veces es cierto. Capitalizan ese mérito en forma de ‘falacia triangular’, que consiste en presuponer que no son cuatro sino tres las posiciones posibles –dos extremos y un justo medio- y por lo tanto quien está contra ellos es Fósil o Totalitario. Los rebeldes tienen que luchar contra esa magia del número tres. Les cuesta poco demostrar que no son Fósiles, pero como enemigos del Reformismo se los acusa de Totalitarios. Tampoco les es fácil esclarecer su oposición a un sistema que a través del Reformismo está prometiendo constantemente enmendarse y descargando sus culpas sobre los Fósiles. Es una situación que clama a gritos por su Molière. También cuando se habla de planes y posibilidades se repite este esquema. Hay una posición ‘pesimista’ y otra ‘utópica’, frente a cuyos extremos existe supuestamente una sola actitud sensata: la ‘realista’, avalada por la experiencia. Toda ‘innovación’ atrevida tiene en ese realismo a su mayor enemigo y es desechada por él como utópica. En esta cuarta posición nos ubicamos al exponer aquí –de manera sin dudas muy esquemática y superficial- algunas de las opiniones personales sobre la influencia de nuestro sistema social sobre la ciencia, las características actuales y el papel del científico que ideológicamente se identifica con aquella cuarta posición.

He tomado como motivación y arco de referencia un fenómeno bastante atípico ocurrido en nuestro país: la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, en el periodo 1955-1966. A esta Facultad estoy ligado, con interrupciones, desde 1939.

Reorganizada durante los años siguientes a la caída de Perón –cuando se tomaron las principales decisiones sobre su funcionamiento y se formó el núcleo de profesores que le daría su personalidad- y lanzada luego a toda carrera hasta la caída de Illia, ‘Exactas’ se convirtió rápidamente en centro de interés, crítica y aplauso dentro y fuera de la Universidad y del país. En ella se vivió un intenso ensayo de ‘tercera posición’ –reformismo, desarrollismo o como quiera llamársele- que mostró bien a las claras sus

limitaciones ideológicas, y puede servir de ilustración para casos análogos en Latinoamérica. El somero análisis de su evolución que se intenta en el último capítulo, no hace justicia a todos los factores que allí jugaron, pero valga como primera aproximación. De todos modos, es incidental al objetivo de estas páginas: hacer un llamamiento a todos los científicos politizados para que se liberen del culto a una ciencia adaptada a las necesidades de este sistema social y dediquen su talento a preparar científicamente su reemplazo por un sistema nuevo, con una ciencia nueva.

## II. Ciencia Politizada.

Hay científicos cuya sensibilidad política los lleva a rechazar el sistema social reinante en nuestro país y en toda Latinoamérica. Lo consideran irracional, suicida e injusto de forma y fondo; no creen que simples reformas o ‘desarrollo’ puedan curar sus males, sino sólo disimular sus síntomas más visibles. No aceptan sus normas y valores –copiados servilmente, para colmo, de modelos extranjeros-; no aceptan el papel que el sistema les asigna, de ciegos proveedores de instrumentos para uso de cualquiera que pueda pagarlos, y hasta sospechan de la pureza y neutralidad y apoliticismo de las élites científicas internacionales al imponer temas, métodos y criterios de evaluación.

A estos científicos rebeldes o revolucionarios se les presenta un dilema clásico: seguir funcionando como engranajes del sistema –dando clases y haciendo investigación ortodoxa- o abandonar su oficio y dedicarse a preparar el cambio del sistema social como cualquier militante político. El compromiso usual ante esta alternativa extrema es dedicar parte de tiempo a casa actividad, con la consiguiente inoperancia en ambas. Este dilema tiene un cuarto cuerno, mencionado muchas veces pero a nivel de slogan: usar la ciencia para ayudar al cambio del sistema, tanto en la etapa de lucha por el poder como en la de implementación –y definición concreta previa- del que lo va a sustituir.

Sostengo que esto es mucho más que un slogan, o puede serlo, pero requiere un esfuerzo de adaptación muy grande por parte de los científicos; tal vez mayor que abandonar la ciencia por completo: es más difícil soportar la etiqueta de pseudo científico que de excientífico.

Pero creo que además que la llamada ‘ciencia universal’ de hoy está tan adaptada a este sistema social como cualquier otra de sus características culturales, y por tanto el esfuerzo por desarrollar la investigación sería del cambio total puede producir, a plazo no muy largo, una ciencia no sólo

revolucionaria sino revolucionada. Con estas páginas quiero provocar una discusión más a fondo de esta alternativa: sus dificultades, posibilidades e implementación en el contexto argentino (aunque muchas de las conclusiones resulten igualmente válidas para otros países dependientes). Nótese que esta posición está emparentada con el constante llamamiento a ocuparse de los ‘problemas nacionales’ y a hacer ciencia aplicada o funcional, que muchos veníamos haciendo –y a veces practicando- en la Universidad. Esta prédica era insatisfactoria porque la tendencia natural era a interpretarla como reformismo o desarrollismo: búsqueda de soluciones dentro del sistema.

Así, cuando en innumerables reuniones de profesores en la Facultad de Ciencias Exactas planteábamos esta problemática nacional, el resultado más positivo era que los físicos prometieran ocuparse un poco más de semiconductores, los químicos, de procesos industriales, y los biólogos de los problemas pesqueros, con variantes de igual ‘trascendencia’ para el cambio. Indudablemente eso era preferible a dedicar todos los esfuerzos a estudiar partículas elementales, topología algebraica o metabolismos de carbohidratos; pero cuando apoyábamos al Departamento de Industrias, al Instituto de Cálculo o al de Biología Marina, nos quedaba la amarga y tácita sospecha de que tal vez a eso lo aprovechaba más el sistema que el país.

Esa sospecha era correcta y hemos tardado demasiado tiempo en descubrirlo. Nos queda el consuelo de tontos de ver que las ideas al respecto tampoco están muy claras entre los intelectuales del resto del mundo, de todas las tendencias. Por eso, muy lejos de mí la intención de pensar esto como ‘autocrítica’. La alternativa que estoy discutiendo es en la práctica muy diferente a esa problemática nacional, pero cabe formalmente en la misma denominación ya que supone reconocer que el problema nacional por excelencia es el cambio del sistema. No hay riesgo de confundir lo siguiente con desarrollismo: La misión del científico rebelde es estudiar con toda seriedad y usando todas las armas de la ciencia, los problemas del cambio de sistema social, en todas las etapas y en todos sus aspectos, teóricos y práctico. Esto es hacer ‘ciencia politizada’.

Por qué no se planteó antes en serio esta misión en nuestro país es difícil de comprender cuando se examinan las enormes dificultades que se presentaban:

1)- La mayoría de los científicos argentinos –aun los que se decían de ‘izquierda’- creían fervorosamente en una imagen de la ciencia, sus valores, su misión, que podemos llamar ‘cientificismo’ (aunque este término fue

usado de muy diversas maneras, no siempre claras). Un científicista no puede aceptar ocuparse de problemas relacionados con la política porque esa no es una actividad científica legítima según las normas de quienes desde el hemisferio Norte orientan las actitudes y opiniones de nuestros investigadores y sancionan virtudes y pecados. En todo caso ese campo corresponde reservarlo a la Ciencia Política, que es considerada una ciencia de segunda categoría.

2)- Era un salto en el vacío que requería una gran autonomía de pensamiento y el rechazo de casi todos los esquemas teóricos ortodoxos. No había un concepto claro de su contenido. No existían recetas establecidas para superar la etapa declarativa y llevar una proposición a la práctica: por dónde empezar, cuáles son los marcos de referencia, cómo se hace un plan de trabajo, qué papel tiene un físico en ella, por ejemplo. ¿No alcanza acaso con que se ocupen de eso los científicos sociales? Aún para éstos parecía un campo muy difuso y general: más ideología que ciencia concreta, muy difícilmente atacable con un bagaje teórico del hemisferio Norte, el único disponible. Como hemos dicho, no era otra cosa que un slogan.

3)- No había fuerza política. Sólo en broma podía pensarse que la Facultad propusiera semejante campo de investigación a sus docentes sin ser intervenida a las 24 horas. Tampoco dentro de la Facultad era mayoría –ni mucho menos- el grupo de quienes condenaban globalmente el sistema social actual. Por otra parte, proponer abiertamente que la investigación se oriente por motivos ideológicos, huele peligrosamente a totalitarismo.

4)- No había convicción política: la posibilidad de que el simple desarrollo científico y tecnológico a la manera del hemisferio Norte facilitara el cambio a la larga, era muy atractiva frente a las escasas perspectivas de una acción directa. Trataremos ahora de analizar estas dificultades –de iniciar su análisis, sería más correcto decir- y ver qué salidas han tenido o pueden tener.

### III. El Cientificismo.

Comenzaremos analizando la actitud ante la ciencia que prevalece entre los científicos argentinos. En pocos campos es nuestra dependencia cultural más notable que en éste, y menos percibida. Eso ocurre en buena parte porque el prestigio de la Ciencia –sobre todo de la ciencia física, máximo exponente de este sistema social- es tan aplastante, que parece herejía tratar de analizarla en su conjunto con espíritu crítico, dudar de su carácter universal, absoluto y objetivo, pretender juzgar a las tendencias actuales,

sus criterios de valoración, su capacidad para ayudarnos a nosotros, en este país, a salir de nuestro ‘subdesarrollo’.

Se toleran, sí –con sonrisas de superioridad comprensiva- las inofensivas críticas contra la bomba atómica, o el ‘despilfarro’ de dinero en viajes espaciales, o las añoranzas de un supuesto pasado feliz precientífico: son cosa de Fósiles. Pero los científicos del mundo no dudan de su institución: ellos están mucho más unidos que los proletarios o los empresarios; forman un grupo social homogéneo y casi monolítico, con estrictos rituales de ingreso y de ascenso, y una lealtad completa –como en el ejército o la iglesia- pero basada en una fuerza más poderosa que la militar o la religiosa: la verdad, la razón. Este grupo es realmente internacional; atraviesa cortinas de cualquier material (por ahora el bambú sigue siendo algo impermeable), pero acepta incondicionalmente el liderazgo del hemisferio Norte: los Estados Unidos, Europa, la URSS. Allí es donde se decide –o mejor dicho se sanciona, porque no hay decisiones muy explícitas- cuáles son los temas de mayor interés, los métodos más prometedores, las orientaciones generales más convenientes para cada ciencia, y allí se evalúa en última instancia la obra de cada científico, culminando con premios Nobel y otros reconocimientos menos aparatosos pero igualmente efectivos para otorgar ‘status’. Allí está la élite de poder del grupo.

Este liderazgo es aceptado por dos motivos contundentes: allí se creó y desarrolló la ciencia más exitosa, y el grupo no constituye una casta cerrada ya que cualquier estudiante puede aspirar a fama científica. La ciencia del Norte es la que creó las precondiciones tecnológicas para una sociedad opulenta, la que obligó a los militares a pedir ayuda y tiene a la religión a la defensiva. Y por si fuera poco, es la que generó las ideas, conceptos y teorías que son obras cumbres de la humanidad, capaces de producir emociones tan profundas como la revelación mística, el goce estético o el uso del poder, para decirlo de la manera más modesta posible. Los medios de difusión de nuestra sociedad ensalzan estas virtudes de la Ciencia a su manera, destacando su infalibilidad, su universalidad, presentando a las ciencias físicas como arquetipo y a los investigadores siempre separados del mundo por las paredes de sus laboratorios, como si la única manera de estudiar el mundo científicamente fuera por pedacitos y en condiciones controladas, ‘in vitro’. Su historia se nos presenta como un desarrollo unilineal, sin alternativas deseables ni posibles, con etapas que se dieron en un orden natural y espontáneo y desembocaron forzosamente en la ciencia actual, heredera indiscutible de todo lo hecho, cuya evolución futura es impredecible pero seguramente grandiosa, con tal que nadie interfiera con



su motor fundamental: la libertad de investigación (esto último dicho en tono muy solemne).

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. ¿Qué puede tener esto de objetable? Es un tipo de dependencia cultural que la mayoría acepta con orgullo, creyendo incluso que así está por encima de ‘mezquinos nacionalismos’ y que además a la larga eso beneficia al país. Ni siquiera tiene sentido, se dice, plantear la independencia con respecto a algo que tiene validez universal; más fácil es que los católicos renieguen de Roma.

¿Puede haber diferentes tipos de Ciencia? Es indudable que sí. Basta una diferente asignación de recursos –humanos, financieros y de prestigio- para que las ramas de la ciencia se desarrollen con diferente velocidad y sus influencias mutuas empiecen a cambiar de sentido. Eso da una Ciencia diferente. El predominio de las ciencias naturales sobre las sociales es una característica histórica de nuestra sociedad, pero no es una ley de la naturaleza: pudimos haber tenido una Ciencia de otro tipo.

Pero hemos llenado de elogios a la Ciencia que tenemos. Su prestigio es tan grande que seguramente está bien como está. ¿Qué necesidad hay de otro tipo de Ciencia cuando esta ha tenido tantos éxitos? Y sin embargo –observación trivial que ha perdido fuerza por demasiado repetida- entre sus éxitos no figura la supresión de la injusticia, la irracionalidad y demás lacras del sistema social. En particular no ha suprimido sino aumentado el peligro de suicidio de la especie por guerra total, explosión demográfica o, en el mejor de los casos, cristalización en un ‘mundo feliz’ estilo Huxley.

Esta observación autoriza a cualquiera a intentar la crítica global de nuestra Ciencia. Algo debe andar mal en ella. La clásica respuesta es que esos no son problemas científicos: la ciencia da instrumentos neutros, y son las fuerzas políticas quienes deben usarlos justicieramente. Si no lo hacen, no es culpa de la ciencia. Esta respuesta es falsa: la ciencia actual no crea toda clase de instrumentos, sino sólo aquellos que el sistema le estimula a crear. Para bienestar individual de algunos o muchos, heladeras y corazones artificiales, y para asegurar el orden, o sea la permanencia del sistema, propaganda, la readaptación del individuo alienado o del grupo disconforme. No se ha ocupado tanto, en cambio, de crear instrumentos

para eliminar esos problemas de fondo del sistema: métodos de educación, de participación, de distribución, que sean tan eficientes, prácticos y atrayentes como un automóvil. Aun los instrumentos de uso más flexible, como las computadoras, están hechos pensando más en otros fines que en otros. Aunque el poder político pasara de pronto a manos bien inspiradas, ellas carecerían de la tecnología adecuada para transformar socialmente, culturalmente –no sólo industrialmente- al pueblo, sin sacrificios incalculables e inútiles.

¿Cómo se hace una reforma agraria eficientemente? No es suficiente con crear las condiciones políticas para ella. Aun sin grupos de poder que se opongan, el manejo de millones de individuos de bajísimo nivel técnico y cultural, dispersos ya todos por tradiciones a veces enemigas del cambio, es un problema que requiere un análisis científico en profundidad, con integración de muchas ciencias particulares. Los pocos estudios que se hacen son una gota de agua frente al mar necesario y, peor aún, su espíritu es el de la sociología norteamericana: descripción, correlaciones y alguna que otra recomendación inocua. Sirven para presentar informes ante las fundaciones y gobiernos que la pagan. Nunca van al fondo del problema, a decir claramente qué hay que hacer; muchas veces para no lesionar intereses poderosos, pero sobre todo porque no pueden hacerlo; la ciencia actual no tiene una teoría capaz de resolver ese problema concreto e importantísimo. No sólo Bolivia y Venezuela procedieron empíricamente; también Cuba y China improvisaron, y lo que sucedió en la URSS es historia trágica. Lo curioso es que estos países creen haber actuado científicamente, porque crearon instituciones de planificación agraria y contrataron economistas, agrónomos y sociólogos egresados de las mejores universidades. Pero es que allí no les enseñaron a enfrentar en serio ese problema.

Se hacen estudios de todos los temas imaginables, pero la intensidad no está distribuida como le interesaría al nuevo sistema, sino al actual. Basta comparar el esfuerzo intelectual que se dedica a mejorar la enseñanza primaria con el que se dedica al análisis de mercados y la propaganda comercial, para comprender que no sólo hace falta una revolución política sino a una científica, y que es poco eficiente esperar la primera para iniciar la segunda; hasta ahora ésta no parece haber comenzado en ningún país del mundo. Esta distribución del esfuerzo científico está determinada por las necesidades del sistema. La sociedad actual, dirigida por el hemisferio Norte, tiene un estilo propio que hoy se está llamando ‘consumismo’. Confiesa tener como meta un ‘bienestar’ definido por la posibilidad de que una parte cada vez más grande de la población consuma muchos bienes y

servicios siempre novedosos y variados.

Producción masiva y cambiante en la medida estrictamente necesaria para hacer anticuado lo que se vendió y crear una nueva necesidad de comprar, es ley de la sociedad. Que al hacerlo eleva poco a poco el nivel de vida material de la gente es su aspecto positivo, que tantos defensores le proporciona entre los que no sufren sus injusticias. Al mismo tiempo está obligada a imponer gustos, costumbres y valores homogéneos a toda su clientela potencial: la humanidad; cosa no tan bien vista ni siquiera por sus defensores. Dijo De Gaulle: “A partir del momento en que todos los hombres leen lo mismo en los mismos diarios; ven desde un rincón a otro las mismas películas; oyen simultáneamente las mismas informaciones, las mismas sugerencias e idéntica música a través de la radio, la personalidad última de cada uno, el propio ser, la libre elección, dejan de contar absolutamente. Se produce una especie de mecanización general en la que, sin un notable esfuerzo de salvaguardia, el individuo no puede impedir su destrucción” (Discurso en la Universidad de Oxford).

Para hacer esto posible es necesaria una altísima productividad industrial, con rápida obsolescencia de equipos por la continua aparición de equipos por la continua aparición de nuevos productos. Esto requiere una tecnología física muy sofisticada, que a su vez se basa en el desarrollo rápido de un cierto tipo de ciencia, que tiene como ejemplo y líder a la Física. Se perfeccionan entonces ciertos métodos: estandarización, normas precisas, control de calidad, eficiencia y racionalización de las operaciones, estimación de riesgos y ganancias, que a su vez implican entronizar los métodos cuantitativos, la medición, la estadística, la experimentación en condiciones muy controladas, los problemas bien definidos, la superespecialización, métodos que no tienen por qué ser los mejores para otros problemas.

La investigación y sus aplicaciones dejan de ser aventuras creativas para transformarse en una inversión rentable que figura en la cuenta de capital de las empresas con su etiqueta masificadora –R&D: Research and Development- y se hace con empleados, con subsidios a universidades o con institutos y hasta universidades propias. No se ha demostrado que esto sea lo más eficiente para toda la ciencia. La productividad del hombre que fabrica, diseña o descubre, se estimula mediante la ética de la competitividad, empresarial o stajovanista. El hombre tiene sólo dos facetas importantes: producir y consumir en el mercado (capitalista o socialista). Sea artista, científico, campesino o militar, lo que produzca será puesto en venta en algún mercado, si es que satisface las normas del sistema, y su éxito depen-

derá, tanto o más, de la propaganda o de las relaciones públicas que de su valor intrínseco. Y como consumidor está sujeto a las mismas presiones.

Basta examinar los anuncios de un número cualquiera del Scientific American para darse cuenta del tamaño del mercado científico para instrumental y libros. Estos equipos son tan variados y cambiantes como los modelos de automóviles, y no hay dinero que alcance para estar al día. Ocurre entonces que, como en cualquier empresa, los problemas financieros terminan siendo decisivos, con las consecuencias que luego veremos. Muchos científicos son sirvientes directos de estos mercados y dedican sus esfuerzos a inventar objetos. Los resultados son a veces muy útiles: computadoras, antibióticos, programación lineal; pero no podemos esperar que se dediquen a inventar métodos para difundir ideas sin distorsionarlas, antidotos contra el lavado de cerebro cotidiano que no hacen los medios de difusión masiva, estímulos a la creatividad, criterios para juzgar la importancia de las noticias que aparecen en primera página y en la última o la justicia, implicaciones y motivos de los actos de autoridad que allí se anuncian.

Esto se acepta como trivialidad: nadie espera que las empresas paguen a sus científicos para trabajar contra los intereses. Es cierto pues que la ciencia aplicada no es libre sino dirigida, y que por lo tanto podría ser de otro tipo si se la dirigiera hacia otros fines, como por ejemplo los que hemos mencionado inicialmente. Pero no se acepta lo mismo para la ciencia pura o básica, para la investigación académica. Es ésta, se afirma, la que tiene ese carácter universal, absoluto, independiente del sistema. ¿Por qué la teoría Cuántica, o la de la Evolución, deberían estar más ligadas a la sociedad de consumo que a cualquier otra? ¿Y quién se atreve a proponer otro ‘tipo de ciencia’, donde tal vez no se habría desarrollado la teoría de la medida o la de los reflejos condicionados? Para responder a esto dejamos por el momento de lado el caso de estas Grandes Ideas – con mayúscula- y examinemos la actividad científica corriente.

No es novedad que el sistema influye sobre la ‘ciencia pura’ de diversas maneras. Un nuevo sistema social formado en oposición a éste, tendrá concebiblemente menos interés por el psicoanálisis, la topología algebraica y la electrodinámica cuántica que, por las teorías de la educación, del equilibrio ecológico general del planeta, de la imaginación creadora o de la ética. Esto produce una reasignación de recursos, y por lo tanto un tipo distinto de ciencia. La objeción a esto proviene de la falacia triangular: la ‘reasignación de recursos’ se interpreta como un acto totalitario mediante el cual se fuerza despiadadamente a los científicos a abandonar los temas

de investigación a los que dedicaron todas sus vidas o se les imponen métodos, directivas o teorías ideadas por un déspota para consolidar su régimen. Se presupone que ‘dejado en libertad’, el investigador escoge espontáneamente –porque la misma Ciencia se lo sugiere- los temas actualmente de moda; y si no puede hacerlo, pierde creatividad. El resultado de la reasignación forzosa no es entonces un nuevo tipo de ciencia, sino la desaparición o decadencia de la ciencia.

El progreso científico pues, sólo estaría garantizado por la ‘libertad de investigación’. El sistema social actual cumpliría este requisito, como lo prueban los éxitos de su ciencia, y todo está como es debido. Este argumento, tan típicamente del ‘libre-empresariado’, convence ya a muy pocos científicos, aunque eso no se nota en sus actitudes.

Está claro que son cada vez menos los que eligen su tema sin presiones, los que hacen ‘ciencia por la ciencia misma’ o los que pueden decir “me ocupo de esto porque me divierte, y si no sirve para nada, mejor”. Algo de esto se ve todavía en los matemáticos, y en grado menor en los físicos teóricos. El que quiere hacer de la ciencia un juego termina rápidamente aislado. Hoy se exige que todo trabajo tenga una motivación, es decir, alguna vinculación con otros trabajos o con aplicaciones prácticas.

Gracias a eso, el sistema actual influye activamente sobre su ciencia y fija sus prioridades, aunque por supuesto con guante de terciopelo, pues no es Totalitario. Las aplicaciones industriales generan multitud de problemas teóricos que estimulan las ramas correspondientes de la ciencia. Los transistores promueven estudios de física de sólidos, y la propaganda, de Psicología Social, también a nivel de científicos académicos o ‘puros’. Pero se hacen infinidad de investigaciones cuyas aplicaciones son dudosas o pertenecen a un futuro lejano. ¿Cómo influye el sistema sobre éstas, las más puras y desinteresadas de las actividades científicas? El sistema no fuerza; presiona. Tenemos ya todos los elementos para comprender cómo lo hace: la élite del grupo, la necesidad de fondos, la motivación de los trabajos, el prestigio de la ciencia universal.

La necesidad de dinero es general en todas las ramas de la ciencia. Sin contar las enormes sumas que requiere la investigación espacial o la subatómica, todas las ciencias naturales emplean costosos equipos de laboratorio. Pero también las ciencias sociales tienen presupuestos de apreciable magnitud, para sus encuestas y demás trabajos de campo. Hay además tres ítems comunes a todas las ciencias, tan importantes y caros como los anteriores: el procesamiento de datos, mediante computadoras y otras máquinas, los libros y revistas, y los sueldos de los científicos y sus numerosos

asistentes de todas las categorías. Antes, para el que no quería trabajar en empresas o en las fuerzas armadas, el único Mecenas disponible era la Universidad, pero en los últimos años ha tomado preponderancia otro factor de poder: la Fundación, pública o privada, dedicada específicamente a promover y financiar la investigación ‘pura’ o básica.

Entre estas Fundaciones incluimos a los consejos Nacionales de Investigaciones, donde los hay, pero las más típicas e influyentes son las grandes fundaciones de alcance internacional, ligadas a las corporaciones industriales que caracterizan esta etapa del sistema o directamente al gobierno norteamericano. Ford, Rockefeller, Carnegie, National Science Foundation, National Institute for Health, BID, AID y varias otras instituciones más ricas que muchos países, subsidian directamente a investigadores, o indirectamente a través de universidades y otros centros de trabajo. Sin entrar a juzgar sus intenciones ni detenernos en episodios de espionaje como el proyecto Camelot y otros, que son frecuentes pero atípicos, queremos destacar el carácter empresarial de estas instituciones. Ellas manejan y distribuyen enormes cantidades de dinero, de las cuales tienen que dar cuenta a los donantes privados o al gobierno. Tienen que mostrar resultados, para probar que están administrando bien los fondos. Tienen que presentar un Informe Anual. Esto crea una burocracia de la cual no vamos a ocuparnos, aunque bien lo merecería.

Este espíritu empresarial se ha contagiado también a las universidades, en parte porque deben pedir ayuda a fundaciones y empresas por insuficiencia de fondos propios, en parte por querer demostrar también su ‘eficiencia’, y sobre todo porque están dirigidas por el mismo grupo de personas: la élite científica. Es lógico entonces que se hayan impuesto los criterios empresariales para evaluar esas inversiones. Las élites y la burocracia asignan importancia –y fondos- a los temas de investigación según los resultados que de ellos esperan.

Los temas y equipos ya sancionados como eficientes –los de la élite, muchos de los cuales provienen de la época ‘pre-financiera’- reciben alta prioridad, y se toman como puntos de referencia para juzgar a otros candidatos, dándose entonces preferencia a ramificaciones de estos temas, avalados como interesantes por los equipos, y en general iniciados por colaboradores que se van independizando parcialmente. De tanto en tanto se apoya algún tema nuevo, casi siempre cuando está motivado por alguna aplicación industrial, médica o militar.

Invertir en proyectos nuevos es un riesgo, y eso lleva a desequilibrios, sobre todo en países pequeños, donde las ‘novedades’ pueden ser temas de

importancia práctica ya reconocida en otras partes pero no bien percibidas por la élite científica local. En la Argentina el CNICT (Consejo Nacional de Investigaciones) siguió casi siempre esa política: el dinero va a los equipos que ya son fuertes y por lo tanto dan seguridad a los resultados, y es insignificante lo que se dedica a desarrollar ramas donde todavía no hay investigadores que hayan demostrado su calidad. Pesa menos la necesidad que puede tener un país que la falta de ‘garantías’ para la inversión.

Pronto ocurre un fenómeno muy usual en nuestra sociedad: los equipos que reciben fondos y gastan mucho dinero van cobrando por ese solo motivo mayor importancia –con tal de mantener un nivel normal de producción- y eso atrae fondos. Los administradores, por su parte, se sienten inclinados a defender sus decisiones, y ‘promueven’ la importancia de los temas que apoyaron. Esta realimentación positiva produce una especie de selección natural de temas, en la que las nuevas ‘especies’ están desfavorecidas con respecto a los temas ya establecidos como una nueva empresa frente a corporaciones gigantes; sólo los que responden a una nueva necesidad imperiosa del sistema podrán competir. Y esas necesidades son poco visibles en el campo de la ciencia básica, pues se refieren al futuro. Para plantearlas se requiere un criterio general, ideológico o filosófico como el que motiva estas páginas, y eso es pecado totalitario.

Las fuerzas que determinan el tipo de ciencia no son, pues, puramente internas y basadas en el genio creador y la libertad de pensamiento. También en esta ‘ciencia pura’ es esencial la asignación de recursos financieros, que se efectúa según los resultados esperados. Es muy desagradable que el dinero sea un factor tan decisivo, pero podría aducirse que no es tan grave mientras los mayores fondos sean entregados realmente a quienes producen los mejores resultados, y debemos ver entonces cómo influye en ello esta sociedad de consumo, que requiere contabilizar de alguna manera sus beneficios y costos. Basta el usuario para evaluar el resultado de una investigación aplicada, pero sólo los mismos científicos pueden opinar con cierta seriedad acerca de las investigaciones básicas, pues eso requiere conocer el pasado y estimar el futuro del problema.

Como hemos dicho, los temas de investigación rara vez surgen ‘del aire’; tienen casi siempre una historia que los vincula con muchos otros trabajos, teóricos y aplicados. No es difícil para un científico apreciar si un trabajo nuevo significa algo, si está suficientemente motivado. La dificultad está en comparar importancias, una vez satisfechos esos requisitos mínimos y descartados los que contienen defectos técnicos o metodológicos. El problema no es decidir cuáles temas merecen subsidios –la respuesta es

todos o casi todos- sino cuáles merecen más subsidios que otros, y cuales deben sacrificarse primero cuando no alcanza para todos.

En la práctica, un resultado o un tema nuevo en ciencia básica es más importante que otro cuando así lo estima el consenso de los científicos importantes. A largo plazo la realidad mostrará si esa opinión era acertada o no, pero mientras tanto hay que guiarse por ella. La evaluación de resultados recientes de ciencia básica es, pues, en gran parte, evaluación de hombres. Debemos comprender cómo se asigna su importancia a cada científico, desde que comienza su carrera hasta que ingresa a una élite que es un tribunal de última instancia (...), hasta que el tiempo da su propia opinión, y en la que incluimos no sólo a los sabios de más fama, sino a todos los asesores de fundaciones, referees y comentaristas de revistas especializadas cuyos nombres generalmente no son conocidos fuera de su propio campo. Indudablemente, para ser aceptado como científico no se requiere haber hecho un descubrimiento histórico. Incluso los premios Nobel se adjudican hoy en su mayor parte por trabajos que sólo especialistas recuerdan. ¿Quién sabe por qué es premio Nobel Bernardo Houssay, aún en Argentina?

El valor de un científico debería medirse por la calidad de su trabajo, la originalidad de sus ideas y la influencia que ellas tienen sobre sus colegas, por su capacidad de formar y estimular a otros más jóvenes, de crear escuela, por la intensidad y continuidad de su esfuerzo. Todo esto es muy difícil de medir, de contabilizar, y hay que hacerlo no para centenares de casos, sino para millones de jóvenes aspirantes a ingresar en este grupo y para los centenares de miles que ya han ingresado pero cuidan celosamente que no se les postergue el reconocimiento de sus méritos. El sistema ha resuelto este problema de una manera muy acorde con su ideología, usando como instrumento principal el *paper*, artículo publicado en una revista científica.

El *paper* tiene una cantidad de ventajas, aparte de exponer los resultados del trabajo en forma concreta e inteligible. Se puede contar cuántos publica cada científico por año, de qué tamaño son y en qué categoría de revistas ha aparecido. El número de veces que un *paper* es citado por otros mide su influencia; la lista de coautores ya da un principio de jerarquización; permite mencionar la institución que proveyó los fondos para el trabajo, etcétera.

La lista de *papers* publicados es el argumento más directo y palpable para demostrar el éxito de un subsidio o la importancia de un currículum vitae. Gracias a ellos la investigación científica puede contabilizarse. Sin

exagerar demasiado, podemos decir que lo que el investigador produce para el mercado científico es el *paper*. Importantes, pero no tanto, son la asistencia y comunicaciones a reuniones y congresos, las invitaciones a dar cursos en instituciones prestigiosas, y sobre todo el reconocimiento personal de los que ya pertenecen a la élite. Pero lo fundamental es el *paper*.

De ahí la ansiedad por publicar, sobre todo al comienzo de la carrera científica. El número de artículos publicados es tan importante como su contenido, y a veces más, pues dado los miles de especialidades existentes es imposible hacer una evaluación seria de todo lo que se publica. Se admite que la aceptación por una revista especializada es garantía suficiente de calidad, y así aumenta el poder de los editores y de los referees de esas revistas. En base a eso se ha creado un mecanismo (criterio universalista, objetivo) de ingreso y movilidad interna en este grupo social de científicos, controlado por una élite cuya autoridad le deriva en parte de sus antecedentes científicos y en parte cada vez mayor de su influencia sobre fundaciones y otros proveedores de fondos. En Argentina y otros países hay una 'carrera de investigador', con múltiples categorías en su escalafón. El *paper* es esencial para ascender, para justificar los subsidios obtenidos, para renovar los contratos con las universidades 'serias'. El contenido del *paper* es más difícil de evaluar; sólo hay un consenso sobre los muy buenos y muy malos. Para los normales, las opiniones sobre su importancia relativa están frecuentemente divididas, y eso da más preponderancia a los criterios 'contables'.

Este tipo de mecanismo revela la influencia de las filosofías de tipo neopositivista, surgidas del éxito de las ciencias físicas y del triunfo del estilo consumista. Aun los científicos que se proclaman antipositivistas aplican esta filosofía al actuar en su profesión. El 'método científico' –criterios de verdad, validación empírica, observables, definiciones operacionales, medición coincide en la práctica con el método de las ciencias físicas, por la importancia de éstas en nuestro estilo de vida, y el deseo de cuantificar se convierte en necesidad extrema. Esta tendencia a usar sólo índices cuantificables –como el número de *papers*– es ya mala en Economía, peor en Sociología y suicida en Metaciencia, pero se usa porque es 'práctica'. Así un informe de UNESCO (1968) afirma que los países subdesarrollados necesitan un científico cada mil habitantes como mínimo, observación tan vacía como decir que un hombre necesita respirar x moléculas por hora, sin especificar de qué moléculas se trata. Si nuestros científicos llegasen a importar científicos norteamericanos medios hasta completar esa cuota, estaríamos perdidos por varias generaciones.

El hecho concreto es, pues, que los logros científicos tienden cada vez más a medirse por criterios cuantificables, lo cual supone ser sinónimo de 'objetivo' y 'científico'. Un resultado natural es la masificación de la ciencia: cualquiera que se las haya arreglado para cumplir formalmente con esos criterios, debe ser admitido en el grupo. Pero es bien sabido que el cumplimiento de requisitos fijos requiere una habilidad poco relacionada con la inteligencia y la sabiduría. Estas no molestan, al contrario, pero no son indispensables, pues se trata sólo de realizar ciertos actos o rituales específicos que, como veremos, no son muy difíciles. De paso, esa falacia de simplificación que consiste en describir un fenómeno complejo mediante unos pocos índices –cuantificables o no–, es un ejemplo más de la 'ciencia universal' para tratar de problemas fuera de las ciencias físicas, debido a su insistencia en copiar los métodos de ésta. Es evidente que los criterios universalistas como el I.Q., las notas de los exámenes, o el número de *papers* publicados, son más o menos satisfactorios para el grueso de los casos. Pero cuando se trata de valorar el talento, es mucho más importante no equivocarse en la pequeña minoría por encima de los '3 sigma' de desviación con respecto al promedio. Lo que ocurre es que este sistema social no está realmente interesado en ese problema; prefiere definir el médico como interesado en poseedor de un diploma otorgado por una Universidad reconocida, dejando en segundo término si realmente sabe curar.

Muchos creen aún que la capacidad de hacer un *paper* publicable es capacidad suficiente de 'sabiduría', aunque aceptan que tener un diploma de médico no es garantía de saber curar. He tenido que leer demasiados *papers* en mi vida para compartir esa opinión. Creo que es garantía de algunas importantes virtudes positivas: laboriosidad, tenacidad, *need of achievement*, amor propio, aderezadas con una cierta dosis de inteligencia específica y gusto por la ciencia. No es garantía de tener espíritu crítico ni ideas originales, grandes o pequeñas.

Piénsese en lo trillado y nítido del camino que tiene que seguir un joven para llegar a publicar. Apenas graduado se lo envía a hacer una tesis a perfeccionarse al hemisferio Norte, donde entra en algún equipo de investigación conocido. Tiene que ser rematadamente malo para no encontrar alguno que lo acepte. Para los graduados de los países subdesarrollados hay consideraciones especiales, becas, paciencia.

Allí le enseñan ciertas técnicas de trabajo –inclusive a redactar *papers*–, lo familiarizan con el instrumental más moderno y le dan un tema concreto vinculado con el tema general del equipo, de modo que empieza a trabajar con un marco de referencia claro y concreto. Es difícil para los no

investigadores darse cuenta de la ventaja que esto último significa. Se le específica incluso qué tipos de resultados se esperan, o qué hipótesis debe probar o refutar. Puede consultar con sus compañeros –a veces también con el jefe del equipo, pero es más raro que sea accesible, porque está de viaje, o con problemas administrativos, o porque es demasiado excelso para que se lo moleste–, dispone de la bibliografía y tecnología necesarias, escucha los comentarios de los visitantes, y puede dedicarse a su trabajo tiempo completo. Cuando consigue algún resultado, la recomendación de su jefe basta para que su trabajo sea publicado en una revista conocida, y ya ha ingresado al club de los científicos.

Nótese que en todos estos pasos la inteligencia que se requiere es más receptiva que creativa, y receptiva en el tema de que se trata, nada más (en cuanto se tiene un poco más que eso, ya empieza uno a destacarse). El joven recibe sus instrucciones de trabajo especificadas y la investigación procede según reglas de juego establecidas de antemano (sé que esto provocará protestas de todos los que se sintieron abandonados y perdidos durante los primeros meses, al llegar a un laboratorio extranjero, pero traten de comparar esa sensación con la de estar trabajando solos, en un lugar aislado, teniendo incluso que elegir solos el tema de tesis y que juzgar solos la importancia del resultado). Poca diferencia hay entre esto y sus estudios universitarios, salvo la dedicación. Aquello de “90% de transpiración...” sigue valiendo, pero con 99,9.

Si en el curso de algunos años ha conseguido publicar media docena de *papers* sobre la concentración del ion potasio en el axón del calamar gigante excitado, o sobre la correlación del número de diputados socialistas y el número de leyes aprobadas, o sobre la representación de los cuantificadores lógicos mediante operadores de saturación abiertos, ya puede ser profesor en cualquier universidad, y las revistas empiezan a pedirle que sirva de referee o comentarista. Pronto algún joven se acerca a pedirle tema de tesis (o porque es bueno o porque los buenos no tienen más lugar) y a partir de entonces empieza a adquirir gran importancia su talento para las relaciones públicas. Pero aunque hubiera no uno, sino cien de estos científicos por cada mil habitantes, los problemas del desarrollo y el cambio no estarían más cerca de su solución. Ni tampoco los grandes problemas de la ciencia ‘universal’.

Los más capaces, los más creativos, sufren también la influencia de este mecanismo, y sometidos a la competencia de la mayoría se ven presionados a dedicar sus esfuerzos a cumplir esos requisitos formales, para los cuales, justamente muchas veces no tienen habilidad. Y aunque el sistema

deja todavía muchos resquicios y oportunidades para los más inteligentes, podemos decir por lo menos que no estimular la creatividad y las grandes ideas, sino el trabajo metódico (útil pero no suficiente para el progreso de la ciencia y la adaptación a normas establecidas).

No es de extrañar que la masa cada vez mayor de científicos esté absorbida por la preocupación de esa competencia de tipo empresarial que al menor desfallecimiento puede hacerle perder subsidios, contratos y prestigio, y se deje dominar por la necesidad de vender sus productos en un mercado cuyas normas es peligroso cuestionar. Y eso ocurre aunque políticamente está a veces en contra del sistema social del cual el mercado científico es un reflejo.

Y no es de extrañar tampoco que estos últimos 35 años –una generación– no hayan visto la aparición de ninguna idea del calibre que nos dieron Darwin, Einstein, Pasteur, Marx, Weber, Mendel, Pavlov, Lebesgue, Gödel, Freud o la pléyade de la mecánica cuántica. La ciencia de la sociedad de consumo ha producido innumerables aplicaciones de gran importancia, desde computadoras hasta órganos artificiales, pero ninguna de esas ideas emocionantes, verdaderos momentos estelares de la humanidad, a que nos referimos más arriba.

Esta es una afirmación que necesita muchas más pruebas que las que puedo dar aquí, pero me parece indispensable hacerla, porque en la medida en que sea cierta, la ciencia actual esta usufructuando indebidamente el prestigio de obra humana universal que conquistó mercedamente la ciencia del siglo XIX y el primer tercio del siglo XX, y eso deforma la visibilidad política de los científicos.

Cualquier especialista angustiado por publicar antes que sus competidores, cualquier lector de revistas científicas generales o de divulgación, quedará indignado ante la afirmación de la ciencia hoy no avanza como la de ayer cuando su sensación es que le resulta imposible mantenerse informado siquiera superficialmente de todo cuanto se hace. Y es verdad que la ciencia actual avanza mucho en extensión. Lo que yo afirmo es que avanza menos que antes en profundidad (creo que la metáfora es clara, ya que no científica).

Faltan grandes ideas –o al menos hay escasez de ellas–, sobre la diversidad y detalle. La calidad se ha transformado en cantidad. Dado el tamaño de este volumen estoy obligado a pintar la situación en blanco y negro, admito que la realidad no es tan extremista y presenta posibles excepciones. Hay casos discutibles que pueden ser propuestos como contraejemplos. La biología molecular ha logrado hermosos resultados; la economía debe

mucho a Leontiev y a la investigación operativa; se habla mucho de Cibernética y teoría de la información como armas revolucionarias para todas las ciencias.

Sin entrar en la discusión seria de estos casos, repetimos sin embargo que son discutibles. La biología molecular, en el terreno de las grandes ideas, ha hecho poco más que confirmar y completar viejas afirmaciones de la Bioquímica clásica, llegando al análisis completo de muchos procesos y sustancias complicadas y dando los mecanismos de biosíntesis de algunas de ellas. Ha producido ideas importantes como la doble hélice y el mecanismo genético para la síntesis de proteínas, pero que no están en las categorías mencionadas más arriba. Tal vez cuando se proponga una teoría de la memoria o de las mutaciones grandes se podrá hablar de contraejemplos, pero por ahora se ve más ingenio que genio y, por supuesto, mucha laboriosidad.

La Cibernética, inventada por los norteamericanos y adoptada por los rusos con fervor – después de haberla rechazado al principio por motivos ideológicos- es un concepto muy amplio y que da poco ‘jugo’. No hay allí ninguna idea sino la sola observación de que el control se consigue eficientemente por realimentación; muy poco más que eso –a nivel general-, aunque, por supuesto, es una observación que se aplica a casi todos los mecanismos (físicos o fisiológicos) que andan por ahí. Más útil que saber que uno habla en prosa, no llega a compararse en importancia siquiera con ideas como la de usar principios variacionales, en el mismo orden de generalidad.

La teoría de la información es un caso análogo: salvo en la ingeniería de comunicaciones – campo para el cual fue inventada-, lo único que se usa de ella es su definición cuantitativa de información como entropía negativa, lo cual ‘viste’ mucho, pero es un concepto muy limitado para tan pretencioso nombre. Tanto ésta, como la Cibernética (y la teoría de los juegos) son síntomas claros en la ciencia actual. Nacidas legítimamente para resolver problemas concretos, han sido prácticamente comercializadas por los que quieren disimular la falta de ideas afectando sofisticación matemática o física, como el médico cubría su ignorancia con latinajos. La investigación operativa por lo menos promete dar grandes ideas. Es una rama de la Matemática, nueva por su enfoque, y con abundantes muestras de ingenio y métodos propios, que cuando desemboque en una teoría general de la decisión es posible que alcance esa categoría máxima. Pero nótese otra vez la influencia del sistema: esta nueva ciencia nació para satisfacer muy concretas necesidades empresariales y militares; es natural, pues, que sea la

que muestra más vitalidad. La Matemática ‘pura’, en cambio, está dedicada a un juego esotérico que no parece llevar a ninguna parte.

Los físicos y químicos no pueden enorgullecerse de ideas y teorías al nivel de la investigación operativa o de la biología molecular, aunque sí de muchos descubrimientos importantes hechos con los nuevos aparatos de los que disponen. La mayoría de sus resultados están en la categoría de lo que los franceses llaman ‘burro que trota’: si se persevera se llega, sin necesidad de mucha inteligencia, porque el camino está claro gracias a las grandes ideas en la actividad teórica de los físicos.

En las ciencias humanas el panorama es más desolador todavía. El uso indiscriminado de la estadística y la imitación acrítica de los métodos de las ciencias físicas no permiten tener grandes esperanzas para el futuro próximo. (Toynbee hace mucho tiempo hizo observaciones muy similares con respecto a los historiadores). Intentos ambiciosos como la teoría de la acción de Parsons, no parecen haber justificado las esperanzas que despertaron. No hay ideas nuevas en psicología (la escuela de Piaget se inició en el primer tercio de nuestro siglo), y sólo la introducción de modelos matemáticos de aprendizaje da algo de frescura a este campo. La mayor vitalidad y originalidad se encuentra en los críticos de la sociedad actual en su forma más moderna, el nuevo estado industrial. Galbraith, Wright Mills, Marcuse y varios otros son precursores del estudio científico del cambio de la sociedad, que debería ser, así lo espero, el semillero de las nuevas grandes ideas.

Esta escasez de genio –ideas que son cualitativamente distintas- asume su verdadera proporción cuando se la compara con la superabundancia de medios disponibles. Hoy hay más científicos vivos que en toda la historia previa de la humanidad, y disponen de recursos en cantidad más que proporcional a su número. Con esos recursos adquieren aparatos y materiales maravillosos, asistentes bien entrenados, bibliografía completa y rápida. Disfrutan de gran prestigio y de sueldos nada despreciables. ¿Qué han producido con todas esas ventajas? Toneladas de papers y muchos objetos, pero menos ideas que antes. Así, pues, insisto: a pesar de la frenética actividad, el superejército de los científicos de esta generación ha producido en el estilo consumista, gran cantidad de bienes para su mercado, de calidad buena pero nada extraordinaria. Son los tecnólogos los que han brillado, creando extraordinarios bienes materiales para consumo de las masas, los ejércitos, las empresas y los científicos: computadoras, televisión, espacionaves, bevatrones, y cada año, modelos de automóviles. Ramas de la ciencia vegetan sin desarrollarse, y entre éstas la que más nos interesa: la

ciencia del cambio de la estructura social.

Y es muy importante notar que este fenómeno no está ligado a la propiedad de los medios de producción (otra falacia de simplicidad en el estudio de sociedades). Los científicos soviéticos no han producido ideas comparables a las del mundo occidental y ni siquiera comparables a las que concibieron Mendeliev, Pavlov, Chevichev, Lomonosov, en la época feudal zarista. Su ciencia natural actual es indistinguible de la norteamericana, y su ciencia social –campo en la cual se suponía que el método y la teoría marxista les darían amplias ventajas- es un desierto silencioso.

Por supuesto los otros países socialistas son demasiado nuevos para poder juzgar su producción científica. No puede descartarse que cuando se sepa bien en qué consiste la ‘revolución cultural’ china, resulte contener algún concepto importante para la sociología y la ciencia política. Huelga aclarar que estas opiniones no son populares entre los científicos, y que serán rechazadas enfáticamente por superficiales, subjetivas, parciales y no científicas en general. Las discusiones serán largas y engorrosas, entre otras cosas, porque una de las tantas lagunas de la ciencia actual es no haber desarrollado una teoría de la importancia, ni siquiera de la importancia, ni siquiera a la altura de la enclenque teoría de la verdad de los epistemólogos.

Admito que si alguien prefiere creer que esta escasez de grandes ideas es un fenómeno inevitable producido por el propio desarrollo en profundidad de la etapa anterior –así como un profundo avance militar requiere un largo tiempo de operaciones menos espectaculares de consolidación- está en su derecho. Pero esa será una creencia basada en analogías mucho menos científicas que la esquemática explicación causal aquí intentada. De todos modos, me parece que queda demostrado que una distinta asignación de los escasos recursos humanos de alta calidad intelectual que existen habría dado otro tipo de ciencia. Nuestra ciencia está moldeada por nuestro sistema social. Sus normas, sus valoraciones, sus élites, pueden ser cuestionadas; existen no por derecho divino ni ley de la naturaleza sino por adaptación de la sociedad actual, y pueden estar completamente inadaptados a una sociedad futura.

Hay bastantes motivos para confiar en que una nueva sociedad favorecerá el florecimiento de grandes ideas, y no sólo por su interés en nuevas ramas de la ciencia sino porque permitirá nuevos modos de trabajo. Si los grandes pensadores se pusieran a pensar en cómo recuperar a los muchos grandes pensadores en potencia que hoy se pierden por ser como es este sistema social, el efecto multiplicador sería inimaginable.

Si pudieran dedicar un esfuerzo equivalente al costo de la propaganda comercial a organizar un sistema inteligente de recuperación de la información científica producida en todo el planeta –tarea que llevaría muchos años y conceptos originales- habríamos ascendido a otro nivel de eficiencia.

Pero este sistema social, si bien no excluye explícitamente ninguna de estas actividades, las hace prácticamente imposibles, porque violan sus métodos habituales de funcionamientos y amenazan poner en descubierto sus defectos más profundos. Lo que actúa más eficazmente es el mecanismo de autocensura: el sistema tiene todavía muchos resquicios que podrían aprovecharse (cada vez menos), pero el temor en caer en desgracia, a hacer el ridículo, es suficiente para alejar a la mayoría de los investigadores de los temas que los mismos consideran que puedan ser considerados de peligrosos por el sistema o de poco serios por sus colegas.

La tarea de investigar al sistema en su totalidad es, por ahora, dominio casi exclusivo de los ideólogos de partido, rápidamente detectados y etiquetados por los científicos, que con ese sólo juicio descartan todos sus argumentos, entre los cuales siempre hay algunos muy válidos. La mayoría de las veces encuentran justificación en el carácter dogmático y poco realista de estos ideólogos. Estos a su vez achacan justificadamente a los científicos indiferencia ante los problemas sociales, y el resultado es una separación muy neta entre ambos, que no estimula por cierto el estudio serio del cambio.

Todo este conjunto de características de la investigación científica actual es lo que podríamos llamar ‘cientificismo’. Resumiendo, científicista es el investigador que se ha adaptado a este mercado científico, que renuncia a preocuparse por el significado social de su actividad, desvinculándola de los problemas políticos, y se entrega de lleno a su ‘carrera’, aceptando para ella las normas y los valores de los grandes centros internacionales, concentrados en un escalafón.

El científicismo es un factor importante en el proceso de desnacionalización que estamos sufriendo; refuerza nuestra dependencia cultural y económica, y nos hace satélites de ciertos polos mundiales de desarrollo. El científicista en un país subdesarrollado es un frustrado perpetuo. Para ser aceptado en los altos círculos de la ciencia debe dedicarse a temas más o menos de moda, pero como las modas se implantan en el Norte, siempre comienza con desventaja de tiempo. Si a esto se agrega el menor apoyo logístico (dinero, laboratorios, ayudantes, organización) es fácil ver que se ha metido en una carrera que no puede ganar. Su única esperanza es mantener lazos estrechos con su Alma Mater – el equipo científico con quien hizo su tesis o aprendizaje-, hacer viajes



frecuentes, conformarse con trabajos complementarios o de relleno de los que allí se hacen, y en general llegar a una dependencia cultural total.

Algo más felices son aquellos cuyo campo tiene un aspecto local esencial. Geólogos, biólogos, antropólogos, cuando se conforman en describir características locales, renuncian para siempre a la primera categoría científica, pero en cambio realizan una tarea de recolección de datos muy apreciadas por aquellos que los utilizarán como materia prima en el Norte, y sin riesgos de competencia por parte de esos centros más avanzados. Este tipo de investigador no es un científico puro, aunque comparte muchas de sus características. Más le corresponde el nombre de ‘subdesarrollado’, porque aunque utilice las técnicas más modernas, su labor se reduce a suministrar materia prima – datos empíricos- para ser elaborada en los centros internacionales.

Ellos también usan el *paper* como medida de su trabajo, y aquí eso tiene algún sentido, pues son pocas las ideas, y el trabajo rutinario –aunque sea de calidad- se mide bastante bien por la cantidad producida. Innumerables *papers* se han publicado en este país sobre mediciones de isótopos radiactivos, estructura molecular por resonancia paramagnética, descripciones de especies biológicas, análisis de aceites esenciales, cartas geológicas, composición de las importaciones, origen social de los militares o número de científicos exiliados. A esa categoría pertenece también el famoso proyecto Camelot, lo cual muestra otros peligros de investigación dependiente. Y ya que estamos clasificando, completamos el panorama con los ‘fósiles’ o pseudocientíficos, que todavía constituyen una parte apreciable de nuestro profesorado universitario. Estos son simplemente ignorantes: interpretarían a esta crítica a la ciencia actual como un llamamiento a no estudiarla y una justificación a su incapacidad. Es un grupo en retroceso, acosado por los científicos, en vías de extinción, pero todavía fuerte, especialmente en las ciencias biológicas y sociales. No tienen otro objeto que aferrarse a sus cargos y durar.

#### IV- Autonomía Científica.

La ciencia actual, en resumen, está adaptada a las necesidades de un sistema social cuyo factor dinámico es la producción industrial masificada, diversificada, de rápida obsolescencia; cuyo principal problema es vender –crear consumidores, ampliar mercados, crear nuevas necesidades o como quiera decirse- y cuya institución típica es el gran consorcio, modelo de

organización y filosofía para las fuerzas armadas, el gobierno y las universidades.

Es lógico que este sistema estimule la especialización, la productividad, la competitividad individual, la invención ingeniosa, el uso de aparatos, y adopte criterios cuantitativos, de rentabilidad de inversiones para evaluar de todo tipo de actividad. Esto se refleja, hemos visto, en la ciencia actual de todo el mundo: en los países desarrollados por adaptación, y en los demás por seguidismo, por colonialismo científico. El que aspire a una sociedad diferente no tendrá inconvenientes en imaginar una manera de hacer ciencia muy distinta de la actual. Más aún, no tendrá más remedio que desarrollar una ciencia diferente. En efecto, la que hay no le alcanza como instrumento para el cambio y la construcción de un nuevo sistema. Puede aprovechar muchos resultados aislados, pero no existe una teoría de la revolución ni una técnica de implementación de las utopías. Lo que dijo Marx hace más de cien años y para otro continente no fue desarrollado ni adaptado a nuestras necesidades –ni corregido- de manera convincente, y hoy veinte grupos pueden decirse marxista y sostener posiciones tácticas y estratégicas totalmente contradictorias. Si no se quiere proceder a puro empirismo e intuición, no hay otro camino que hacer ciencia por cuenta propia, para alcanzar los objetivos propios.

Esto significa inscribirse en el movimiento pro autonomía cultural, que es la etapa más decisiva y difícil de la lucha contra el colonialismo. Lo que significa la autonomía cultural está en general claro, salvo justamente en lo que respecta a la ciencia, y eso por las razones que hemos dado. No es mucha la autonomía científica que podamos conseguir sin cambiar el sistema social o sin que ese sea nuestro objetivo. Y no cambiaremos gran cosa el sistema si logramos independizarnos científicamente aunque sea en parte.

Esto no es tan fácil de conseguir, no sólo por sus dificultades intrínsecas, sino porque debemos enfrentarnos a toda una campaña organizada para la “integración científica” de América Latina, que se opone a la autonomía. Iniciada formalmente en Punta del Este en la reunión de los presidentes en enero del 67 para ‘estimular el desarrollo’ de nuestra ciencia, prosigue con las actividades del Consejo Interamericano Cultural, que organiza el ‘Centro de Excelencia’ para educar de manera homogénea a los investigadores y profesores latinoamericanos según las indiscutidas normas de la ‘ciencia universal’. Simultáneamente, nuestros gobiernos, preocupados por el atraso económico, claman ante la CEPAL (Lima, abril de 1969) para que el hemisferio Norte nos transmita a mayor velocidad su ciencia y su tecnología. Y la National Academy of Science promueve reu-

niones de cooperación científica, como la de Mar del Plata, julio de 1969.

Con eso nos atan más fuertemente, aún a la sociedad de consumo, que es aceptada sin discusión como único estilo concebible del desarrollo. Y lo más ridículo es que todas estas actitudes son aplaudidas o vistas con buenos ojos hasta por aquellos que luchan sinceramente contra la dependencia económica. Aceptar la tecnología del Norte significa producir lo mismo que ellos, competir con ellos en el terreno que ellos conocen mejor, y por lo tanto, en definitiva perder la batalla contra sus grandes corporaciones, suponiendo que se desee darla. Y digo esto último porque si aceptamos su tecnología a sea si aceptamos que nos enseñan a penar, haremos lo mismo que ellos, seremos como ellos, y entonces pierde sentido toda lucha por la independencia económica o incluso política. La solución lógica en tal caso es la que eligió Puerto Rico.

Esta nueva política norteamericana de fomentar nuestra ciencia ha desorientado a nuestros científicos politizados. No existiendo –un ejemplo más– una ciencia de las relaciones coloniales, se siguen aplicando análisis hechos esencialmente a principios de siglo con escasas modificaciones. Así, la imagen de un país dependiente es la de exportador de materias primas e importador de bienes manufacturados en la metrópoli. Esto ya tuvo que modificarse para el caso cada vez más general de los consorcios metropolitanos que instalaban fábricas filiales en la periferia, pero de todos modos se aceptaba hasta hace muy poco sin discusión que el imperialismo era enemigo de que progresaran nuestra ciencia y nuestra tecnología. No parecía incluso que aprovechar un subsidio extranjero para investigación científica era casi como arrebatar las armas al invasor.

¿Por qué entonces tanto interés norteamericano, reflejado por los gobiernos títeres de nuestros países, en elevar nuestro nivel científico? No se trata de una ‘contradicción del capitalismo’; por el contrario, es una estrategia correcta para ellos, y si alguna contradicción hay es que la guerra de Vietnam y sus demás problemas no permiten a los Estados Unidos llevar adelante esta política con la intensidad deseada. El hecho crucial es que el gran consorcio –el personaje más importante de la nueva ‘sociedad industrial’– necesita expandirse sea como sea; implantar fábricas en todas partes del mundo, crear allí consumidores como los de la metrópoli (para que demanden los mismos bienes) y reclutar personal ejecutivo, administrativo y técnico-científico para seguir creciendo.

Como ya no es propiedad de una o dos familias, se ha despersonalizado y racionalizado al extremo, perdiendo el prejuicio de emplear sólo compatriotas en puestos de responsabilidad. No les molesta ya poner en cargos

de importancia a ‘nativos’, con tal que sean más fieles a la empresa que al país. Pero eso es fácil si el ideal de vida aceptado por el país es el consumista, y más aún si se agita la simpática bandera de la integración de los países hermanos contra el poco nacionalismo que aún queda.

Esta política ya dio buenos dividendos en Europa y está a punto de triunfar en América. Su objetivo final es homogeneizar culturalmente al mundo: todos seguiremos las mismas modas en el vestido, la comida, la lectura, los entretenimientos, la investigación científica. La libertad consistirá en poder elegir entre diferentes marcas de cigarrillos, automóviles, colas, espectrofotómetros, estaciones de televisión o cadenas de hoteles de turismo. Todos podemos servir como engranajes del mismo sistema, a nivel de consumidores, obreros o técnicos. Contra lo que nos decían los ingenuos análisis izquierdistas, el imperialismo trata de unirnos con nuestros vecinos, porque ya estamos en una etapa que esta unión no nos refuerza contra él, sino que nos quita la libertad de acción y permite dominar a los díscolos a través de la mayoría sumisa. Es la unidad del rebaño, no la del ejército. Así, en el caso de la integración científica, todo intento de autonomía quedará sofocado, pues el común denominador de todos los países latinoamericanos es la ciencia standard del hemisferio Norte que hemos descrito, y al aceptar unirnos tenemos que acatar el criterio de la mayoría.

Todo intento de homogeneizarnos es peligroso mientras provenga de afuera. La TV educativa, la enseñanza por medio de computadoras, los textos uniformes, son formas dulces pero eficaces del lavado de cerebro porque transmiten conocimiento enlatado en el exterior. Corolario: la autonomía científica debe defenderse a toda costa, así como también las demás formas de independencia cultural. La integración científica no debe aceptarse. Nótese que el éxito de este programa de integración sería un golpe mortal para los fósiles de nuestras universidades, incapaces de alcanzar el nivel de capacidad que se propone. Nadie lo lamentará, pero no olvidemos que de todos modos están en proceso de extinción. Los científicistas hacen de esta derrota de los fósiles una bandera que confunde a muchos (otra vez la falacia triangular). En este contexto colonialista, creer que los fósiles son el enemigo principal de la ciencia argentina es tan ingenuo como creer que el latifundista criollo es el enemigo principal de nuestra independencia económica. El peligro principal es perder nuestra identidad nacional, la poca que nos queda. Una vez asimilados totalmente al bloque de la cultura consumista habremos perdido toda oportunidad de elegir nuestros objetivos propios y el sistema social más adecuado para conseguirlos.

Debemos pues aclarar en qué consiste esta autonomía científica, y cómo se relaciona con nuestro problema central: el cambio de sistema. En primer lugar sostengo que aun desde el limitado punto de vista desarrollista es necesaria la autonomía científica. Y además, que ella es al mismo tiempo más beneficiosa para el adelanto de la Ciencia –con mayúscula– que el seguidismo científicista.

Pero debemos insistir, a riesgo de repetirnos, sobre el significado de esta autonomía, pues es fácil atacar por medio del ridículo la idea de una ciencia argentina. ¿Qué es una Física argentina, o una Sociología argentina, aparte de aplicaciones locales de verdades universales descubiertas por estas ciencias? La ley de la gravitación no es inglesa aunque haya sido descubierta allí. Lo que es verdad en Nueva York también lo es en Buenos Aires. Lo que ocurre es que la verdad no es la única dimensión que cuenta: hay verdades que son triviales, hay verdades que son tontas, hay verdades que sólo interesan a ciertos individuos. “Una proposición significa algo si y sólo si puede ser declarada verdadera o falsa”, afirma una escuela filosófica muy en boga entre los científicos norteamericanos. Yo no lo creo: hay otra dimensión del significado que no puede ignorarse: la importancia.

Es cierto que un teorema demostrado en cualquier parte del mundo es válido en todas las demás, pero a lo mejor a nadie le importa (lo sé muy bien, como autor y lector de numerosos teoremas que no interesan prácticamente a nadie). La respuesta habitual a eso es: “no se sabe nunca; tal vez dentro de diez años este teorema va a ser la piedra fundamental de una teoría importantísima”, y se dan algunos ejemplos históricos (pocos, y casi todos dudosos). Sí, como posibilidad lógica no se puede descartar, pero ¿cuál es su probabilidad? Porque si es muy cercana a cero no vale la pena para molestarse. Además seamos realistas: si un teorema que yo descubro hoy resulta importante dentro de diez años, es seguro que el científico que lo necesite para su teoría lo va a redescubrir por su cuenta, y recién mucho después algún historiador de la ciencia diga: “ya diez años antes ese teorema había sido demostrado en Argentina”. No interesa. Ese valor potencial de cualquier descubrimiento científico es el que tendría un ladrillo arrojado al azar en cualquier sitio, si a alguien se le ocurriera construir allí una casa. Es posible, pero no se puede organizar una sociedad, ni la ciencia de un país, con este tipo de criterio. No todas las investigaciones tienen la misma importancia, y por lo tanto la misma prioridad; ellas no pueden elegirse al azar. Y la importancia es algo esencialmente local; una teoría sobre el petróleo no tiene el mismo interés en Suiza que en Venezuela. Nosotros no debemos usar los criterios de importancia en el hemisferio

Norte. Y si usamos nuestros propios criterios ya habremos comenzado a hacer ciencia argentina.

La otra característica local, nacional, de la ciencia es la gran complejidad propia y de interacción con el medio, que presentan todos los sistemas y fenómenos en escala humana. En efecto, si bien un átomo es el mismo en todas partes –se lo describe con las mismas variables y está sujeto a las mismas acciones externas– ya no ocurre lo mismo con un río, para citar otro ejemplo físico. Lo que se puede afirmar válidamente para todos los ríos –la teoría general de los ríos– no nos ayuda gran cosa para hacer predicciones interesantes en nuestra escala de tamaño y tiempo, sobre su comportamiento: inundaciones en cada uno de sus puntos, cambios de forma del lecho, características de sus puertos, etcétera. Son tantas las variables que intervienen –características propias del río y condiciones de contorno como el terreno y el clima– y de importancia relativa tan diferente según el río, que es absurdo construir un modelo general que sirva para cualquier río con sólo cambiar los valores numéricos de los parámetros.

Cada río necesita su propia ‘teoría’, que consiste en primer lugar en discernir cuáles son los factores importantes para su comportamiento en función de los objetivos del estudio, y luego combinarlos según leyes específicas porque son casos particulares especiales de leyes generales desconocidas. Y si esto pasa con un sistema natural como un río, es claro que sucede en mayor grado con los sistemas sociales o biológicos.

Han fracasado hasta ahora los esfuerzos de la Economía y la Sociología por establecer leyes generales que sirvan para algo interesante a nuestra escala. Las pocas leyes válidas son tan amplias que resultan triviales, o se refieren a escalas de tiempo inútiles para la acción (como la teoría de las civilizaciones de Toynbee, si fuera cierta). Y las que sirven para guiar la política económica de un país europeo no tienen casi nunca validez aquí. La insistencia en querer aplicarnos leyes empíricas, criterios o instrumentos que han probado alguna eficiencia en el Norte, es un concepto erróneo de la ciencia por parte de los que desde allí lo proponen, y es mero seguidismo por parte de los que los aceptamos. Los ejemplos que pueden darse al respecto son infinitos.

Si alguna afirmación científica nos permite hacer la experiencia, es que conviene plantear el estudio de cada problema social y de otros de análoga complejidad en su marco de referencia local, buscando factores importantes y las leyes adecuadas al caso particular, sin despreciar la experiencia universal, pero sin aceptarla a priori. Hacer eso en Argentina es hacer ciencia argentina. Y sus adelantos contribuirán a construir esa ciencia social

universal, hoy tan endeble, más que el seguidismo a las ideas del hemisferio Norte. Para evitar confusiones, insistiré en que la autonomía científica es independencia de criterio, actitud crítica, pero de ninguna manera rechazo indiscriminado de todo lo que provenga de otro país: ideas, aparatos, información. Basta recordar que la ciencia del Norte ha producido una fuerza física irrefutable, las armas, a las cuales sería suicida renunciar por mucho afán de independencia cultural que se tenga.

Hay desgraciadamente pocos ejemplos en el mundo que nos sirvan de guía para no caer en extremismos infantiles, pues hoy el país que no copia a los Estados Unidos copia a la URSS (en rigor, de China no se sabe nada). Una posición más razonable me parece ver en algunos aspectos del movimiento pro *black studies* de los negros norteamericanos. Algunos estudiantes negros se rehúsan a caracterizar a los grupos sociales con las variables usadas por los sociólogos blancos, porque ellas no siempre son las más útiles para comprender lo que ocurre, por ejemplo, con las familias negras. Las variables que describen a la familia negra deben ser elegidas teniendo en cuenta sus problemas especiales, los objetivos que persiguen los negros y los instrumentos de acción que ellos pueden manejar.

Por mi parte creo que hay un método de trabajo que prácticamente obliga a hacer ciencia autónoma razonable. Es el estudio interdisciplinario de problemas grandes del país, incluyendo una adaptación a éste de la enseñanza superior.

Por 'estudio interdisciplinario' no quiero decir un equipo dirigido por un biólogo, por ejemplo, en el que actúan como colaboradores secundarios químicos, estadísticos o economistas, ni tampoco un estudio múltiple de los distintos aspectos del problema hecho por varios especialistas que trabajan cada uno por su cuenta. El primer tipo de estudio es en realidad monodisciplinario y el segundo multidisciplinario. El 'inter' indica un grado de organización y amplitud mayor: los distintos aspectos discutidos en común por especialistas de igual nivel en las disciplinas, para descubrir las interconexiones e influencias mutuas de esos aspectos, y para que cada especialista aproveche no sólo los conocimientos, sino la manera de pensar y encarar los problemas habituales en los demás. Esta interacción de disciplinas, que exige discusión, crítica y estímulo constante entre los investigadores, y permite que ideas y enfoques típicos de una rama de la ciencia se propaguen de manera natural a las demás, me parece una garantía de éxito.

Tomemos como ejemplo el estudio de una región como el Chaco o la Patagonia. Es costumbre en estos casos hacer investigaciones separadas de los aspectos geográficos, ecológicos (cuando no simplemente descrip-

ción de especies), económicos y sociales, aunque cada uno de esos equipos incluye colaboradores de diversas disciplinas 'auxiliares'. Al no ser integrados esos equipos, no pueden poner de acuerdo sus evaluaciones de la importancia relativa local de los diferentes subproblemas de que se compone la investigación, y entonces cada equipo hace un estudio 'neutro', siguiendo criterios universalistas y se recoge una cantidad de información que dice un poco de cada cosa y no es suficiente para ninguna. Así, el ecólogo puede estudiar infinitas cosas interesantes, pero en un equipo interdisciplinario elegirá aquellas que sean más útiles según los criterios comunes a todos (que en el caso ideal estarán guiados por un plan, estrategia política u objetivos nacionales). Lo mismo puede decirse del antropólogo, del economista y hasta del cartógrafo. Si trabajan cada uno por su cuenta, caen indefectiblemente en los criterios ortodoxos de sus ciencias, por falta de otra orientación. Si se integran, no pueden perder de vista que el estudio se hace en este país, con estos objetivos y estos recursos, que deben asignarse eficientemente. Es muy distinto estudiar la fauna general que estudiarlo en función de ciertos usos específicos posibles. Es muy distinto estudiar la fauna general de una región que buscar enemigos naturales de ciertas especies que se quieren implantar. Es muy distinto estudiar la cultura entera de una tribu que preocuparse especialmente por sus probables actitudes si se la tiene que desplazar de su territorio usual porque allí se hará un embalse.

Es de notarse que estas cuestiones parecen superficialmente ser de ciencia aplicada pero, como siempre, en cuanto se quieren tratar en serio conducen a la investigación teórica original. Huelga decir que la solución de cualquier problema social requiere un planteo teórico, casi siempre con alguna dosis de originalidad, antes y después de la recolección de datos. Que la observación activa de la naturaleza conduce a cuestiones teóricas tampoco es novedad: no es por simple aplicación de lo que ya se sabe que se resuelven problemas como la desulfuración de un petróleo o la contaminación de ciertas aguas o suelos. Pero aún en el campo de la Matemática abstracta pueden surgir problemas teóricos nuevos en cuanto uno se propone utilizarla sin preconcepciones, como me ha tocado verificar.

En efecto, por el solo hecho de intentar la sistematización global y razonablemente detallada de sistemas económico-sociales, pero buscando hacerlo de modo que resulte útil para tomar decisiones y comparar distintas estrategias —no sólo para publicar *papers*— se ve uno llevado poco a poco a descartar las herramientas clásicas del Análisis y el Álgebra. Eso no debería sorprender a nadie, a posteriori, pues casi todas las motivaciones

externas para el desarrollo de esas herramientas provinieron de la Física, cuyos problemas son de otro tipo. Ese intento, hecho ya sin prejuicios, lleva a modelos matemáticos de tal complejidad que resulta imposible extraer de ellos conclusiones generales, mediante el examen ortodoxo de cada una de sus fórmulas o ecuaciones. Ya he desarrollado este tema en otras publicaciones, de modo que me limito aquí a decir que el manejo de estos modelos grandes requiere punto de vista no complementados en las ramas de moda en la Matemática actual. El método que se está empezando a desarrollar ya tiene nombre –Experimentación Numérica– pero no justificación teórica; es parecido al de la simulación (también carente de teoría general) pero incluye no sólo nuevas necesidades a estudiar por la Estadística, sino ramas apenas tratadas ‘empíricamente’, como la taxonomía numérica, cuya teoría está en pañales.

Tal vez los matemáticos jóvenes hallarían un campo para satisfacer su vocación teórica tratando, pues, de resolver este gran problema práctico de representar un sistema complejo y manejar luego esa representación o modelo de manera que se pueda extraer algún tipo de conclusiones útiles. No se trata pues de hacer ciencia aplicada, sino de no romper la cadena completa de la actividad científica: descripción, explicación, predicción, decisión. El académico desprecia el último eslabón; el empírico se queda sólo con él. Aquí se propone empezar por él, pues decidir implica haber definido los objetivos y por lo tanto da el verdadero planteo del problema. Y luego ir hacia atrás funcionalmente: Predecir, no para tener la satisfacción de acertar, sino para poder decidir, o sea elegir entre varias posibilidades la que mejor logrará los objetivos. Explicar no por el placer de construir teorías, sino para poder predecir. Describir no para llenar enciclopedias, sino en función de la teoría, usando las categorías necesarias para explicar.

Observamos, por último, que esta forma integrada de trabajo en equipo se ve rara vez en el hemisferio Norte. Es una modalidad poco compatible con la descripción que hemos hecho de la ciencia actual, y se recurre a ella sólo en caso de guerra o de compromisos similares –como la carrera hacia la luna– y con grandes dificultades. La competitividad se opone a la participación en un equipo de iguales, donde será luego difícil discernir la paternidad de las ideas, y donde hay que renunciar a la comodidad de ignorar todo salvo una especialidad limitada. Tiene pues sentido hablar de autonomía científica. A muchos les parece conveniente de prevenir posibles deformaciones de la ciencia debida a un monopolio que tiende a hacerse cada vez mayor. Y como hemos dicho, ser meros satélites científicos es serlo también en tecnología y por lo tanto en economía. Si en algo

apreciamos nuestra nacionalidad debemos cuidar nuestra independencia también en el campo científico.

## V- Ciencia y Cambio Social.

Los ejemplos mencionados parecen mostrar que puede hacerse ciencia autónoma dentro de este sistema social y usarla en sentido desarrollista. Pero eso es ilusorio: un proyecto como el estudio regional lleva rápidamente a plantear preguntas decisivas para las cuales el sistema actual tiene sólo respuestas artificiales. ¿Cuáles son los objetivos nacionales? ¿Cuáles son los ‘intereses’ que no se pueden tocar? Incluso para armar el equipo de investigadores y lograr que funcione sin tropiezos durante el tiempo necesario para llegar a algún resultado, es necesario cambiar profundamente el sistema. Un estudio así afectaría demasiados intereses poderosos y hasta perjudicaría la carrera científica individual de los miembros del equipo, por no adaptarse al cientificismo.

Estos inconvenientes se presentan en mayor grado aún si pasamos a considerar el gran proyecto: la investigación del proceso de toma del poder y construcción de un nuevo sistema social. Pero es claro que al ser estos los objetivos del estudio, sólo participarán en él científicos politizados, rebeldes, a quienes poco importa sacrificar su carrera científica dentro de este sistema, y que saben de antemano que sus métodos de trabajo deben tener muy en cuenta esas condiciones ambientales: intereses hostiles y falta de fondos.

Veamos algunas características de este proyecto.

A) El tamaño del problema y la escasez de recursos humanos, materiales y de tiempo, hacen ridícula la esperanza de avanzar mucho en su resolución antes del cambio. Adiós revolución si tiene que esperar el visto bueno de los ‘sabios’. Pero numerosos problemas parciales concretos pueden ser resueltos, y el mero planteo de los más generales en términos objetivos y adaptados a las condiciones locales va a contribuir en grado sorprendente a esclarecer la estrategia en todos sus aspectos.

El énfasis sobre condiciones locales es esencial. Si se pretende hacer una teoría general de la revolución se habrá fracasado de entrada. Debe plantearse un problema de decisión dinámica: sabemos esto y aquello de la Argentina de hoy y de la situación mundial. Qué medidas provisionarias debemos adoptar de inmediato; qué nueva información hay que conseguir; qué estudios parciales hay que realizar a corto plazo y a qué decisiones menos provisionarias se llega en base a ellos con respecto a cuándo y cómo

actuar. Este proceso se va repitiendo continuamente, poniendo al día la estrategia y la táctica en base a la nueva información. Estas son preguntas típicas de un estado mayor. El papel de un científico no es reemplazar, sino integrarse a ese estado mayor revolucionario, cuando exista, y usar su experiencia científica junto con la experiencia de los hombres de acción. El Pentágono también tiene sus 'trusts de cerebros', pero por supuesto la analogía termina ahí.

B) Sería ingenuo pensar que unos pocos meses de discusión en el grupo inicial pueden producir un acuerdo sobre cuestiones generales que permita plantear unívocamente los problemas específicos. No se puede empezar un estudio científico del cambio tratando de decidir si todos los esfuerzos deben concentrarse en investigar los problemas de la guerrilla campesina, de la movilización obrera o de la prédica general. No se sabe lo suficiente, al comienzo, para poder elegir.

Habrá que ocuparse de todas las alternativas, hasta donde den las fuerzas. Con suerte e podrá ir eliminando algunas a medida que se comprende mejor la situación. Lo más probable es que sea necesario integrar todas las alternativas estudiadas en una estrategia mixta, para la cual habrá que conocerlas todas bien. Del mismo modo, el rumbo tan distinto seguido por la URSS, China, Cuba, etcétera, después de triunfar sus revoluciones, hace evidente la necesidad de definir concretamente los objetivos del nuevo sistema social, a corto plazo, teniendo en cuenta las condiciones locales. Esta es una cuestión fundamental, y por lo tanto es difícil que haya un acuerdo rápido. Será necesario explorar todas las alternativas que sean propuestas y apoyadas.

C) Al llegar a nivel de problemas semiespecíficos aparecerán muchas cuestiones ya largamente debatidas por economistas, sociólogos, etcétera, pero el marco de referencia revolucionario implica analizar aspectos de ellas que casi nunca se toman en cuenta, como veremos en los ejemplos que siguen. Estos ejemplos pueden dividirse en tres categorías: problemas de toma del poder, del afianzamiento inmediato del nuevo sistema y de sus objetivos a largo plazo.

Los tres deben analizarse desde el comienzo, con diferente urgencia pero sin descuidar ninguno. Tenemos ya demasiados ejemplos históricos de lo peligroso que resulta dejar los problemas concretos de largo plazo para cuando el viejo sistema haya caído: no hay garantías de que los líderes de la etapa de toma del poder sean siquiera aceptables para las siguientes, de modo que es esencia que éstas sean claras. Más importante aún, no puede haber participación popular seria, responsable, si los objetivos de

construcción del cambio permanecen a nivel de slogan: justicia, independencia, felicidad, 'hombre nuevo'.

D) De los problemas del poder. Casi todos son problemas de ciencia aplicada, pero en muchos casos habrá que hacer —y confirmar lo más rápidamente posible— hipótesis teóricas sobre fenómenos sociológicos a todo nivel. Donde es muy necesario el espíritu científico y el entrenamiento del investigador es en la organización y evaluación de todos los datos que los empíricos y tecnólogos poseen.

1. Tomemos como primer ejemplo la campaña del Che en Bolivia. A pesar de la enorme facilidad para prepararla que significa tener un país interesado en su éxito —Cuba—, parece que faltó información y análisis de los datos disponibles. No se conocía bien la topografía de la zona, ni su ecología ni su antropología. No se estaba bien preparado para subsistir en ella, para resolver los problemas logísticos, para comunicarse con la población. Discutir cómo se superan estos defectos dará una idea clara del papel que puede tener la experiencia científica en estas cuestiones. En el caso del Che todo esto no tuvo mucha importancia, pues el final heroico de la gesta resultó más positivo que un éxito militar, si no para Bolivia, para los demás movimientos rebeldes del mundo. Pero éste no puede ser el objetivo de todas las campañas de la guerrilla campesina. Si éste es uno de los métodos que se piensa emplear, o por lo menos evaluar antes de desecharlo, tiene que estar planeado científicamente: todos sus aspectos deben ser tomados en cuenta a la luz de toda la información accesible.

Por supuesto, uno de los aspectos principales es el 'timing', elegir el momento adecuado para iniciar las operaciones. No sería científico dedicarse a estudiar cuidadosamente todos los detalles de la campaña y para ello postergarla indefinidamente. Existe ya una serie de criterios, con el pomposo nombre de 'teoría de la decisión', que nos aconseja justamente estimar costos, riesgos y beneficios de tomar una decisión en cierto momento, comparándolos con la conveniencia de esperar reunir más datos, y cuáles deben ser éstos, teniendo en cuenta su importancia y el costo y tiempo de conseguirlos. Si se trata de aprovechar una coyuntura política favorable, es 'científico' iniciar la campaña, aunque no esté perfectamente preparada. Pero eso requiere proceder por aproximaciones sucesivas: preparar primero sólo los aspectos esenciales de la campaña, por si hay que iniciarla con urgencia y luego ir completando sus detalles en orden decreciente de importancia.

Hacer esto organizadamente es hacer ciencia guerrillera. Requiere toda clase de especialistas, prácticos y teóricos, para pasar de este nivel de 'bue-

nos consejos' a otro de decisiones concretas. No soy uno de ellos y por lo tanto me limito a trivialidades tan descuidadas, que en el fondo consisten sólo de sentido común aprovechado al máximo gracias al método científico.

2. Marginalidad. Este es un tema usual en Sociología, pero a nosotros no nos alcanza con averiguar el origen geográfico, la estructura por edad, el analfabetismo, las uniones ilegítimas y otros índices igualmente caros a los sociólogos ni con hacer entre ellos correlaciones y test con métodos no paramétricos ni con discutir si le corresponde alguna categoría marxista o parsoniana. Lo que se debe estudiar científicamente —para el cambio— es cuáles son los mecanismos de comunicación con estas masas; qué tipo de prédica es más eficaz, qué métodos de movilización, su 'estructura de rebeldía' (clasificación que atiende a su probable participación en movimientos activos y semiactivos), qué papeles pueden desempeñar en cada alternativa de toma del poder, y después su capacidad de sobrevivir y armarse por cuenta propia. El enfoque revolucionario es diferente por su insistencia en estudiar, no cómo es una situación, sino cómo se controla. Así, muchos sociólogos estudian la formación de líderes entre estas masas, al estilo norteamericano, es decir, conformándose con describir la realidad con variables que allí se recomiendan y expresan su posición política eligiendo entre estructuralismo y funcionalismo y otros dilemas escapistas. Pero al no tener un objetivo político concreto la realidad que describen consiste sólo en aquellos aspectos interesantes para las escuelas sociológicas del Norte: qué instituciones formales e informales aparecen, qué funciones llenan, entre quiénes reclutan su clientela, cómo eligen sus líderes, etcétera, etcétera. Todo esto puede ser útil, sin duda, pero está lejos de ser lo más urgente o se queda a mitad de camino. Lo que se busca es la manera de producir cierto tipo de líderes y de instituciones que preparen al grupo para participar en el cambio, y esto exige el uso de nuevas variables en la descripción y el abandono de otras.

3. Estabilidad de este sistema. La sociedad actual tiene una cantidad de fuerzas disolutivas en acción, y una cantidad de mecanismos de defensa contra ellas. Es necesario plantear esta situación en toda su generalidad, y a un nivel mucho más concreto que los slogans sobre las condiciones del capitalismo, pensado en la acción. Tiene problemas técnicos, muchos de ellos producidos por el crecimiento demográfico y económico, como la contaminación, el suministro de agua, la ineficiencia de la burocracia, la decadencia de la educación formal, el desorden en la organización del trabajo —desde los problemas de tráfico hasta las migraciones incontroladas—,

etcétera. Y por el lado de la defensa, el intento de crear una tecnocracia parcial que ayude a disimular los defectos, enrolando para ello a científicos de todo color político con el absurdo argumento de que los problemas técnicos son neutros.

Hay problemas sociales, como el auge generalizado de la rebeldía y la violencia, desde la criminalidad hasta los grupos políticos revolucionarios, pasando por los movimientos estudiantiles y eclesiásticos. Por la defensa está el neofascismo o dictadura elástica, que no usa la violencia innecesariamente, sino que estimula la autocensura y limita la 'participación' a los problemas locales inmediatos. El mejoramiento técnico de las fuerzas de seguridad, en armamento y organización. El estímulo a los entretenimientos escapistas y al consumo, que exigen dedicarse a ganar dinero.

¿Cuáles de estas fuerzas pueden ser aprovechadas para el cambio, y cómo? Por cierto, no tratan de eso los numerosos libros sobre 'cambio social' que están hoy de moda, pero que sólo se prefieren a cambios dentro del sistema.

4. Prédica. Dejando de lado su contenido, que requiere haber discutido los objetivos generales del nuevo sistema, el problema de la difusión de estos requiere la atención sistemática de expertos. No se dispone de los grandes medios masivos, ¿cuál es entonces el método más eficiente? ¿Y qué lenguaje debe usarse ante las distintas clientelas? Hay que hacer hipótesis teóricas o ir verificándolas con encuestas y otros procedimientos accesibles. Un aspecto particular es el entrenamiento de cuadros. Es vital encontrar un equilibrio entre la urgencia y la necesidad de que los prosélitos tengan una comprensión bastante profunda de los objetivos del movimiento y de su responsabilidad. Esto tampoco puede lograrse por métodos intuitivos.

E) Problemas de afianzamiento del nuevo sistema. Son demasiadas posibilidades para estudiarlas todas, pero a medida que se vea más claro cuál será en definitiva el método de tomar el poder y la relación de fuerzas, se les podrá dar un orden de importancia. Siempre habrá problemas de seguridad física: desde prevenir sabotajes aislados hasta generar una guerra civil. Veamos otros ejemplos aislados.

1. Abastecimiento de las ciudades. Uno de los problemas clásicamente más difíciles de resolver es el de la distribución y control de precios de los bienes de primera necesidad en las grandes ciudades. Pocos países han tenido éxito en esto, por no haber tomado en cuenta todos los factores involucrados, desde la producción hasta el consumidor, en sus aspectos tecnológicos y humanos. Este problema puede resultar agudísimo si la

toma del poder genera violencia, desorden o sabotaje. El control de una ciudad requiere un conocimiento íntimo de sus mecanismos vitales: agua, luz, teléfonos, transporte. Es necesario además tener preparadas medidas inmediatas que muestren cómo el nuevo sistema puede resolver problemas ante los cuales el antiguo era impotente.

2. Capital extranjero. Todo lo que se sabe al respecto es útil, pero insuficiente. Por moderado que sea el cambio del sistema, esos capitales se verán profundamente afectados y tomarán contramedidas. No alcanza entonces con saber cuánto remite una empresa en beneficios, royalties, etcétera, ni qué parte del capital se financia con inversiones directas (aunque todo es importante para la etapa de prédica). Hay que llegar al proceso mismo de producción. En primer lugar, es necesario saber qué intereses tiene cada producto. Muchos podrán dejarse de fabricar sin mayores inconvenientes para la comunidad, pero entonces hay que tener previstas las posibilidades de reconversión de las plantas, maquinarias, obreros y técnicos. De los productos importantes hay que reconocer todos los puntos neurálgicos: qué importaciones de insumos, equipos y repuestos requieren y en qué mercados se pueden conseguir; cuál es la mejor manera de reemplazarlos si no se los consigue; qué conocimientos técnicos especiales exigen; quiénes son los que los poseen en el país y cómo puede entrenarse a otros; de qué manera puede sabotarse la producción y cómo evitarlo. Donde el proceso incluye fases semisecretas (catalizadores especiales, por ejemplo) hay que estimar si podrán reproducirse o si conviene ir planeando otro método de producción. Debe saberse qué hacer con el sistema administrativo.

En resumen, hay que hacer un ensayo general de nacionalización y puesta en marcha de la fábrica bajo el nuevo sistema, previendo todos sus problemas y adaptándola a los nuevos objetivos de producción y condiciones de trabajo. Una fábrica de estas emplea para su funcionamiento normal toda clase de especialistas, desde físicos, estadísticos y matemáticos (investigación operativa) hasta sociólogos y psicólogos, para manejar al personal. Con mayor razón se los requiere para estudiar las cuestiones que hemos planteado. No hay una sola ciencia que no tenga algo que aportar a la adaptación de una gran empresa a la nueva sociedad.

Algunos casos son realmente difíciles y requieren ser planteados lo antes posible. Por ejemplo, la IBM y otras empresas que se ocupan de las computadoras. Puesto que estamos insistiendo en la importancia de tratar todos los aspectos de todos los problemas y de analizar toda la información disponible, las computadoras aparecen como un instrumento de los

más importantes, y como no se fabrican en el país son muy sensibles a medidas de represalia. Hay muchas soluciones posibles, ninguna muy satisfactoria, y deben ser evaluadas a tiempo. Por supuesto, lo antedicho se aplica también a empresas nacionales, en principio, pero es probable que estas representen un problema menos agudo.

3. Bancos. Una de las primeras medidas a tomar por cualquier nuevo sistema tiene que ser el control de las finanzas y en particular evitar la fuga de capitales. Para lograrlo con eficiencia, banco por banco, se requeriría demasiado personal especializado y suficientemente fiel al nuevo sistema como para no dejarse tentar. Es indispensable tener ideado algún sistema inteligente de control general que evite eso.

F) Problemas de largo plazo. Estos resultan de la definición de los objetivos generales del sistema. Algunos son inevitables y deben, además, haberse discutido desde el comienzo, pues sus soluciones propuestas forman un elemento importante de la prédica del cambio.

No es suficiente con mostrar las lacras de este sistema social: él se defiende eficazmente insistiendo en que poco a poco las va a superar, mientras que sus más viables sucesores —los sistemas socialistas— no son mucho mejores y han exigido tremendos sacrificios de bienestar, ‘libertad’ y vidas para estabilizarse (típica falacia triangular). Es indispensable, pues, la prédica positiva; la descripción de la Utopía que se pretende alcanzar, con un grado de realismo suficiente para que parezca algo más que un sueño o una fase vacía. Es claro que sería ridículo perder tiempo ahora discutiendo si el ‘hombre nuevo’ debe almorzar en su casa o en comedores comunales, pero sí es necesario explicar cuáles son todas las facilidades que la sociedad puede poner a su disposición, y dar argumentos sólidos para mostrar que eso es realmente alcanzable a partir de los medios que hoy disponemos y en un plazo visible.

1. Planificación de la producción nacional. En este terreno fundamental hay que avanzar lo más posible. Existe mucha información primaria en las oficinas de estadística o de planificación, pero lo que se hace allí con ella es poco útil. La mentalidad de estos planificadores del sistema actual, constreñidos a no tocar ningún elemento básico de la estructura económica y social por irracional e ineficiente que sea, está orientada hacia problemas inocuos de contabilidad nacional y estudios de rentabilidad y financiación de proyectos aislados o trivialmente coordinados. Precios, tipo de cambio, endeudamiento y crecimiento del producto son los conceptos rectores de su actividad.

Pero en un sistema social racional, no interesa el valor monetario de lo



que se produce sino el valor de uso, y así no tiene el menor sentido evaluar el 'producto del sector educacional' —o sea la utilidad de la enseñanza— por el sueldo de los maestros.

Precios, rentabilidad y financiación son elementos secundarios, pues son controlables de muchas maneras con tal de que el país esté dispuesto a redistribuir los ingresos de manera racional. Lo único importante —y es una trivialidad que los economistas de este sistema olvidan cuidadosamente— es si el país puede producir todo lo que quiere consumir, en kilos, litros u horas de clase, o si tiene que pedir ayuda extranjera para ello. El sistema tiene que decir cuáles son sus necesidades finales, en términos específicos: cantidades de cada mercancía, horas-hombre de cada tipo de servicio, etcétera. (la sociedad consumista se niega a este tipo de planteo porque interferiría con su estilo de producir lo más posible, no importa qué, y hacerlo consumir con laguna ganancia). Una vez fijada así la demanda final —o por lo menos el mínimo compatible con los objetivos sociales— el papel de los planificadores es decir cómo hacer para satisfacerla o demostrar que estos objetivos son demasiados ambiciosos para la capacidad del país y requieren que otros nos regalen la diferencia. Dados los recursos naturales y humanos del país y equipamiento actual (fábricas, caminos, energía), hay que saber qué parte de esa demanda podemos cubrir directamente, y qué otra parte debemos adquirir en el exterior, pagándola con otros productos y servicios (y aquí parecen inescapables los precios, porque son externos, pero el país —a diferencia de una empresa— siempre puede competir en precios, porque puede subsidiar las exportaciones todo lo necesario. El problema es siempre de producción y por lo tanto de recursos escasos, no de costos).

Con objetivos de consumo racionalmente estudiados y aceptados por la población como base mínima, se verá que las necesidades de importación son incomparablemente menores de lo que se dice, y que por lo tanto no hace falta orientar toda la actividad económica hacia la exportación competitiva, que es la suicida filosofía actual. Si este problema es atacado por un grupo interdisciplinario de científicos, en vez de serlo sólo por economistas, se verá además que si nos ocupamos por la originalidad de la producción (para el cual es indispensable la autonomía cultural) en vez de preocuparnos por los costos, tendremos mucho más éxito con nuestras exportaciones.

2. Educación. La experiencia de Rusia y China nos muestran que la falta de cuadros técnicamente capaces no es el único peligro de descuidar la educación (como sostienen todos los sistemas comunistas). Más impor-

tante para el cambio de la sociedad es la falta de educación para el cambio, que significa echar por tierra una serie de valores que hasta el día de hoy tienen una fuerza indiscutida. ¿Cómo se enseña a la gente que andar 'bien' vestido no es tan importante como participar en la vida pública? ¿Qué el prestigio de tener automóvil es falso? En resumen ¿cómo se les hace renunciar al automóvil de juntar dinero y consumir, y cómo se consigue reemplazar eso por los móviles de la nueva sociedad? Hay miles de estos problemas, que no se resuelven cambiando planes de estudios o colocando televisores en las escuelas, sino pensando correctamente en cómo decir las cosas para que no suenen a catecismo, cómo se enseña la ciencia sin que se convierta en cientificismo.

El gran reto de los pedagogos es diseñar un sistema de enseñanza que, partiendo de un pequeño grupo inicial que sabe lo que se desea enseñar, consiga ampliarlo hasta que eso pueda transmitirse a la población sin perder tiempo y sin traicionar su contenido. Téngase en cuenta que este grupo inicial no va a disponer de una Biblia (ni difundir un librito rojo) ya escrita, cuyo texto basta difundir. Muchas de las ideas estarán todavía tácitas y habrá que explicitarlas. ¿Cómo se organiza un equipo de redactores de texto, fieles pero no dogmáticos? ¿Cómo se ligan los principios generales con la realidad cotidiana, para que el niño deje de ver a la enseñanza como un mal cuento de hadas, igualmente falso pero aburrido? ¿Deben subsistir las escuelas o ser reemplazadas por otro tipo de institución? ¿La educación debe continuar toda la vida de una manera formalizada, concurrendo a clases obligatorias, o mediante la lectura informal de revistas o los programas de televisión, o cómo?

A pesar de sus enunciados generales, creo que éstos son los problemas más importantes que enfrenta el cambio: su éxito o fracaso depende mucho más de la eficacia de su educación que de sus planes económicos. Además es sólo a través de una educación eficaz que se podrán tener éxitos económicos durables.

3. Urbanización. Los problemas de las ciudades en todos sus aspectos están de gran moda en la ciencia social actual, sin que hasta ahora se haya notado mayor progreso en ninguna parte del mundo y eso, a pesar de ser uno de los pocos campos en que se ha tratado de trabajar interdisciplinariamente. Pero, como sucede en planificación nacional, al tener que limitarse a medidas superficiales para no molestar a intereses poderosos, nada puede resolverse.

Las ciudades ya existentes representan una inversión tan grande que no se ve cómo transformarlas mucho a corto plazo. Pero su fenomenal

velocidad de crecimiento hace que el problema empeore día a día y es fácil perder la iniciativa si no tienen pensadas las primeras medidas. El sistema argentino de ciudades tiene que estar planificado antes del cambio, para proponerlo como meta a toda la población. Pero además de los problemas técnicos, económicos y sociales –desde nuevos sistemas de cloacas hasta nuevas instituciones–, ese plan exige tomar decisión sobre cuestiones muy oscuras, como la posible influencia que pueda ejercer sobre la cultura el tener sólo ciudades pequeñas o superciudades.

G) Los ejemplos anteriores confirman la necesidad de trabajar en equipos interdisciplinarios bien integrados, donde hay lugar para todo tipo de científicos. Notemos que esto es válido no sólo para los problemas de largo plazo sino también para los inmediatos, de preparación del cambio. Así, los físicos deben asesorar en el desarrollo de sistemas prácticos de comunicación, adaptados a la estrategia militar que se estudia, pues no será suficiente con los conocimientos de los ingenieros para idear las innovaciones necesarias. Lo mismo puede decirse de los armamentos o de los sistemas de tratamiento de la información. Así un buen problema para un físico teórico es cómo evitar la localización de un transistor.

Por tratarse de una ciencia típicamente básica, los físicos serán quienes tengan que cambiar de mentalidad, trabajando en parte como asesores de los demás científicos y en parte como ingenieros de alta preparación general y poca especificidad. Por supuesto, quien esté dedicado al estudio de las partículas elementales tendrá que abandonarlo, sin dejar por eso de ser físico; es su entrenamiento general, no por sus conocimientos específicos, lo que puede ser útil en esta etapa. Y si no se han formado equipos que necesiten físicos o ingenieros, debe cambiar de ‘profesión’ sin lamentos. Cualquier físico con sensibilidad política puede ser tan útil como un sociólogo o un economista de carrera para estudiar estos problemas concretos, simplemente por costumbre de exigir claridad en los planteos. Conozco por propia experiencia la enorme utilidad de contar con un censor de espíritu crítico y pocos conocimientos específicos –que no se conforma con terminología sino que exige entender– dentro de un equipo de eruditos resignados de antemano, porque así es la ciencia social actual, a no llegar a nada más concreto que algunas asociaciones o regresiones. Entre paréntesis, esto plantea el problema de si no corremos el peligro de desmantelar nuestra Física Teórica y de quedarnos al margen de los futuros desarrollos en ese campo, que no por provenir del Norte pueden sernos menos útiles.

Ese peligro me parece insignificante: ni los físicos teóricos decididos a cambiar de campo son hoy mayoría, ni puede suponerse que esa tendencia

sería estimulada por la nueva sociedad, cuando se imponga. No hemos definido mucho el carácter de ésta, pero sí suficiente para creer que no será irracional. La asignación de recursos a los distintos campos de investigación básica será uno de los temas que se discutirán científicamente en ella, y si bien es probable que la Física Teórica pierda peso relativo con los otros campos hoy demasiado descuidados, no es concebible que desaparezca. Sospecho por otra parte, que en un intervalo de 5 o 10 años dedicados a digerir y usar descubrimientos del último medio siglo en Física y Matemática, abandonando casi todas las investigaciones actuales, sería de gran provecho desde este punto de vista.

Los matemáticos tienen en cambio opciones de utilidad más evidente. También tendrán que abandonar su campo específico si están dedicados a Topología, Álgebra, Análisis Funcional o alguna de sus numerosas mezclas. Pero tienen ante sí una tarea no sólo indispensable para este proceso, sino carente todavía de base teórica, de modo que resulta interesante incluso desde el punto de vista de la ‘ciencia pura’. Esta tarea es la organización de la información de modo que sirva para tomar decisiones. En cierto sentido es llevar lo que hoy se llama ‘investigación operativa’ y ‘modelos matemáticos’ a sus últimos extremos de aplicación. Ningún tipo de investigadores puede pasarse sin un matemático que formalice e integre sus ideas, muestre las incompatibilidades, las lagunas conceptuales y de información, y pueda extraer las consecuencias lógicas de todas esas ideas, hipótesis, datos y alternativas de acción. El papel de los demás científicos es mucho más claro y no vale la pena describirlo. Sólo conviene repetir que para todo vale la pena describirlo. Sólo conviene repetir que para todos vale, como regla general, que no deben trabajar aislados, sino como parte de un equipo que analiza todos los aspectos de un problema real, para llegar a recomendar decisiones prácticas.

En la mayoría de los casos se trata de hacer ciencia aplicada de todos los niveles. A veces – sobre todo en las ciencias sociales– se necesitarán también desarrollos teóricos y metodológicos nuevos. La misma técnica del trabajo en equipo es un problema metacientífico mal conocido. Y como no es de esperar que las fundaciones subsidien estos temas, será necesario ir creando una metodología de la ‘ciencia pobre’.

H) Es evidente que ningún país tiene cuadros científicos en cantidad y calidad adecuadas para ocuparse de todos los aspectos del cambio, pero en este sentido la Argentina está menos mal preparada que la gran mayoría de los países dependientes. Es claro además que serán pocos los científicos que decidan dedicarse al cambio, pero muchos de los que sigan trabajando

en sus temas habituales se prestarán a colaborar de alguna manera más o menos discreta, dedicando tiempo extra o adaptando sus temas propios, si esto puede hacerse de manera inteligente.

La tarea decisiva, crucial, es el planteo de los temas, la asignación de sus prioridades y la organización del trabajo. Todo depende de la calidad del liderazgo que allí se ejerza. Si no hay suficiente amplitud de miras, sentido común y falta de amor propio, este proyecto logrará sólo el ridículo.

No hay tampoco un movimiento revolucionario con líderes reconocidos que tengan autoridad política para designar a los responsables de esta organización científica para el cambio. Los científicos rebeldes tendrán que organizarse en equipos de manera espontánea al comienzo, elegir sus problemas, luego de adaptarse y reorganizarse sobre la marcha, a la luz de sus éxitos y fracasos, sobre todo de la situación local y sus perspectivas.

Que un consuelo ante la innegable dificultada de la tarea: por poco que se haga, siempre quedará un saldo positivo. El valor de un científico como activista político común es en general nulo, pues rara vez tiene la personalidad requerida, y es un desperdicio lastimoso de su entrenamiento. Y como científico del sistema es negativo para el cambio, pues el mero hecho de cumplir sus funciones ayuda a disimular los defectos y lo convierte en colaboracionista. Su actividad como rebelde lo libera de su dualidad esquizofrénica y lo prepara para actuar en la nueva sociedad.

## VI- Evolución de este problema en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.

En el segundo capítulo mencionamos varias dificultades que explican por qué estas consideraciones no se hicieron hace ya varios años. Para ilustrarlas, veamos brevemente el caso de la Facultad de Ciencias Exactas de Buenos Aires, odiada por los militares y otros reaccionarios que la creían foco revolucionario, y escarnecida por varios grupos de izquierda por cientificista. (usaremos el término científicista y fósil en el sentido que le dimos en el capítulo III).

Esta Facultad estuvo dirigida –desde octubre de 1955 hasta junio de 1966- por un grupo de profesores y graduados con apoyo de la mayoría estudiantil; grupo que podemos llamar Reformista para dar idea de su ubicación en las luchas universitarias y de su heterogeneidad política. Sus integrantes tenían buen entrenamiento científico, gran deseo de sacar al país de su estancamiento pero escaso conocimiento de sus realidades, alto grado de racionalidad, mucho empuje, un antiimperialismo difuso que fue

agudizándose a partir de la revolución cubana y una eficiencia apreciable en docencia e investigación. En resumen, liberales de izquierda, inteligentes, pero sin experiencia ni talento políticos.

En él había un subgrupo más politizado, formado por gente que había participado en movimientos antifascistas desde la guerra de España y militado –con las consecuencias habituales- en algún partido de izquierda y casi siempre en los movimientos antiperonistas. Este subgrupo no había quedado menos desorientado que el resto de los intelectuales argentinos ante el fenómeno peronista, aunque convencido del carácter esencialmente demagógico, entreguista y reaccionario de sus líderes. Durante el peronismo, la Facultad se había convertido en un refugio de fósiles. La polarización resumida en ‘alpargatas sí, libros no’ hizo que casi todos los profesores de algún valor fueran eliminados poco a poco. Muchos partieron al extranjero, otros continuaron trabajando en los resquicios que el sistema peronista dejaba por inoperancia. Tampoco quedaron todos los fósiles. Muchos de ellos, ligados a la oligarquía tradicional, fueron despedidos.

Los que quedaron eran un enemigo ideal: incapaces, reaccionarios, serviles al régimen por interés y por cobardía. Ninguna voz se alzó para defenderlos a la caída del peronismo. Cuando el grupo Reformista tomó el control de la Facultad –simplemente por el vacío político y por su mayor prestigio intelectual- le fue fácil barrer con la mayoría de los fósiles peronistas.

Pero los fósiles antiperonistas se sentían con pleno derecho a ocupar las cátedras desocupadas por sus congéneres en desgracia, y así lo hicieron en la mayoría de las demás facultades y universidades del país. Nuestra Facultad estaba también amenazada por esta ‘restauración’ anacrónica.

Este peligro definió la actitud del grupo Reformista durante los primeros años. Las causas fueron múltiples. El nivel calamitoso de la enseñanza era un hecho real, que nos obligaba a dedicar grandes esfuerzos para mejorarla y para evitar que cayera en manos ineptas. La tarea de mejorar la enseñanza y organizar la investigación nos gustaba ‘de alma’ (varios de los líderes del grupo eran maestros). Nos sentíamos capaces de hacerlo bien y deseábamos mostrar al mundo que los argentinos no éramos subdesarrollados. Algunos intentos del subgrupo politizado por participar en la vida política nacional –objetivo no olvidado del todo- fracasaron sin pena ni gloria (Movimiento para el Estudio de los Problemas Argentino, coqueteos con Frondizi, Illia, etcétera). Y ante la evidencia de que las masas no abandonarían la ilusión peronista por mucho tiempo, nos resignamos –con gusto- a la idea de que nuestro papel era de crear la base científica

que permitiera alcanzar un desarrollo tecnológico-económico apto para transformar la sociedad.

Aun sospechando el desarrollismo, lo adoptamos implícitamente y limitamos nuestra actividad política a enérgicas declaraciones contra el gobierno, los Estados Unidos, y todo eso que estuviera en la picota de las izquierdas. Estas declaraciones nos ganaron fama de ultraizquierdistas en las esferas oficiales y militares, pero nunca representaron un esfuerzo organizado para enfrentar ni al sistema ni al imperialismo; ni siquiera al gobierno de turno. Despolitizándonos en la práctica, nos dedicamos pues a ‘desarrollar’ la Facultad. Y para eso, como dije, el inconveniente más grave era la prevista invasión de fósiles antiperonistas. Pero nuestra posición era delicada, pues se asemejaba sospechosamente a la de tantas ‘trenzas’ clásicas de nuestra Universidad, que cerraban el paso en los concursos a sus opositores por intereses políticos o venales. Sumada a nuestra fama de izquierdistas, la acusación de ‘trenceros’ nos hubiera liquidado.

Fue natural entonces que recurriéramos a métodos ‘objetivos’ para demostrar la incapacidad de los fósiles: número de artículos publicados en revistas de prestigio internacional, jurados extranjeros de renombre, poco peso a la antigüedad en la docencia, etcétera.

Estos controles del nivel científico no pudieron ser objetados por los candidatos fósiles y tuvimos pleno éxito en alejarlos (con las inevitables excepciones). Pero –es evidente ahora, a posteriori- fueron reemplazados no por el tipo de científico politizado que deseábamos, sino científicistas. Las veintenas de jóvenes que habíamos ido enviando al extranjero, competían en los concursos, y los que ganaban eran –por supuesto- los que mayor adaptabilidad habían mostrado a la ciencia del Norte.

El Consejo Nacional de Investigaciones, CNICT, que promovimos y apoyamos sin tener fuerzas para orientarlo y que se convirtió en la punta de lanza del científicismo, nos estimulaba económicamente en la política de enviar jóvenes inmaduros al extranjero, seleccionándolos por sus méritos cuantificables: notas y trabajos. Se les garantizaba a su regreso medios de trabajo similares a los que tenían en el Norte. Muchas fundaciones extranjeras contribuyeron a costear los laboratorios necesarios para acomodar a tantos nuevos científicos.

No éramos ciegos al fenómeno, pero ya no podíamos liquidar el eficiente instrumento que habíamos creado ni estábamos convencidos de que fuera necesario. Así tuvimos que aceptar a muchos profesores cuya indiferencia por el país y la sociedad era evidente (incluso pretendían no dar clases para dedicar todo su precioso tiempo a la investigación) o de la

ideología netamente reaccionaria.

No hicimos prácticamente nada por detener este fenómeno y eso por varios motivos: no lo creíamos tan extendido; no valorábamos bien su importancia; estábamos orgullosos del nivel alcanzado por la Facultad, ya reconocido internacionalmente; la mayoría de los alumnos estaba satisfecha con este estado de cosas. Además, plantear el problema de fondo hubiera significado dividir al grupo Reformista y ceder el control de nuestra Facultad a los profesores de la derecha tradicional, que constituía una minoría fuerte. El grupo Reformista iba perdiendo homogeneidad a medida que transcurrían los años y se mantenía unido sólo porque nadie veía con toda claridad esos problemas de fondo y porque su dirección formal quedó en manos de una persona de gran talento como ‘ejecutivo’ y de mucha influencia personal sobre la mayoría de sus miembros, pero demasiado seguro de que el camino que llevábamos era el correcto.

Nos limitamos a insistir –sin mucho éxito ni convicción- en la vinculación práctica de la Facultad con los ‘problemas nacionales’ a que ya hice referencia. Se logró que esto se declarase política de la Facultad, e incluso hicimos concurrir uno por uno a todos los Jefes de Departamentos ante el Consejo Directivo para que explicaran cómo iban a aplicar esa política. Esto ya despertó oposición entre los profesores más científicistas, que veían amenazada la ‘libertad de investigación’, y entre los más reaccionarios, que la creían una ‘maniobra comunista’. Las contradicciones del grupo Reformista comenzaron a notarse más claramente (tal vez la más importante fue hacer declaraciones antiimperialistas y al mismo tiempo aceptar subsidios de toda clase de instituciones norteamericanas). Así pues, cuando algunos grupos minoritarios de estudiantes comenzaron a acusarnos de científicismo, nuestra sorpresa fue grande, y nuestra reacción, negativa. En primer lugar, el significado de ese nuevo término –‘científicismo’- no estaba nada claro para los mismos que lo esgrimían. Parecería una reacción general contra los profesores que exigían demasiado o se desinteresaban por los alumnos; contra la aceptación de subsidios y sobre todo contra el liderazgo paternalista ejercido por el grupo Reformista, intolerable para los grupos de izquierda. En segundo lugar, el ataque fue llevado contra todo el grupo Reformista y contra toda su obra, lo cual impidió a los profesores más politizados pudieran participar, o siquiera comprender el movimiento.

Era difícil explicarse por qué, habiendo tantos problemas políticos en el país y en la Universidad, y habiendo tantas Facultades totalmente dominadas por grupos reaccionarios – tanto fósiles como científicistas- se plan-

teaba una lucha interna justamente en la nuestra, modelo de izquierdismo y combatividad a los ojos del público (cosa no despreciable). Los pocos cientificistas del país – el CNICT para las ciencias naturales y el Instituto Di Tella para las sociales- no eran atacados ni mencionados. Todas estas circunstancias retrasaron tanto el análisis a fondo del problema, que junio del 66 sorprendió a la Facultad sin comprender todavía qué era el cientificismo.

Esta descripción somera y superficial de lo ocurrido, explica sin embargo por qué no hubo fuerza ni convicción política para proponer una ciencia rebelde. La incluyo porque además de su limitado interés local y anecdótico, refleja un conflicto que he visto reproducirse en otras universidades latinoamericanas. La pérdida de la ilusión desarrollista-cientificista permite ahora que los más politizados se planteen el problema general de la misión de la ciencia en esta sociedad y lleguen a la conclusión de que ella consiste en participar directamente en el proceso de reemplazarla por otra mejor y en la definición e implementación de ésta.

Está, pues, empezando a resolverse el problema de la falta de convicción. En cuanto a la falta de fuerza política, el problema se ha fundido con la cuestión general de si se va a triunfar o no en el intento de cambiar la sociedad. Es evidente que al declararse en contra del sistema social vigente se aceptan todos los ‘inconvenientes’ de los grupos rebeldes, en todos los países y todas las épocas.

Que esto sea o no en vano depende sin duda en primer lugar de que ese cambio tenga una base material que lo haga posible. Pero pasar de la posibilidad al hecho requiere varias condiciones de coyuntura. Tal vez el planteo de una ciencia rebelde contribuya a crearla.

#### Bibliografía:

Herrera, Amílcar O. (1 de enero de 1973). «Los determinantes sociales de la política científica en América Latina: Política Científica Explícita y Política Científica Implícita». *Desarrollo Económico* 13 (49): 113-134

Herrera, Amílcar: “Ciencia y política en América Latina”, 1ra edición, Biblioteca Nacional, 2015, p. 43.

Sábato, Jorge (2004); “Ensayos en campera”, Quilmes; Editorial UNQ.

Thomas, Hernán (2010). «Los estudios sociales de la tecnología en América Latina». *Íconos - Revista de Ciencias Sociales*, <http://doi:10.17141/iconos.37.2010.417>

## Políticas de ciencia, tecnología y desarrollo, ciclos neoliberales y procesos de desaprendizaje en América Latina<sup>1</sup>

Diego Hurtado<sup>2</sup>/Lautaro Zubeldía<sup>3</sup>

### Resumen

A finales de los años sesenta surge en América Latina el “pensamiento latinoamericano en ciencia, tecnología y desarrollo”. Esta agenda es clausurada por la llegada del proyecto de globalización neoliberal a la región y el inicio de procesos de desindustrialización, financierización y endeudamiento. Analizamos la operación ideológica neoliberal que difundió un nuevo paradigma político-epistemológico, que estuvo basado en: (i) la privatización y mercantilización del conocimiento; (ii) la deshistorización y homogeneización de las periferias como estrategia para la producción de diagnósticos y soluciones genéricas (o “recetas”); y (iii) la difusión de categorías ajenas a los procesos de desarrollo socioeconómico de los países de la región. Estas transformaciones impactaron en la forma de procesos de desaprendizaje en las universidades y las instituciones públicas de I+D, que fueron campo de batalla en esta disputa.

### Introducción

A finales de los años 60 gana visibilidad en América Latina un conjunto heterogéneo de intelectuales, académicos y tecnólogos que retrospectivamente es estudiado como “escuela”, “corriente” o “movimiento” de producción de conocimiento alrededor de la problemática “cienciatecnología-desarrollo-dependencia”. Amílcar Herrera (Argentina), Helio Jaguaribe (Brasil), Osvaldo Sunkel (Chile), Miguel Wionczek (México), Máximo Halty-Carriere (Uruguay) o Marcel Roche (Venezuela) son algunos de sus representantes de mayor circulación. Este grupo de pensadores, que hoy

1 Hurtado, D. & Zubeldía, L. (2018). Políticas de ciencia, tecnología y desarrollo, ciclos neoliberales y procesos de des-aprendizaje en América Latina. Ciudad de México: UDUAL - Unión de Universidades de América Latina y el Caribe. vol. 5 p. 7 - 7. Disponible en: <http://publicaciones.udual.org/doss75-1.html>

2 Doctor en Física por la Universidad de Buenos Aires. Es profesor titular y director del Centro de Estudios de Historia de la Ciencia y la Técnica en la Universidad Nacional de San Martín. Investiga sobre historia política e institucional de la ciencia y la tecnología en Argentina y sobre políticas tecnológicas en países de la semiperiferia. [dhurtado2003@yahoo.com.ar](mailto:dhurtado2003@yahoo.com.ar).

3 Doctor en Ciencias Biológicas por la Universidad de Buenos Aires. Es Becario Posdoctoral del Centro de Estudios de Historia de la Ciencia y la Técnica en la Universidad Nacional de San Martín. Investiga sobre historia política e institucional de la ciencia y la tecnología en el sector farmacéutico en Argentina, analizando procesos de desarrollo en el ámbito público y privado. [lautarozubeldia@gmail.com](mailto:lautarozubeldia@gmail.com)

llamamos “Pensamiento Latinoamericano en Ciencia, Tecnología y Desarrollo” (PLACTED), logró construir y consensuar una agenda común de discusión que hizo posible codificar experiencias y aprendizajes sectoriales, interpretar trayectorias y roles institucionales –las universidades ocuparon un lugar central– y diseñar diagnósticos y perspectivas necesarios para la concepción de políticas públicas de ciencia, tecnología y desarrollo específicas para los países de la región.

Mientras que en las economías centrales sus sectores productivos coevolucionan con sus sistemas de ciencia y tecnología (CyT), en países no centrales que presentan ciertas capacidades industriales y tecnológicas, como algunos países de América Latina, los procesos de desarrollo dependiente (Evans, 1979) explican en buena medida la inestabilidad política e institucional que “desconecta” las actividades de CyT de las realidades socioeconómicas locales. Enfocado en la segunda etapa del ciclo de industrialización sustitutiva argentino de los años sesenta y setenta, O’Donnell (2009 [1982]: 117) caracteriza la economía argentina como “capitalismo extensamente industrializado, dependiente, desequilibrado y profundamente penetrado por el capital transnacional”. Al ocupar los sectores más dinámicos, las empresas transnacionales trajeron la maquinaria, el equipamiento y la tecnología necesaria de sus casas matrices, relegando a un lugar subsidiario a la industria de capitales nacionales y dejando sin demanda a las actividades de investigación y desarrollo (I+D) locales. Así, mientras que el ingeniero argentino Alberto Aráoz explicaba que “menos del 6% del total de proyectos” de CyT se enfocaban en “objetivos industriales” y explicaba que “Si bien es cierto que las industrias dinámicas trabajan continuamente con tecnología importada, no deja de llamar la atención el magro apoyo del sistema científico” (Aráoz, 1973: 51, 55), el físico brasileño José Leite Lopes sostenía que “Si se llegara a cerrar una de las grandes universidades de un país de América Latina, el sistema económico de ese país no sufriría ninguna alteración” (citado en Sunkel, 1970: 83).

Desde la perspectiva del PLACTED, a comienzos de los años setenta, entre los rasgos más relevantes que obstaculizan el dinamismo de los procesos de industrialización y cambio tecnológico se cuentan: la ausencia o insuficiencia de capacidades a nivel del Estado para el diseño de políticas de CyT de escala nacional y para su coordinación con otras políticas sectoriales y, como corolario, de estrategias de articulación Estado-empresas nacionales; la dependencia de las agendas locales de investigación de un supuesto internacionalismo que, al promover ciencia con estándares internacionales, termina adoptando las agendas de los países centrales, rasgo

que algunos autores del PLACTED asimilaron al concepto más amplio de “dependencia cultural”; reconocimiento y análisis de las numerosas variables y actores involucrados en el diseño de políticas y en la gestión del cambio tecnológico; etc. Con este diagnóstico, se despliega y complejiza una agenda de problemáticas hasta entonces ausentes: acceso a distintas formas de know-how y gestión de la transferencia de conocimiento; importación, adaptación o comercialización de tecnología; marcos regulatorios, patentes y corporaciones transnacionales; evaluación de proyectos de inversión en CyT; cómo promover la creación de “empresas y fábricas de tecnología”; culturas científicas y empresariales y “estilos” de desarrollo; dependencia versus autonomía tecnológica; etc.<sup>4</sup>

### Privatización del conocimiento y nuevos marcos regulatorios globales

Esta dinámica de debate, aprendizaje y producción de conocimiento sobre políticas científicas y tecnológicas, va a ser clausurada con la llegada del proyecto de globalización neoliberal (McMichael, 2008) a América Latina –en algunos casos a través de dictaduras– y del inicio de procesos de desindustrialización y financierización de las economías nacionales junto con el ciclo de endeudamiento. Este proyecto fue acompañado por una operación ideológica y discursiva que apuntó a la erosión y el desprestigio de las ideas, enfoques y componentes ideológicos que estaban en el núcleo de la perspectiva PLACTED. En su lugar, se comenzó a difundir un nuevo programa o paradigma políticoepistemológico basado en: (i) la privatización y mercantilización del conocimiento; (ii) la deshistorización y homogeneización de las periferias como estrategia analítica que se propuso la producción de diagnósticos genéricos y, por lo tanto, de soluciones o “recetas” genéricas; y, como corolario, (iii) la difusión de categorías teórico-políticas ajenas a los rasgos específicos de los procesos de desarrollo socioeconómico de los países de la región.

Estos cambios se insertan en un ciclo de transformaciones globales en la dirección de lo que algunos autores caracterizaron como “privatización del conocimiento” (Krimsky, 1991). Entre las iniciativas más relevantes que se impulsan en E.E.U.U., en 1980, se aprueban dos instrumentos que se proponen facilitar la vinculación academia-industria: la Ley de Transferencia de Tecnología de Stevenson-Wydler, para incentivar la vinculación de los laboratorios públicos con universidades y empresas y la Enmienda

4 Una compilación de trabajos y autores representativos del PLACTED, puede verse en Sábato (2011 [1974]).

Bayh-Dole a las leyes de patentes, que allanaba el camino para que universidades y centros de investigación pudieran percibir derechos de propiedad intelectual por trabajos realizados con fondos públicos. En 1984, el Congreso de E.E.U.U. modificó el Acta de Comercio para que los derechos de propiedad intelectual de sus empresas fueran reconocidos en todo el mundo. Esta ley sostenía que el gobierno norteamericano podía tomar medidas económicas y diplomáticas especiales contra los países que violaran las patentes. También se crearon programas como el Small Business Innovation Research (SBIR), Small Business Technology Transfer (STTR), Manufacturing Extension Partnership (MEP), o Advanced Technology Programme (ATP). Estas transformaciones continuaron hasta 1992 (Block, 2008, pp. 11-14).

Es crucial comprender que, por un lado, mientras que en este contexto las grandes empresas norteamericanas dependen de los subsidios del gobierno de E.E.U.U., de un entorno regulatorio favorable de apoyo a sus actividades de I+D, de protección de la propiedad intelectual y respaldo a sus proyectos de expansión de sus mercados<sup>5</sup>, por otro lado, todas estas transformaciones son invisibilizadas por un discurso de fundamentalismo de libre mercado, que supone que el Estado de las economías centrales no interviene. Con referencia a E.E.U.U., Etzkowitz et al. (2008: 685) explican que en este escenario dominan “políticas industriales de facto” y, en la misma dirección, Block (2008) habla de “estado desarrollista oculto”.

A inicios de los años noventa, los organismos de gobernanza global pusieron en cuestión “la asistencia gubernamental a las industrias económicamente estratégicas” como “un importante punto de discordia en la arena política internacional” (Michalski 1991: 7, 8). A grandes rasgos, los debates sobre esta cuestión se estabilizaron a partir de un acuerdo tácito que se podría parafrasear con la siguiente fórmula: mientras que en los países centrales los sectores estratégicos van a continuar siendo objeto de apoyo activo del Estado –de forma manifiesta u oculta–, en las periferias se comienza a ejercer una fuerte presión para promover su desregulación. En paralelo, los países de la región fueron también presionados para integrarse al proceso de internacionalización de la propiedad intelectual a través de la reforma de sus legislaciones, incluyendo una ampliación de la protección a nuevos sectores, como los productos farmacéuticos y el software (Nguyen 2010: 244-255; Michalopoulos 2014: Ch. 7). Ahora bien,

<sup>5</sup> En este punto, puede ser interesante comprender la importancia estratégica de la legislación conocida como “Buy American” como herramienta que alcanza al comercio exterior. Ver: Weiss y Thurbon (2006).

como explica Muñoz Tellez (2009: 4-5), mientras que los países centrales “tardaron más de dos siglos en diseñar, experimentar e instaurar progresivamente sistemas nacionales de propiedad intelectual”, los países de la periferia “absorbieron sistemas de propiedad intelectual impuestos por el imperio colonial”. La monopolización de los derechos de propiedad intelectual fue considerada un recurso adicional para obstaculizar procesos de desarrollo y de acortamiento de la brecha basados en senderos imitativos de industrialización (Correa, 2000, p. 4).

Estas transformaciones tuvieron su contraparte en la cultura académica de las periferias en la forma de iniciativas de adecuación de las metas y funciones de las universidades al contexto general de mercantilización de la educación y el conocimiento. Nociones como “Universidad de Servicios” o el mandato de la vinculación “Universidad-Empresa” en contextos de desindustrialización de las economías nacionales aparecen como los nuevos mantras que van a guiar la imposición de “las nuevas reglas del juego de la comercialización en la academia” (Naidorf, 2009: 25-28).

### Las distorsiones del neoliberalismo semiperiférico

Funcional a los objetivos de las economías centrales, nos interesa enmarcar las transformaciones de la cultura académica que se propusieron promover en Argentina las políticas económicas de los gobiernos de Menem (1989-1999) y De la Rúa (1999-2001), a partir de rasgos distintivos específicos de la semiperiferia, como la desindustrialización, la privatización de organismos y empresas estatales, la extranjerización de la economía y la subordinación geopolítica y geoeconómica al neoliberalismo. Un corolario central de este último rasgo fue el desmantelamiento de sectores tecnológicos estratégicos<sup>6</sup>.

Encuadrado en este proyecto político, que vamos a caracterizar como neoliberalismo semiperiférico<sup>7</sup>, el problema de la pérdida del rumbo que se plantea a las actividades de producción de conocimiento en las universidades se puede entender como corolario de una consecuencia más

<sup>6</sup> Sobre las políticas económicas de este período, en relación con los procesos de privatización, desindustrialización selectiva y extranjerización de la economía argentina, pueden verse: Basualdo (2017); Gaggero (2016).

<sup>7</sup> Asumimos que el sistema mundial puede analizarse en tres zonas –centro, periferia y semiperiferia–, que esta división ha sido estable durante un período sustancial de tiempo y que la semiperiferia no es un estado transicional en el camino al desarrollo, sino una posición permanente en la estructura de la economía mundial (Babones, 2005: 53). Uno de sus rasgos distintivos ha sido el desarrollo dependiente y, desde los años ochenta, la creciente dependencia del capital financiero (Evans 1979; 1985: 192-194). La evolución de las condicionalidades impuestas por el Consenso de Washington ha puesto limitaciones adicionales a las economías semiperiféricas en relación al acceso al conocimiento (Chang 2008: 76-77). Sobre el concepto de semiperiferia, ver también: Arrighi y Drangel (1986); Martin (1990); Chase-Dunn (1998: 210-214); Clark (2010).

general: a pesar de una retórica a favor del conocimiento útil que valora la prestación de servicios, la comercialización, o el vínculo con el “mundo de los negocios”, en contexto de neoliberalismo semiperiférico el desmantelamiento de los sectores estratégicos –como parte de una política exterior de alineamiento incondicional con EE.UU.–, así como la clausura de iniciativas de desarrollo social –como consecuencia de las pautas de ajuste estructural y reducción del gasto público– eliminan la demanda de conocimiento por parte de Estado; en paralelo, la extranjerización de la economía y la desindustrialización clausuran las condiciones de posibilidad para la tan promocionada “vinculación Universidad-Empresa” que abra canales para la transferencia de conocimiento. En la medida en que se profundiza la aplicación de las recetas de organismos de crédito y los condicionamientos de los organismos de gobernanza global, se restringen los canales de acceso al conocimiento y las actividades de I+D van quedando relegadas a la categoría de “gasto público” injustificado (Hurtado, 2010: 186-195).

A diferencia de las economías neoliberales centrales que, mientras promueven una retórica de fundamentalismo de libre mercado, apuntalan el dinamismo económico con una batería de iniciativas públicas enfocadas en la generación de conexiones de las universidades con defensa e industria, el fundamentalismo de libre mercado que promueve el neoliberalismo semiperiférico disuelve las responsabilidades del Estado en el campo del conocimiento y reorienta el campo científico-tecnológico bajo la guía de un conjunto de conceptos y consignas que supone que los institutos, laboratorios o grupos de I+D públicos –inmersos en un entorno económico en proceso de primarización, financierización y extranjerización– deben gestionar sus propios “negocios” y autofinanciarse. Así, se busca suplir las políticas ausentes de CyT, de industria, salud, defensa, etc., y la ausencia de coordinación con la promoción del “emprendedorismo” en su variante periférica, que se enfoca en el éxito individual como respuesta a un escenario de disgregación social y económica. El objetivo final es reemplazar el paradigma del desarrollo económico y social inclusivo, concebido como empresa colectiva y solidaria, por un voluntarismo solipsista fundado en una “espiritualidad” individualista, mercantil y predatoria: no está mal querer enriquecerse a cualquier precio, no está mal dejar atrás al prójimo, no está mal la lucha solitaria por los bienes escasos. La cultura del “emprendedorismo”, las consultorías y los think tanks, junto con diversas modalidades de “agencias de análisis”, se proponen reemplazar formas tradicionales de producción de conocimiento, que son estigmatizadas como anacrónicas,

aunque continúan jugando un rol central en las economías centrales. Entre los objetivos de esta operación, se busca la “desjerarquización” del mundo académico (Rubinich, 2001: 63-64).

De esta forma, se comienzan a trasplantar consignas, que en las economías centrales eran el producto del acompañamiento de marcos regulatorios e incentivos estatales, a un escenario darwiniano, donde no existe un sector empresarial emprendedor<sup>8</sup>, ni programas públicos que promuevan marcos regulatorios adecuados al contexto o incentivos orientadores. Para dar brillo teórico, se acompaña el proceso con el trasplante de nociones, como “sistema nacional de innovación”, para aplicarlas a una realidad donde no hay ni sistema ni innovación, y se pone de moda la unidad analítica “América Latina” para aplicarle diagnósticos simplificadores del tipo “el problema de América Latina es el modelo lineal ofertista” y proponer recetas genéricas idénticas para trayectorias nacionales específicas muy diferentes sin necesidad de diagnósticos ni prospectivas (Arocena y Sutz, 2000; Hurtado y Mallo, 2012).

Mientras organismos como el BID prescribían que “la región colectivamente tiene que fortalecer sus sistemas nacionales de innovación [...] y tratar de vincularlos con la sociedad mundial del saber” (De Moura Castro et al., 2000: 2), uno de los creadores del concepto de sistema nacional de innovación, Bengt-Åke Lundvall, explica: “El concepto remite a sistemas relativamente fuertes y diversificados que cuentan con buen apoyo institucional y de infraestructura para las actividades de innovación”. En cuanto a su aplicación a los países en desarrollo, Lundvall reconoce serias limitaciones:

“Otra debilidad del enfoque de los sistemas de innovación radica en que hasta el momento no se ha ocupado de las cuestiones de poder en relación con el desarrollo [...] Los privilegios de clase y la situación poscolonial pueden bloquear las posibilidades de aprendizaje; asimismo, competencias ya existentes podrían ser destruidas por motivos políticos vinculados con la distribución mundial de poder” (Lundvall, 2009: 380-381).

A modo de balance general, desde el inicio de la última dictadura argentina en 1976 hasta la crisis de 2001, el sector público de I+D y las pocas empresas nacionales involucradas en sectores industriales dinámicos des-aprendieron a desarrollar cohetes sonda y misiles balísticos de alcance medio, calculadoras y computadoras, aviones caza y de entrenamiento,

<sup>8</sup> En Argentina, las fracciones económicas concentradas consolidaron, por lo menos desde la última dictadura (1976-1983), una cultura de aversión al riesgo, cooptación predatoria del Estado, especulación financiera, fuga de capitales y ausencia de inversión en I+D. Ver, por ejemplo: Pucciarelli (2004).



además de disparar capacidades en sectores como el automotriz, el metal-mecánico, o en electrónica de consumo, hidrocarburos y semillas. Trayectorias público-privadas de aprendizaje, acumulación de conocimiento y escalamiento tecnológico, acompañados de ingente inversión estatal y empresarial en formación de recursos humanos, transferencia de tecnología y encadenamientos productivos –trayectorias que deben medirse en décadas– terminaron siendo clausuradas y reemplazadas por un modelo financiero especulativo y exportador de recursos naturales sin elaboración o escasamente elaborados.

### Una agenda de CyT para las universidades de la región

Luego de un ciclo de gobiernos progresistas, que impulsaron procesos de reindustrialización inclusiva, el análisis anterior recobra vigencia en América Latina a partir de una renovada imposición de matrices de libre mercado impulsada por la creciente capacidad de los poderes fácticos –fracciones económicas dominantes lideradas por el capital financiero internacional–, esta vez aliados a medios masivos de estructura oligopólica y a maquinarias judiciales adictas. En Argentina, luego de una gestión política que se propuso abandonar la matriz neoliberal para impulsar un proyecto de industrialización inclusiva en el período 2003-2015, desde 2016 un nuevo gobierno vuelve a impulsar un proyecto refundacional basado en recetas monetarias y financieras especulativas y a reiniciar un proceso de endeudamiento, desfinanciamiento de los sectores de educación y de CyT y desmantelamiento de sectores tecnológicos estratégicos (Filmus, 2017; Basualdo, 2017).

Igual que ocurrió durante el primer ciclo de neoliberalismo semiperiférico (1976-2001), en Argentina recobraron vigencia los procesos de des-aprendizaje organizacionales, institucionales y científicotecnológicos. A pesar de un gran esfuerzo de inversión pública durante el período 2003-2015, que fue acompañado por políticas de “compra inteligente del Estado”, nacionalización de sectores estratégicos y promoción de variedad de instrumentos de política y gestión que hicieron posible procesos de aprendizaje colectivo, las instituciones públicas de I+D y las relativamente pocas empresas que habían iniciado procesos de escalamiento tecnológico hoy están nuevamente des-aprendiendo a fabricar satélites, generadores eólicos, vacunas, vagones de ferrocarril de carga, radares, tecnología aeronáutica.

A partir de la experiencia histórica esbozada y como contraposición

al nuevo ciclo de neoliberalismo semiperiférico que retorna a países de la región como Argentina o Brasil, es posible delinear algunas pautas que deberían guiar las políticas de CyT de sus universidades y, en general, de sus instituciones públicas de I+D, concebidas como iniciativas de resistencia a los procesos de des-aprendizaje. La primera enseñanza de los ciclos de industrialización inconclusos es la necesidad de descartar el espejismo del acceso inmediato al “conocimiento de punta” o a la “frontera tecnológica” y asumir una concepción de las universidades como entornos institucionales que suponen capacidades privilegiadas de diagnóstico y producción de conocimiento de la realidad socioeconómica local. Esta orientación no debe buscar la producción de innovaciones radicales para el mantenimiento del liderazgo en sectores de la economía global de retornos crecientes –que son de estructura oligopólica–, sino que supone la necesidad de avanzar en: (i) la creación de entornos institucionales y capacidades organizacionales para impulsar procesos de aprendizaje, acumulación y circulación de conocimiento y de escalamiento tecnológico en sectores específicos; y (ii) su creciente enraizamiento con la realidad socioeconómica local, nacional y regional.

En la literatura, son numerosos los estudios que abordan este tipo de estrategias y que exponen como casos exitosos a los países del este asiático –primero Japón, luego Corea y Taiwán, y hoy China– y los contraponen a los países de América Latina, que no habrían logrado profundizar esta orientación, ya sea por la inviabilidad del sendero seleccionado, por falta de capacidades organizacionales, institucionales y/o políticas, o por condicionamientos de tipo geopolítico (Amsen, 2001; Mazzoleni y Nelson, 2009). Un corolario –ya aludido, en la década del 70, por la corriente PLACTED– es la ausencia de capacidades de diseño de políticas públicas de CyT y de gestión de procesos de cambio tecnológico que respondan a agendas adecuadas a los ámbitos del trabajo y de la producción de los países de la región.

Gobiernos neoliberales semiperiféricos como los de Macri o Temer, por ejemplo, están obsesionados con bajar salarios y reducir los “costos laborales” como única estrategia para, se dice, mejorar la competitividad de las empresas. Una de las mayores especialistas en políticas industriales y tecnológicas en los países de industrialización tardía, Alice Amsden, explicaba en 2001 que el problema de la competitividad de las empresas argentinas durante los años noventa eran los empresarios y no los trabajadores. Las empresas argentinas, sostiene, “no tenían profesionalizadas sus capacidades de gerenciamiento y pocas contaban con planificaciones

o cadenas de mando bien definidas”. Y agrega: “Las inversiones en I+D [de las empresas] fueron insignificantes, por lo que los trabajadores calificados no eran empleados en emprendimientos de alta tecnología [...] el centro de gravedad de la economía argentina volvió a ser el campo, que se caracterizó por una de las distribuciones de ingresos más desiguales del mundo” (Amsden, 2001: 63).

Igual que acaba de ocurrir con el enorme salto hacia el pasado que encarna el régimen laboral puesto en vigencia por el gobierno de Temer en Brasil, el gobierno de Macri trabaja obsesivamente en Argentina para avanzar en un régimen de “flexibilización laboral”: disminuir salarios, tercerizar el empleo, problematizar la indemnización por despido, las vacaciones, etc. Por el contrario, la noción de “sociedad del conocimiento” –a la que suelen apelar Macri y sus funcionarios– supone que la competitividad de las empresas necesita salarios altos. ¿Por qué? Entre otras razones, porque los trabajadores deben ser actores dinámicos claves en las tramas de producción de conocimiento para mejorar los desempeños. Por eso necesitan, igual que los ingenieros y científicos, condiciones de trabajo adecuadas, como la estabilidad. Como sostiene Seguino (2014), en el proceso de escalamiento tecnológico de una empresa “los trabajadores no son engranajes pasivos en una rueda, son actores dinámicos en el proceso de desarrollo y tienen un papel crucial en la incorporación de activos basados en conocimiento”.

¿Cómo se logran estos objetivos, según enseña la historia? Partir de una matriz productiva de base agroexportadora con escasas capacidades industriales nacionales de baja y media intensidad tecnológica –perfil propio de una economía semiperiférica como la argentina– y proponerse la creación de entornos productivos de creciente intensidad tecnológica supone capacidades estatales para concebir e impulsar una trayectoria evolutiva de escalamiento selectivo en la jerarquía de habilidades y competencias tecnológicas, organizacionales, institucionales y políticas. La historia económica enseña que estos objetivos se logran inicialmente mediante la generación de capacidades para la imitación, la ingeniería inversa, las modificaciones marginales de productos y procesos, o la lisa y llana copia por los sectores o grupos de empresas seleccionados. “Esto ha sido así en el pasado en Inglaterra vis a vis Holanda, en Estados Unidos vis a vis Inglaterra, en Japón vis a vis la Europa desarrollada, y lo es hoy en día en el caso de China” (Cimoli et al., 2009: 9).

Lo anterior se podría desagregar en cuatro puntos: (i) inversión em-

presarial para incorporar conocimiento –tecnológico, organizacional y de gerenciamiento– a las actividades productivas, logísticas y de comercialización, algo que no ocurre en los países de la región por la vocación financiera especulativa y predatoria de las fracciones empresarias dominantes; (ii) inversión pública lenta, paciente, a riesgo y de largo plazo en sectores estratégicos orientados a objetivos (Mazzucato y Penna, 2016); (iii) inversión pública en desarrollo social –salud, vivienda, educación, alimentos, energía, etc.– e infraestructura, así como con el apoyo activo a sectores empresariales como pymes, que no tienen capacidad de inversión en la mejora de sus desempeños, incluidas las actividades de I+D o el acceso a tecnología; y (iv) políticas interministeriales e intersectoriales de coordinación y con marcos regulatorios y políticas exteriores capaces de proteger estos procesos.

A su vez, estos cuatro puntos presuponen iniciativas permanentes de incorporación de capacidades – con especial énfasis en incorporación de ciencias sociales– orientadas a la construcción de un Estado inteligente y con la legitimidad política para avanzar en el disciplinamiento de los poderes fácticos y sostener las metas consensuadas en democracia y codificadas en las políticas públicas. En este escenario, las universidades tienen una función central en el diagnóstico, diseño de agendas e identificación del tipo de conocimiento necesario, así como en la elaboración y puesta en práctica de políticas de CyT afines y la construcción de mecanismos de transferencia y extensión de conocimiento al territorio, a las economías regionales y a los distintos segmentos empresariales.

Las propuestas anteriores van en una dirección muy diferente a las promesas irreales que hoy promueven los gobiernos neoliberales y que transforman en verosímiles y amplifican los mecanismos hegemónicos de construcción de “posverdad”<sup>9</sup>. Sin embargo, el conocimiento acumulado en la historia económica y tecnológica desde, por lo menos la Revolución Industrial, muestra que los países con mayores índices de equidad y desarrollo social, sin dejar de ser capitalistas, aplican políticas muy diferentes a las recetas que hoy se difunden en América Latina.

<sup>9</sup> Una discusión de la noción de “posverdad”, centrada en la producción de conocimiento, puede verse en Sismondo (2017).

## Bibliografía

Amsden, A. (2001). *The Rise of 'The Rest': Challenges to the West from Late-Industrializing Economies*. Oxford: Oxford University Press.

Aráoz, Alberto. (1973). "¿Qué hace el sistema científico por la industria en Argentina?", en *Ciencia Nueva*, núm. 26, pp. 50-55.

Arocena, R. y Sutz, J. (2000). "Looking at National Systems of Innovation from the South", en *Industry and Innovation*, vol. 7, núm. 1, pp. 55-75.

Arrighi, G. y Drangel, J. (1986). "The Stratification of the World-Economy: An Exploration of the Semiperipheral Zone", *Review*, vol. 10, núm. 1, pp. 9-74.

Babones, S. (2005). "The Country-Level Income Structure of the World-Economy", en *Journal of WorldSystems Research*, vol. 11, núm. 1, pp. 29-55.

Basualdo, E. (ed.). (2017). *Endeudar y fugar. Un análisis de la historia económica argentina, de Martínez de Hoz a Macri*. Buenos Aires: Siglo Veintiuno.

Block, F. (2008). "Swimming Against the Current: The Rise of a Hidden Developmental State in the United State", en *Politics & Society*, vol. 20, núm. 10, pp. 1-38.

Chang, H-J. (2008). *Bad Samaritans. The Myth of Free Trade and the Secret History of Capitalism*. New York: Bloomsbury.

Chase-Dunn, Ch. (1998). *Global Formation. Structures of the World-Economy, Updated Edition*. Oxford: Rowman & Littlefield Publishing.

Cimoli, M., Dosi, G. y Stiglitz, J. (2009). "The Political Economy of Capabilities Accumulation: The Past and Future of Policies for Industrial Development", pp. 1-16, en M. Cimoli, G. Dosi y J. Stiglitz (eds.), *Industrial Policy and Development. The Political Economy of Capabilities Accumulation*. Oxford: Oxford University Press.

Clark, R. (2010). "World-System Mobility and Economic Growth, 1980-2000", *Social Forces*, vol. 88, núm. 3, pp. 1123-1151.

Correa, C. (2000). *Intellectual Property Rights, the WTO and Developing Countries: The TRIPS Agreement and Policy Options*, London: Zed Books.

Deere, C. (2009). *The Implementation Game. The TRIPS Agreement and the Global Politics of Intellectual Property Reform in Developing Countries*. Oxford: Oxford University press.

De Moura Castro, C., Wolff, L. y Alic, J. (2000). "La ciencia y la tecnología para el desarrollo. Una estrategia del BID", Washington, D.C., BID, Serie de informes de políticas y estrategias sectoriales del Departamento de Desarrollo Sostenible.

Etzkowitz, H., Ranga, M., Benner, M., Guarany, L., Maculan, A. y Kneller, R. (2008). "Pathways to the entrepreneurial university: towards a global convergence", *Science and Public Policy*, vol. 35, núm. 9, pp. 681-695.

Evans, P. (1979). *Dependent Development. The Alliance of Multinational, State, and Local Capital in Brazil*. New Jersey: Princeton University Press.

Evans, P. (1995). *Embedded Autonomy. States & Industrial Transformation*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.

Filmus, D. (comp.). (2017). *Educación para el mercado. Escuela, universidad y ciencia en tiempos de neoliberalismo*. Buenos Aires: Octubre.

Gaggero, Alejandro. (2016). "Las transformaciones de la elite empresarial en un período de extranjerización económica: los propietarios de los grandes grupos empresariales argentinos durante los años noventa", pp. 89-122, en Castellani, Ana (coord.), *Radiografía de la elite económica argentina. Estructura y organización en los noventa*. San Martín: UNSAM Edita.

Hurtado, D. (2010). *La ciencia argentina. Un proyecto inconcluso (1930-2000)*. Buenos Aires: Edhasa.

Hurtado, D. y Mallo, E. (2012). "Riesgos teóricos y agenda de políticas: el 'mal del modelo lineal' y las instituciones de CyT como cajas negras", pp. 225-244, en Fressoli, Mariano y Santos, Guillermo (eds.): *Tecnología, desarrollo y democracia. Nueve estudios sobre dinámicas socio-técnicas de exclusión/inclusión social*. Buenos Aires: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Krimsky, Sheldon. (1991). "The profit of scientific discovery and its normative Implications", *Chicago Kent Law Review*, vol. 75, núm. 3, pp. 15-39.

Lundvall, Bengt-Åke. (2009) "Investigación en el campo de los sistemas de innovación: orígenes y posible futuro (Post-criptum)", en Bengt-Åke Lundvall (ed.), *Sistemas nacionales de innovación. Hacia una teoría de la innovación y el aprendizaje por interacción*, Buenos Aires, UNSAM Edita, pp. 359-387. Martin, D., Anderson, P. & Bartamian, L. (2007). *Communication Satellites*. Reston, Virginia: American Institute of Aeronautics and Astronautics.

Mazzoleni, Roberto y Nelson. Richard. (2009). "The Roles of Research

at Universities and Public Labs in Economic Catch-Up”, pp. 378-408, en Cimoli, M., Dosi, G. y Stiglitz, J. (eds.), *Industrial Policy and Development*. Oxford: Oxford University Press.

Mazzucato, M. y Penna, C. (2016). “The Brazilian Innovation System: A Mission-Oriented Policy Proposal”, en *Temas Estratégicos para o Desenvolvimento do Brasil*, núm. 1. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos.

McMichael, Philip. (2008). *Development and Social Change: A Global Perspective*. Thousand Oaks, CA: Pine Forge Press.

Michalopoulos, Constantine. (2014). *Emerging Powers in the WTO. Developing Countries and Trade in the 21st Century*. New York: Palgrave Macmillan.

Michalski, Wolfgang. (1991). “Support Policies for Strategic Industries: An Introduction to the Main Issues”, pp. 7-14, en OECD, *Strategic Industries in Global Economies. Policy Issues for the 1990s*. Paris: OECD International Futures Programme.

Muñoz Tellez, Viviana. (2009). “The changing global governance of intellectual property enforcement: a new challenge for developing countries”, pp. 1-13, en Li, Xuan y Correa, Carlos (eds.), *Intellectual Property Enforcement. International Perspectives*. Cheltenham, UK: Edward Elgar. Naidorf, Judith. (2009). *Los cambios en la cultura académica de la Universidad pública*. Buenos Aires: EUDEBA.

Nguyen, Tu Thanh. (2010). *Competition Law, Technology Transfer and the TRIPS Agreement. Implications for Developing Countries*. Cheltenham, UK: Edward Elgar.

Pucciarelli, Alfredo. (2004). “La patria contratista. El nuevo discurso liberal de la dictadura encubre una vieja práctica corporativa”, pp. 99-171, en Pucciarelli, A. (coord.), *Empresarios, tecnócratas y militares. La trama corporativa de la última dictadura*. Buenos Aires: Siglo XXI.

Rubinich, Lucas. (2001). *La conformación de un clima cultural. Neoliberalismo y universidad*. Buenos Aires: Libros del Rojas.

Sabato, J. (comp.). (2011). [1974]. *El pensamiento latinoamericano en la problemática de ciencia-tecnología-desarrollo-dependencia*. Buenos Aires: Ediciones Biblioteca Nacional.

Seguino, Stephanie. (2014). “How Economies Grow: Alice Amsden and the Real-World Economics of Late Industrialization”, Memorial Lecture, University of Witwatersrand, Johannesburg, South Africa, 4 de septiembre.

Sismondo, S. (2017). “Post-truth?”, en *Social Studies of Science*, vol.

47, núm. 1, pp. 3-6 Sunkel, O. y Paz, P. (1984) [1970]. *El subdesarrollo latinoamericano y la teoría del subdesarrollo*. México, DF: Siglo XXI.

Weiss, L. y Thurbon, E. (2006). “The Business of Buying American: Public Procurement as Trade Strategy in the USA”, *Review of International Political Economy*, vol. 13, núm. 5, pp. 701-724.

## SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO

Ciencia, Tecnología e Innovación.

El conocimiento aplicado a la solución de problemas.

*Por Carlos Gianella*

### Introducción y antecedentes

Peter Drucker, en 1969, publica su obra “La era de la discontinuidad”. En ella, al tratar de comprender y explicar el actual estado de la organización socioeconómica del mundo, dice que vivimos en la **Sociedad del Conocimiento**. Allí, en primer lugar, destaca como rasgo distintivo la generación y el uso del conocimiento para la resolución de problemas, tanto aquellos simples de la vida cotidiana como los complejos que abarcan a toda la humanidad. En segundo lugar, sobresalen la velocidad y la aceleración en la circulación del conocimiento en comparación con otros momentos de la historia.

En el interés por comprender la sociedad en que vivimos y hacia dónde va, otros pensadores han llegado a conclusiones concurrentes o similares a las de Drucker.

En 1970 Amílcar Herrera, geólogo argentino, publica *Ciencia y Política* en América Latina. El trabajo resulta de un intenso diálogo con otros intelectuales latinoamericanos desde la Fundación Bariloche. En él, trata la relación entre conocimiento y desarrollo económico social, convirtiéndose en un pionero en América del sur en ligar el desarrollo tecnológico con las condiciones de vida de la población y las políticas públicas.

El sociólogo y académico norteamericano Daniel Bell publicó en 1973 el libro “El advenimiento de la sociedad postindustrial”: allí plantea que la incorporación de tecnología en la vida cotidiana está comenzando a producir cambios gigantescos en la organización política y socioeconómica, lo que significa el fin de la era industrial y el origen de una nueva, a la que aún no pone nombre pero que se caracteriza por el uso intensivo de la tecnología.

Zbigniew Brzezinski, politólogo norteamericano de origen polaco y ex-consejero de Seguridad Nacional de EE.UU. durante el mandato de James “Jimmy” Carter, publicó en 1979 “La era tecnocrática”, un libro donde destaca los cambios en los individuos, las familias, la organización del trabajo, los estados nacionales y las instituciones religiosas, todos ellos pro-

ducidos por el uso intensivo de tecnología en el mundo, y los que iban a ocurrir por su uso acelerado. En ese libro también pronosticaba un mundo de individualidades, aunque ya no organizadas en instituciones permanentes como las mencionadas arriba.

Manuel Castells, un sociólogo español que vivió durante muchos años en EE. UU., publicó en 1992 “La era de la información”, donde destaca que el uso de la tecnología informática permite el procesamiento de la información como nunca antes en la historia de la Humanidad. Esto inclina la lucha de poder mundial a favor de aquellos que tengan la capacidad de analizar un mayor caudal de información.

En este siglo, el estado alemán se propuso mejorar la competitividad de sus industrias para mantener la generación de riqueza y el empleo de calidad; en consecuencia, decidió llevar adelante el plan de acción denominado “Industria 4.0” para la incorporación intensiva de tecnología. Este plan fue presentado en la feria de Hannover del 2011. Así, contribuyó a demostrar que la competitividad en el siglo XXI puede alcanzarse al mejorar el conjunto de la sociedad y no con la reducción de salarios y la protección de mercados, al menos en los lugares donde se origina la tecnología.

### Modos de circulación del conocimiento

Para entender y explicar cómo funciona esta sociedad del conocimiento se han propuesto varios modelos. Ciertos enfoques ubican el punto de partida en la mirada del/la investigador/a científico o tecnológico. Otros lo sitúan en la visión de las empresas de producción de bienes y servicios. Por último, algunos tratan de entender el funcionamiento complejo de todos los actores en forma integrada. Veamos algunas de estas idealizaciones conceptuales.

### Desde el investigador/a

El modelo más antiguo, el más simple y que aún perdura, plantea que el investigador científico debe concentrarse en la producción del conocimiento; en desarrollar su actividad sin importarle la aplicación ulterior de dicho conocimiento; hacer foco en la calidad de su trabajo, y compartir los resultados con sus colegas. Luego, ingenieros y tecnólogos aprovecharán ese conocimiento para aplicarlo, pero sin la participación del científico. A esta visión se la denomina **MODELO LINEAL DE INVESTIGACIÓN**.

### MODELO LINEAL DE INVESTIGACIÓN (Vannevar Bush - 1945)



Muchas veces se ha dicho que el modelo está inspirado en Vannevar Bush, científico norteamericano que coordinó uno de los equipos a cargo del desarrollo de la bomba atómica durante la Segunda Guerra Mundial.

A pedido del entonces presidente norteamericano, Franklin D. Roosevelt, V. Bush escribió en julio de 1945 un informe titulado “Ciencia, la frontera sin fin”, donde sienta las bases para un programa de desarrollo de la investigación científica en EE.UU. Allí, el autor concluye que, si Norteamérica quiere ser la primera potencia mundial, tiene que desarrollar más la investigación básica porque hasta ese momento, en aquel país, el mayor porcentaje de la investigación era aplicada; se trataba de una recomendación muy útil para EE.UU. en ese momento. Sin embargo, el método no podía extenderse a la mayoría de los estados nacionales, ya que éstos suelen carecer de un sistema de producción de bienes y servicios y una estructura militar demandantes de desarrollos tecnológicos y con mecanismos perfectamente institucionalizados para conectar la investigación básica con la aplicada.

Una visión similar al modelo lineal, pero algo más compleja, es la que en 1997 planteó el politólogo norteamericano Donald E. Stokes con el MODELO DE CUADRANTES DE INVESTIGACIÓN.

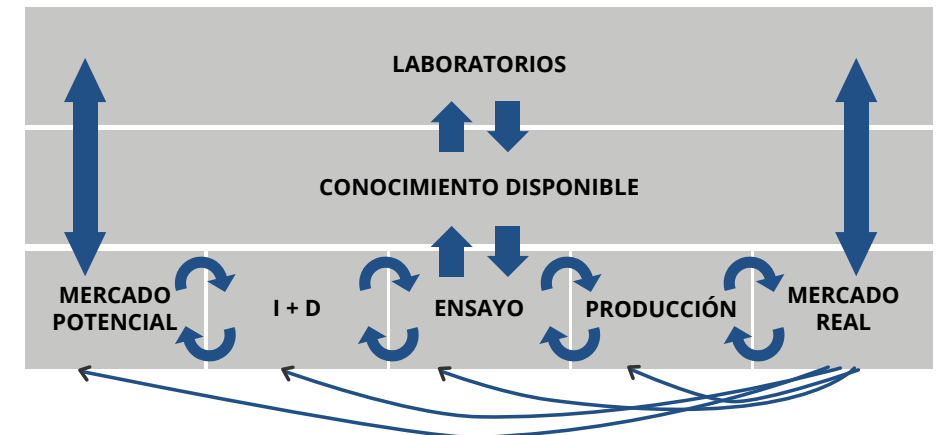


A la investigación básica pura –que toma como ejemplos los trabajos de Niels Bohr sobre la estructura del átomo– y a la investigación aplicada pura –donde el modelo es el laboratorio de Edison, dedicado a producir soluciones técnicas disruptivas tales como el sistema de producción, distribución y utilización de la energía eléctrica–, Stokes agrega la investigación básica inspirada en el uso para soluciones concretas o consideraciones útiles, como él mismo define. El ejemplo para ilustrar este cuadrante es el laboratorio de Pasteur, que produjo grandes avances en el conocimiento de la microbiología pero que también desarrolló la vacuna contra la rabia, mal incurable de su época.

Por último, Stokes plantea un cuadrante de investigación aplicada sin aplicación. El ejemplo es el minucioso estudio sobre la vida de las aves en América del Norte de la guía Peterson’s, que es útil para los aficionados al avistaje de aves, pero que, al menos por ahora, no parece tener otra aplicación práctica.

Desde las empresas productoras de bienes y servicios

Este es un modelo más complejo y también más rico que los anteriores. Fue desarrollado por Rosenberg y Kline y publicado en 1986, y se denomina MODELO INTERACTIVO DEL PROCESO DE INNOVACIÓN O MODELO DE ENLACES EN CADENA.



Las flechas del cuadro representan las direcciones de circulación del conocimiento. En la base de la ilustración, los cuadros I+D, ENSAYO y PRODUCCIÓN representan las áreas fundamentales dentro de una em-

presa que interactúan con el MERCADO REAL y el MERCADO POTENCIAL.

Si partimos del mercado real en el cual la empresa comercializa un producto o servicio, cuando ésta comienza a detectar dificultades y entiende que hay otro producto o servicio en el mercado que compite con mejores prestaciones, precio o calidad. Eso lleva al empresario a idear cambios en el producto/servicio, y para ello recurre a su equipo de investigación y desarrollo (I+D) –si lo tiene– o al equipo que cumpla ocasionalmente esa función. Con él diseñará un cambio, generalmente incremental, que luego someterá a ensayo para finalmente iniciar la producción para introducirlo en el mercado. Si estos cambios no funcionan, intentará otros más radicales, aunque siempre con el mismo objetivo: mantenerse de forma competitiva en el mercado.

También puede suceder que en la empresa imaginen un mercado potencial para un producto totalmente nuevo y disruptivo. En este caso, se convoca al equipo de I+D para el diseño del producto; luego se efectúan los ensayos necesarios para entrar en producción y salir al mercado.

Un ejemplo de este mecanismo fue cuando Motorola creó hace 40 años el primer teléfono celular. No existía. Nadie lo había pedido. Ya estaban disponibles el teléfono por cable y la radiotransmisión, pero por separado. Fue una apuesta para crear una necesidad, y el resultado es conocido por todos, esta en nuestros bolsillos, el “celular”. También puede suceder que la empresa no tenga capacidad suficiente de I+D y diseño para afrontar las dificultades de mercado, y debe buscar esos servicios afuera. Así, en primer lugar, investiga el CONOCIMIENTO DISPONIBLE en redes, consultores, asistencia técnica o capacitación. Cuando no encuentra lo que necesita, puede recurrir al desarrollo de soluciones por contrato de riesgo con LABORATORIOS o centros de investigación, públicos o privados. Esas soluciones ingresarán a la empresa a través del área de I+D, pasarán a ensayo, luego a producción y finalmente al mercado. El porcentaje del total de empresas que realizan este tipo de contratos es bajísimo.

Este modelo es más real que los anteriores: le otorga un papel más relevante a la empresa en la gestión de la innovación y acota la participación del científico a casos más puntuales. No obstante, sin el conocimiento científico el sistema se tornaría rápidamente obsoleto por falta de soluciones, incluso cuando la preocupación del científico no sea ni el mercado ni el producto ni la innovación.

## Modelos complejos interactivos

En 1968, Jorge Sabato y Natalio Botana proponen un modelo para pensar y desarrollar las políticas públicas de Ciencia y Tecnología en la Argentina, lo que se conoció como EL TRIÁNGULO DE SABATO.



Las instituciones, que son los vértices del triángulo, se relacionan entre sí, interactúan. Cuanto más intensas son esas relaciones, más independencia tiene el sistema con respecto al exterior. El otro extremo, el de la dependencia, se da cuando las empresas son subsidiarias de corporaciones del exterior, o bien cuando los centros de investigación forman parte de planes de investigación elaborados y dirigidos desde el exterior y no interactúan con el resto.

En el esquema propuesto, el Estado es articulador, promotor y socio. De la misma forma, el Estado debe prestar particular atención a la coherencia interna entre las políticas explícitas de Ciencia y Tecnología y las implícitas, como las políticas de crédito, regímenes de protecciones y promoción de importaciones que permitan y promuevan el desarrollo tecnológico de las empresas.

Si el Estado se ocupa sólo de la investigación científica y no promueve la vinculación tecnológica, está debilitando el sistema. El equilibrio y la dinámica en la articulación de las instituciones de los vértices marcan la solidez o la debilidad del propio sistema.

En 1990, Henry Etzkowitz y Loet Leydesdorff publican un trabajo, LA TRIPLE HÉLICE, donde la integración entre la industria, las universidades y el gobierno, es representada, como una triple hélice de ADN; el modelo que tienen presente es el desarrollo institucional de EE.UU. El trabajo es similar al de Sabato y Botana, texto que dicen conocer, aunque los ejemplos propuestos se refieren a países desarrollados de Occidente.

En los años 80 y 90 del siglo pasado se generalizó la llamada “teoría neoliberal de la economía”, cuya idea rectora era favorecer el funcionamiento de las empresas a partir de la globalización del mercado de bienes y servicios, en especial del financiero. Uno de sus objetivos es limitar la capacidad de intervención de los Estados y permitir que la competitividad de las empresas se logre al bajar los salarios, ya que el trabajo es un insumo más. Ante esta propuesta, algunos economistas europeos, originarios de países cuya tradición socialdemócrata les había permitido el desarrollo de sociedades con un alto grado de bienestar, intentaron encontrar alternativas.

Así descubrieron que ciertos países, como Japón, mantienen la competitividad y un alto estándar de vida para su población sin dejar de producir bienes y servicios innovadores. En estos casos, las innovaciones se ven facilitadas por una trama institucional que agiliza el acceso al conocimiento, que no sólo se produce en los centros de investigación científica, sino también en los centros de desarrollo y servicios tecnológicos e incluso al interior de las empresas; es un sistema interactivo donde todos aprenden. Lo relevante no son los actores, sino la interacción entre ellos y el volumen y la velocidad de esa interacción.

Estos economistas también encuentran que cada país genera instituciones y mecanismos propios a partir de su historia y sus costumbres. La idea ordenadora es utilizar el conocimiento para encontrar soluciones al problema de la competitividad del sistema productivo, pero manteniendo los niveles de empleo y salarios.

A partir de estas observaciones, B. Lundvall y C. Freeman presentan en 1988 el concepto de SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN (SNI), donde interactúan las instituciones políticas públicas, las público-privadas, las empresas y sus instituciones, el sistema universitario y los centros de investigación. Es un concepto abierto, no una propuesta programática. Pueden participar todas las instituciones y crearse nuevas, ya que se basa en la interacción y el aprendizaje. Desarrolla un proceso acumulativo a partir de innovaciones incrementales y radicales. Es un sistema incierto, siempre tensionado por las soluciones creativas a los problemas concretos. No tiene existencia jurídica, pero es sistémico, los actores se destacan por su interacción y no por acciones aisladas.

El concepto SNI es integrador de los modos anteriores y ayuda a que cada comunidad nacional reflexione sobre su propio camino. No se realiza, indefectiblemente, por determinismo histórico: sólo se lleva adelante si hay voluntad de construirlo, si se constituye en una política pública.

## Sistemas Tecnológicos Sociales y Ciudadanía Socio-Técnica<sup>1</sup>

*Hernán Thomas<sup>2</sup>*

Innovación, Desarrollo, Democracia

### 1. La tecnología es una dimensión fundamental para la comprensión de las dinámicas de inclusión y exclusión social

La tecnología es un tema poco considerado en las ciencias sociales, en general, y en los estudios sobre pobreza y marginalidad, en particular. Tradicionalmente cuando las ciencias sociales piensan la relación tecnología-sociedad lo hacen en el marco de abordajes deterministas lineales: o consideran que la tecnología determina el cambio social (determinismo tecnológico), o consideran que la sociedad determina la tecnología (determinismo social). En la práctica, estos abordajes teóricos construyen una separación tajante entre problemas sociales y problemas tecnológicos. Constituyen dos lenguajes diferentes que difícilmente se comunican.

Tanto a nivel internacional como nacional, las producciones sobre la cuestión socio-técnica son relativamente escasas y fragmentarias. ¿Cuál es la perspectiva socio-técnica? Aquélla que intentando superar las limitaciones de los determinismos lineales considera que las sociedades son tecnológicamente construidas al mismo tiempo que las tecnologías son socialmente configuradas. Lamentablemente, hasta hoy estos estudios tampoco ocupan un espacio relevante en la formación curricular de científicos e intelectuales. ¿Tienen los ingenieros o sociólogos formación escolar o universitaria en alguna materia titulada “Tecnología y Sociedad”? ¿o “Sistemas sociales y sistemas tecnológicos”? ¿“Tecnología y civilización”? ¿“Tecnología y cultura”? Seguramente no, si han cursado programas de formación en ciencias sociales. Pero probablemente tampoco, si tienen estudios universitarios en ingeniería o ciencias exactas.

Sin embargo, si uno parte desde una posición relativista constructivista, es posible comprender que las tecnologías desempeñan un papel central en los procesos de cambio social. Demarcan posiciones y conductas de los actores; condicionan estructuras de distribución social, costos de producción, acceso a bienes y servicios; generan problemas sociales y ambienta-

<sup>1</sup> Las tecnologías desempeñan un papel central en los procesos de cambio social y conforman una dimensión clave para el diseño de políticas públicas de Ciencia, Tecnología, Innovación y Desarrollo.

<sup>2</sup> Publicado en diCom 2011/ <https://maestriadicom.org/articulos/sistemas-tecnologicos-sociales-y-ciudadania-socio-tecnica-2/>



les; facilitan o dificultan su resolución; generan condiciones de inclusión o exclusión social. La resolución de las problemáticas de la pobreza, la exclusión y el subdesarrollo —en particular— no puede ser analizada sin tener en cuenta la dimensión tecnológica: producción de alimentos, vivienda, transporte, energía, acceso a conocimientos y bienes culturales, ambiente, organización social.

Es imprescindible cubrir esta área de vacancia cognitiva. No sólo como una cuestión académica, sino fundamentalmente como una dimensión clave para el diseño de políticas públicas de Ciencia, Tecnología, Innovación y Desarrollo.

## **2. Tecnología, Economía, Desarrollo: los riesgos de mezclar la teoría neoclásica del derrame con la economía de la innovación**

En América Latina hemos vivido (y sufrido), en los 90, la vigencia de la teoría del derrame. La acumulación económica inicial generaría “naturalmente” la distribución de la renta y con ella la inclusión de los excluidos, y el desarrollo de los subdesarrollados. Una versión más neo-schumpeteriana de la teoría del derrame incorporó, en los últimos años, la idea de la innovación como motor de esa acumulación: las innovaciones generarían rentas extraordinarias, mediante la inserción de nuestra producción en fluidos mercados globalizados. Complementariamente, los esfuerzos locales en ciencia y tecnología, en investigación y desarrollo generarían nuevos productos y procesos que alcanzarían con sus beneficios —en términos de mejores prestaciones, generación de empleos “de calidad” y menores costos— al conjunto de la población.

Lamentablemente, semejantes postulados optimistas no se verificaron en la práctica. Ni en términos amplios de derrame de la riqueza, ni en términos restringidos de distribución de los beneficios por innovación. Para colmo de males, las inversiones públicas locales en I+D tampoco se tradujeron en innovación tecnológica, ni alcanzaron a beneficiar a los usuarios potenciales calculados. Las escasas excepciones a esta afirmación no son suficientes para mantener el irracional optimismo neoclásico.

La asociación entre producción de conocimiento, innovación y desarrollo social es peligrosa si se la aplica de manera determinista lineal. Por ejemplo, la tendencia a vincular la universidad con la empresa puede ser beneficiosa si eso implica mayor financiamiento de la investigación, construcción conjunta de problemas, desarrollo de conocimientos y capacidades locales científicas y tecnológicas locales, desarticulación de la lógica de funcionamiento puramente académica de las universidades, etc.

Pero eso no puede significar que las universidades públicas determinen sus prioridades y agendas excluyentemente de acuerdo a intereses de acumulación ampliada de los empresarios. La lógica de mercado capitalista no va a resolver por sí misma los problemas sociales crónicos de América Latina como alimentación, salud, educación, problemas ambientales, asimetrías en el acceso a información y bienes culturales, etc. Esta lógica de acción universidad-empresa puede incluso empeorar las condiciones sociales, profundizar las condiciones de exclusión y crear nuevas asimetrías.

Esto no debe significar arrojar al bebé con el agua. Existen múltiples estrategias posibles, que vinculen producción conocimiento, innovación y desarrollo social. Si bien algunas pasan por las relaciones universidad-empresa, otras pasan por la relación problema-solución de necesidades sociales, cuestiones ambientales, acceso abierto al conocimiento. Los estudios sobre sistemas de innovación muestran, sin excepciones, que las empresas capitalistas “flotan” en océanos amigables de procesos sociales de aprendizaje, relaciones usuario productor, dinámicas locales de innovación y producción, sistemas educativos, y satisfacción y creación de necesidades locales. Sin sociedades locales no hay innovación. Sin procesos sociales de aprendizaje no hay empresas innovadoras.

Por otro lado, las empresas “flotan” en océanos de espacio público. Si ese espacio público no se co-construye con la evolución de esas firmas, la innovación empresarial resulta, una vez más, inviable. Gran parte de lo que ocurre en una empresa capitalista guarda directa relación con su entorno. Pero gran parte de lo que ocurre en ese entorno es mucho más que microeconomía y mercado. Sólo pensar en la estructura de servicios públicos (electricidad, agua, combustible, comunicaciones, transportes, salud, seguridad, administración pública) revela la importancia del espacio público para la comprensión de las dinámicas de desarrollo. Claro que, para eso, es necesario revisar las propias nociones de “desarrollo”, observando que, en el mejor de los casos, las relaciones tecno-productivas empresariales son sólo un aspecto de la construcción de una dinámica social.

Y parte del problema es que esta “miopía neoclásica”, que prioriza las relaciones empresariales sobre el resto de las relaciones económicas y sociales tiende a desatender los procesos de constitución y evolución de ese espacio público, y de las relaciones socio-técnicas que ésta implica. En este plano, la generación de Tecnologías Sociales constituye una cuestión clave a explorar y profundizar.

### **3. La problemática relación entre la producción de conocimientos científicos y tecnológicos local y las necesidades de la población local**

La producción académica responde a señales “de escenario”. Las formas de legitimación académica, los mecanismos de evaluación, las formas de financiación, los hábitos institucionalizados, los mecanismos de formación explican la tendencia endógena, autocentrada, internacionalmente integrada y localmente aislada de las comunidades científicas latinoamericanas.

¡Pero, cuidado con las condenas apresuradas! No se trata de un comportamiento irracional. Por el contrario, un investigador necesita una estructura operativa, un equipo relativamente estable, un espacio institucionalizado que sólo le garantizan, por el momento, su currículum, sus publicaciones internacionales, el reconocimiento de sus pares, su formación académica (si es posible, con notas internacionales en su formación de posgrado). Para poder realizar estas acumulaciones necesita realizar I+D en los campos en los que esta producción es aceptada y visibilizada: las revistas internacionales. Sólo que estas publicaciones son construidas normalmente por comunidades científicas, también locales, pero de países desarrollados. Estas comunidades, a su vez, responden normalmente a señales locales (de su entorno de radicación y pertenencia), y conforman sus agendas de investigación, sus formaciones académicas y sus criterios de calidad y relevancia en relación con esas señales (de sus instituciones, empresas, y, en términos más abarcativos, de sus sistemas nacionales o regionales de innovación)

Los investigadores latinoamericanos se alinean y coordinan así, en agendas científicas y tecnológicas generadas fuera de la región. Internacionalizan estos criterios de calidad y relevancia, y desarrollan sus carreras respondiendo a esas temáticas, procedimientos, criterios y financiaciones.

¿Y qué señales locales recibe? Hasta el momento, los sistemas de Ciencia y Tecnología de la región también se han alineado en el mismo sentido, y por la misma racionalidad. Y cada uno de los componentes de esos sistemas se ha ido generando, alineando y coordinando reproduciendo de manera ampliada —a escala institucional nacional— esta misma lógica. Además, observamos —en trabajos conjuntos con Renato Dagnino (Dagnino y Thomas, 1998; Thomas et alli., 2000; Dagnino et alli., 2003)— que a partir de los años `90, estos sistemas han tendido a incorporar criterios vinculados a la economía de la innovación, por lo que esta dinámica responde también a la lógica del derrame: la buena ciencia se convertirá en

innovación, que traerá el desarrollo y en beneficio social correspondiente. Esta última lógica refuerza a la anterior en, al menos, dos sentidos: a) reafirma las percepciones deslocalizadas de la producción de conocimientos y b) legitima en términos económicos lo que antes sólo respondía a una ingenua visión académica.

Por eso se produce conocimiento caracterizado como “aplicable” que en la práctica no es “aplicado”: porque su producción no responde a ninguna necesidad local. Una oferta sin demanda, una producción sin interacción. Porque para colmo de males, las empresas locales innovan poco. Y las contadas veces en que lo hacen, resuelven sus necesidades cognitivas con recursos intramuros. Así que otra de las posibles señales para las comunidades científicas locales: la demanda empresarial, no funciona en el caso latinoamericano. Y cuidado, una vez más, no se trata de un problema “cultural”, ni de las empresas ni de las instituciones públicas de I+D. Es una cuestión estructural, tecno-económica, que excede tanto a las comunidades científicas locales como al propio estado. Nuestros actuales modelos de acumulación no “necesitan” del conocimiento localmente generado. Tanto desde la teoría económica neoclásica (que considera al conocimiento científico y tecnológico como “de libre disponibilidad”) como desde el pragmatismo cortoplacista de nuestras políticas públicas, importar tecnologías tiene más sentido que desarrollarlas localmente.

### **4. La necesidad de generar un nuevo escenario**

Así las cosas, parece obvio que es necesario construir un nuevo “escenario”. Los actores sociales y el estado pueden jugar un papel activo en la reorientación de las agendas de investigación y desarrollo. En particular, sobre la I+D financiada con fondos públicos (casi el 80 % de la financiación promedio de la I+D en los países de la región). No se puede ser ingenuo: el dinero es un buen inductor de cambios en las prácticas científicas y tecnológicas. El estado puede establecer prioridades, grandes objetivos (si se hizo con la energía nuclear o el genoma humano, por qué no hacerlo con la cura de las enfermedades endémicas locales, o la producción de alimentos, o la resolución del déficit habitacional, o del déficit energético, o la ampliación masiva del acceso a servicios públicos y a bienes culturales). El estado puede establecer líneas de investigación estratégicas claras, por objetivos y orientadas a la resolución específica de problemas sociales locales. Y tiene herramientas para hacerlo, en principio, las mismas que utiliza hasta ahora: financiación, evaluación, establecimiento de criterios de calidad y relevancia, formación académica, creación y desarrollo de ins-

tuciones (carreras, laboratorios, universidades, institutos de I+D).

Sólo que no basta con hacer “más de lo mismo”. Por ejemplo, hace tiempo que el “Mal de Chagas” es una prioridad para las disciplinas biomédicas. Hasta hoy se ha producido más “conocimiento aplicable no aplicado” (Thomas y Kreimer, 2002; Kreimer y Thomas 2003 y 2004) que soluciones al problema endémico. Además, es necesario cambiar el proceso decisorio, ampliando los espacios políticos a nuevos actores; integrando instituciones, fracciones del estado, generando nuevos arreglos público-privados. La sociedad puede transformarse en un actor relevante en la construcción de problemas científico-tecnológicos. Los movimientos sociales y políticos, las ONGs, las cooperativas de base y los gobiernos locales pueden cuestionar y criticar, pero también pueden participar activamente en la elaboración de políticas de Ciencia y Tecnología, y, mejor aún, en el diseño e implementación de soluciones tecnológicas concretas.

O, en otros términos, es necesario profundizar nuestras democracias para mejorar nuestras políticas de ciencia y tecnología, innovación y desarrollo. Y, paralelamente, es necesario reorientar crecientemente nuestra producción de conocimientos científicos y tecnológicos hacia las necesidades locales y la resolución de los problemas regionales para mejorar nuestras democracias. Esto tendría un doble efecto: legitimaría nuestras instituciones de CyT, justificando un aumento de recursos direccionados hacia esas instituciones, al tiempo que posibilitaría realizar investigaciones de mayor incidencia social y, aún, su potencial de publicación en revistas internacionales (porque la relevancia social no es inversamente proporcional a la calidad de la investigación). Nuevos actores, nuevo escenario, nuevas señales, nuevas agendas. Difícil, no imposible. Imposible, es nuestro fracasado modelo lineal de I+D pública, innovación empresarial, acumulación capitalista, derrame social.

Y, además, creo es posible porque a muchos investigadores y tecnólogos locales les encantaría una transformación del modelo vigente en nuestros sistemas de CyT. Sólo es necesario cambiar el “escenario” para poder creer que no es un salto al vacío, sin paracaídas académico ni base material de largo plazo, dando señales estratégicas claras y consistentes.

## 5. El problema del funcionamiento de las Tecnologías Sociales

Pero, cuidado otra vez. Más allá de las buenas intenciones y de la pertinencia de las propuestas, no es fácil desarrollar e implementar Tecnologías Sociales. Muchas fueron discontinuadas, o generaron significativos efectos no deseados. A lo largo de la historia de más de medio siglo de

concepción y uso de tecnologías orientadas a la resolución de problemas de pobreza y exclusión social es posible registrar una significativa cantidad de experiencias consideradas como fracasos. Así, es necesario responder cuatro preguntas básicas: ¿Por qué “funcionan” algunas tecnologías sociales? ¿Por qué “no funcionan” algunas tecnologías sociales? ¿Para quién “funcionan”? ¿Para quién “NO”?

Lo que llamamos “éxito” o “fracaso” de una tecnología no es un resultado ex post, ni, mucho menos, es inmanente a la propia tecnología. El funcionamiento de una tecnología es una construcción socio-técnica más, en la que ejercen su agencia tanto los diferentes grupos sociales involucrados como los propios artefactos materiales que la integran.

Tal vez un ejemplo permita explicar con mayor claridad los problemas y limitaciones de estas tecnologías: el sistema de colectores de humedad ambiente en Chungungo, Chile. El proyecto de colectores de niebla es una experiencia orientada a la provisión de agua potable, desarrollada en la localidad de Chungungo (norte de Chile), a finales de la década del 80. El objetivo originario del proyecto era la obtención de agua para forestación mediante la captura de la humedad ambiente. Este proyecto recibió financiamiento del IDRC (Canadá) y fue desarrollado por investigadores de la Universidad Católica de Chile y la Corporación Nacional Forestal (CONAF). El sistema consistía en un conjunto de colectores de agua (estructuras rectangulares con mallas dobles de nylon de cuatro metros de altura y doce de largo sumado a un sistema de almacenamiento y distribución). Era administrado conjuntamente por la CONAF y un comité de aguas local. Los diseñadores consideraron que el sistema era sencillo de construir y operar, requería bajo know how y era fácilmente comprensible por usuarios con escasa formación tecnológica.

En las experiencias piloto, estos atrapanieblas lograban recolectar 237 litros de agua por día a un promedio de 5 litros por metro cuadrado. Al observar los resultados obtenidos y el volumen de agua que se logró recolectar con este sistema, los distintos actores involucrados consideraron que podía servir para abastecer de agua potable a una población aislada. Con un fuerte apoyo institucional y financiero, desde finales de los 80 hasta 1996 se instalaron 92 colectores. Sin embargo, hacia 2001 sólo funcionaban 12, como complemento de la provisión de agua potable obtenida a través de camiones cisterna (Anton, 1998; De la Lastra, 2002). Discontinuado el apoyo inicial, diversas dificultades se conjugaron en el abandono del proyecto.

En la explicación de su “no funcionamiento”, es necesario incorporar tanto aspectos político-institucionales: la privatización de la empresa (comunitaria) de servicios sanitarios, que deslocalizó la administración del emprendimiento, aspectos socio-institucionales: la inexistencia de una estructura local permanente de toma de decisiones y administración y la dificultad del mantenimiento por falta de técnicos capacitados (porque el sistema no era tan sencillo como lo habían planteado sus diseñadores) y aspectos socio-culturales: fundamentalmente, la creciente desconfianza de los pobladores ante una tecnología que comenzaron a percibir como inestable, y poco confiable.

En la explicación de su “no funcionamiento”, es necesario incorporar tanto aspectos político institucionales: la privatización de la empresa (comunitaria) de servicios sanitarios, que deslocalizó la administración del emprendimiento, aspectos socio-institucionales: la inexistencia de una estructura local permanente de toma de decisiones y administración y la dificultad del mantenimiento por falta de técnicos capacitados (porque el sistema no era tan sencillo como lo habían planteado sus diseñadores) y aspectos socio-culturales: fundamentalmente, la creciente desconfianza de los pobladores ante una tecnología que comenzaron a percibir como inestable, y poco confiable.

Gran parte de estos “efectos no deseados” eran previsibles. O, en otros términos, estas disfunciones se vinculan directamente con el diseño de la tecnología, y deberían formar parte del “tablero de variables clave” a considerar por los desarrolladores de Tecnología Social. Son un problema socio-técnico de ingeniería. Por esto, es necesario realizar una revisión crítica de las conceptualizaciones normalmente utilizadas por los diseñadores, policy makers, científicos y tecnólogos, agentes públicos, activistas sociales, miembros de ONGs, entre otros, a la hora de concebir, implementar, gestionar y evaluar Tecnologías Sociales. Y por eso es necesario generar nuevas capacidades de diseño, implementación, gestión y evaluación. Porque no podemos darnos el lujo de que las tecnologías sociales no funcionen.

## 6. Hacia los Sistemas Tecnológicos Sociales

Desde esta perspectiva socio-técnica, las Tecnologías Sociales se vinculan a la generación de capacidades de resolución de problemas sistémicos, antes que a la resolución de déficits puntuales. Las Tecnologías Sociales apuntan a la generación de dinámicas locales de producción, cambio tecnológico e innovación socio-técnicamente adecuadas. Esto permite su-

perar las limitaciones de concepciones lineales en términos de “transferencia y difusión”, mediante la percepción de dinámicas de integración en sistemas socio-técnicos y procesos de re-significación de tecnologías (Thomas, 2008). Abordar la cuestión del desarrollo de Tecnologías Sociales de esta manera implica constituir la resolución de los problemas vinculados a la pobreza y la exclusión en un desafío científico-técnico. De hecho, el desarrollo local de Tecnologías Sociales conocimiento-intensivas podría generar utilidad social de los conocimientos científicos y tecnológicos localmente producidos, hasta hoy sub-utilizados. Obviamente, no se trata de acumular un stock de Tecnologías Sociales, que aguarde a ser demandado por un usuario potencial. Los modelos S&T Push, ofertistas, son tan poco eficientes en el campo de las Tecnologías Sociales como en el de la innovación “neoschumpeteriana” (Thomas, Davyt y Dagnino, 2000). Las concepciones actualmente en uso: “Tecnologías apropiadas” (Schumacher, 1973; deMoll, 1977; Jecquier, 1976 y 1979; Kohr, 1981; Bourrieres, 1983; Reedy, 1983; Robinson 1983; Ahmad, 1989), “Tecnologías democráticas” (Mumford, 1964; Winner, 1988), “Tecnologías intermedias” (Schumacher, 1973, Pack, 1983; Riskin, 1983), “Tecnologías alternativas” (Dickson, 1980), “Grassroots” (Gupta et alli., 2003), “Social Innovations” (Anderson, 2006; Martin y Osberg, 2007), “Base de la pirámide” (Prahalad, 2006), presentan, vistas desde la actualidad, limitaciones y restricciones, divergencias e inconsistencias.

Por ejemplo, sólo por tomar la conceptualización más difundida, las “tecnologías apropiadas” disponibles presentan una serie de problemas: concebidas como intervenciones paliativas, destinadas a usuarios con escasos niveles educativos, acaban generando dinámicas top-down (“paternalistas”). Así, por un lado, privilegian el empleo de conocimiento experto, ajeno a los usuarios-beneficiarios, y por otro sub-utilizan el conocimiento tecnológico local (tácito y codificado) históricamente acumulado. Como fueron diseñadas para situaciones de extrema pobreza de núcleos familiares o pequeñas comunidades, normalmente aplican conocimientos tecnológicos simples y tecnologías maduras, dejando de lado el nuevo conocimiento científico y tecnológico disponible. Esto no tendría por qué ser así: la telefonía celular, por ejemplo, es conocimiento intensivo, y es inteligentemente utilizada por sectores de bajos ingresos que operan eficientemente esa dotación tecnológica (las redes de recolectores de residuos de la Ciudad de Buenos Aires se coordinan con telefonía celular).

Por otro lado, concebidas como simples bienes de uso, las tecnologías apropiadas normalmente pierden de vista que, al mismo tiempo, generan

bienes de cambio y dinámicas de mercado. De hecho, normalmente ignoran los sistemas de acumulación y los mercados de bienes y servicios en los que se insertan, y, por lo tanto, terminan resultando económicamente insustentables. Así, no es extraño que, a mediano y largo plazo, las “tecnologías apropiadas” hayan generado dinámicas económicas “de dos sectores”, cristalizando involuntariamente situaciones de discriminación y marginalidad, y produciendo, paradójicamente, nuevas formas de exclusión y desintegración social. Por lo tanto, parece ineludible construir nuevo conocimiento, nuevas conceptualizaciones, nuevos aparatos analíticos, orientados tanto a superar estos problemas teóricos como a mejorar las políticas públicas vinculadas al desarrollo socio-económico de los países de la región. No sólo es necesario generar un nuevo escenario, sino también un nuevo marco conceptual para analizar, diseñar, producir, implementar, reaplicar, gestionar y evaluar Tecnologías Sociales.

La Tecnología Social es un modo de desarrollar e implementar tecnologías (de producto, proceso y organización), orientada a la generación de dinámicas de inclusión social y económica y desarrollo sustentable. Focaliza las relaciones problema/solución como un complejo proceso de co-construcción. Esto configura, en la práctica, una visión sistémica, donde difícilmente exista una solución puntual para un problema puntual. Por el contrario, esta visión sistémica posibilita la aparición de una nueva forma de concebir soluciones sociotécnicas (combinando, por ejemplo, la resolución de un déficit de energía con la gestación de una cadena de frío, vinculada a su vez a un sistema de conservación de alimentos y la potencial comercialización del excedente). Ajustando el concepto, tal vez sería conveniente hablar de “Sistemas Tecnológicos Sociales”, antes que de Tecnologías Sociales puntuales.

## **7. El problema de la generación de actores**

No alcanza con tener buenas ideas... si no hay actores capaces de desarrollarlas. Dado que la adecuación socio-técnica de las Tecnologías Sociales constituye una relación problema-solución no lineal, será necesario desarrollar nuevas capacidades estratégicas (de “diagnóstico”, planificación, diseño, implementación, gestión y evaluación). Uno de los principales desafíos de un proyecto de cambio social mediante estrategias que hagan un uso intensivo de Tecnologías Sociales es la formación de actores con capacidad para diseñar, implementar, gestionar y evaluar estas tecnologías en la región. En la práctica, esto implica la articulación de acciones con al menos tres niveles de usuarios del conocimiento generado: actores

institucionales vinculados al proceso de producción e implementación de Tecnologías Sociales, actores políticos vinculados a los procesos de policy making y toma de decisiones, actores comunitarios y usuarios finales de Tecnologías Sociales.

Obviamente, es necesaria la activa participación de investigadores y desarrolladores de Tecnologías Sociales (de instituciones de I+D, Universidades, ONGs, empresas, etc.). el enrolamiento de estos actores (tanto en la investigación como en las diferentes instancias de formación de recursos humanos) constituye una operación clave para alcanzar la gestación de nuevas tecnologías, así como de redes orientadas a viabilizar tanto la cooperación de terceros actores como la visibilidad de las experiencias y la consolidación de las acciones a desarrollar y expandir las operaciones actualmente en curso. La incorporación de policy makers, tomadores de decisión e implementadores de políticas (de instituciones gubernamentales, agencias internacionales de cooperación, agencias públicas y representaciones sectoriales del empresariado) constituye una tercera condición de factibilidad, posibilitando tanto la ampliación del espacio social y político para el desarrollo de Tecnologías Sociales como la generación de capacidades de planificación, gestión, seguimiento y evaluación (tanto en el nivel local como regional).

Finalmente, pero no por esto menos importante, incorporar activamente la participación de los usuarios/beneficiarios finales en los procesos de diseño, producción y puesta en práctica de Tecnologías Sociales, reforzando el papel de las comunidades de base tanto en los procesos de policy making, toma de decisiones y evaluación ex ante como de desarrollo, implementación, gestión y evaluación ex post de Tecnologías Sociales. Una vez más, en el plano de los actores el escenario actual aparece como un desafío. Existen en la región una diversidad de grupos e instituciones vinculadas al desarrollo de tecnologías orientadas a la resolución de problemas sociales y ambientales. En líneas generales, en cada país de la región hay diferentes grados de desarrollo, diferentes cantidades de recursos destinados, diferentes niveles de institucionalización. Pero, en líneas generales, es posible discernir entre Brasil y el resto de los países de la región.

En general, las experiencias latinoamericanas se han desarrollado en términos de “tecnologías apropiadas”. Existe una gran fragmentación, y una débil integración inter-institucional. Los desarrollos más significativos se localizan en los temas de vivienda, provisión y potabilización de agua, producción de alimentos, energías alternativas. Sólo Brasil cuenta, por el momento, con una Red de Tecnología Social (RTS). ¡Pero qué caso tan

interesante! La RTS ha conseguido, en relativamente poco tiempo, instalar la cuestión a nivel decisorio nacional. Y eso no es poca cosa. Pero, además, parece haber logrado generar una dinámica colectiva participativa, abierta a múltiples temáticas, problemáticas, sectores productivos y tecnológicos. Y, tal vez lo más interesante de la RTS, ha generado un mecanismo de reflexión sobre sus propias conceptualizaciones y prácticas. Obviamente puede haber problemas de implementación, pero me parece que no hay errores de concepción en este sentido. En particular, si se consigue mantener la lógica vigente de reflexión crítica, aprendizaje institucional y acumulación por integración (no por mera agregación).

Resta aún por definir hasta qué punto la RTS consigue escapar a las trampas del voluntarismo asistencialista, la simplificación ofertista, o la lógica de dos sectores. Pero, en todo caso, son ese tipo de discusiones que es bueno tener en el campo de las Tecnologías Sociales (y parece contar con los mecanismos socio-institucionales para resolverlas). Así, el último aspecto estratégico de la condición de viabilidad de semejante proyecto (en relación con la formación de actores) es la conformación de redes nacionales y regionales de Tecnologías Sociales. La interacción produce sinergias positivas, refuerza las trayectorias institucionales, visibiliza iniciativas en curso y promueve el desarrollo de nuevas tecnologías y nuevos grupos, al tiempo que amplía el espacio político de los movimientos sociales vinculados a estas experiencias.

## **8. Sistemas Tecnológicos Sociales como estrategias de desarrollo sustentable**

Los países de América Latina muestran alarmantes índices sociales y económicos. Lejos de disminuir, la marginalidad, el desempleo, la pobreza y la violencia social tienden a aumentar y profundizarse. Enormes proporciones de la población (oscilando entre el 20 y el 50 % según los diferentes países e indicadores) viven en condiciones de exclusión, signadas por un conjunto de déficits: habitacional, alimentario, educacional, de acceso a bienes y servicios. La superación de estos problemas sociales es, probablemente, el mayor desafío político y económico de los gobiernos locales. Es, al mismo tiempo, la mayor deuda social existente en la región.

La escala del problema social supera las actuales capacidades de respuesta gubernamental. La urgencia parece exceder los tiempos políticos y los planes graduales. El alcance estructural parece mostrar la ineficacia de los mecanismos de mercado para resolver el escenario socioeconómico. La dimensión tecnológica del problema constituye un desafío en sí misma.

Resolver estos déficits estructurales con las tecnologías convencionales disponibles demandaría la movilización de recursos equivalentes al 50 o 100 % del producto nacional de los países afectados. No parece posible responder al desafío con el simple recurso de multiplicar acríticamente la dotación tecnológica existente.

La inclusión de la población excluida y sub-integrada, en condiciones de consumo compatibles con estándares de calidad de vida digna y trabajo decente, así como la generación de viviendas y empleos necesarios, implicarían una gigantesca demanda energética, de materiales, de recursos naturales, con elevados riesgos de impacto ambiental y nuevos desfases sociales. Una acción orientada por la simple multiplicación del presupuesto en I+D será insuficiente para generar un cambio significativo en la dinámica social. El desarrollo de Sistemas Tecnológicos Sociales constituye un aspecto clave de la respuesta viable.

El desarrollo de Sistemas Tecnológicos Sociales en red puede implicar obvias ventajas económicas: inclusión, trabajo, integración en sistemas de servicios. De hecho, múltiples tecnologías “apropiadas” ya han producido bienes de uso que resolvieron, con mayor o menor suerte, diferentes problemas tecno-productivos puntuales. No es, en cambio, tan obvio que concebir Tecnologías Sociales -incorporando la dimensión de bienes de cambio- supone nuevas posibilidades y oportunidades, tanto en términos económicos como productivos.

La diferenciación de productos, la adecuación y mejora de procesos productivos, el desarrollo de nuevas formas de organización, la incorporación de valor agregado, la intensificación del contenido cognitivo de productos y procesos son cuestiones clave tanto para concebir un cambio del perfil productivo de las economías en desarrollo como para generar una mejora estructural de las condiciones de vida de la población (mejoras en productos y servicios, calidad y cantidad de empleos, mejoras en el nivel de ingresos, incorporación al mercado de trabajo e integración social de sectores marginalizados, y aún, rescate de las culturas locales e identidades grupales y étnicas).

Una diversidad de Sistemas Tecnológicos Sociales que posibiliten tanto accesibilidad como ahorros sociales en sistemas de salud, alimentación, transporte, vivienda, etc., pueden vincularse con la generación de precios de referencia y reducción de costos de logística, infraestructura y servicios. La adecuación de las Tecnologías Sociales localmente generadas a las situaciones de uso y su compatibilidad con los sistemas preexistentes, implica también un potencial de expansión en terceros mercados de países

en vías de desarrollo o, aún, desarrollados.

Lejos de la estática invención de una solución “apropiada”, el desarrollo de Sistemas Tecnológicos Sociales puede implicar la gestación de dinámicas locales de innovación, la apertura de nuevas líneas de productos, de nuevas empresas productivas, de nuevas formas de organización de la producción y de nuevas oportunidades de acumulación (tanto en el mercado interno como en el exterior), así como la generación de nuevos sectores económicos, redes de usuarios intermedios y proveedores.

### **9. Sistemas Tecnológicos Sociales como estrategias de construcción de un futuro viable**

La crisis global ha mostrado tanto la fragilidad estructural del modelo de acumulación económica como la arbitrariedad de su arquitectura conceptual e institucional. Pero, fundamentalmente, ha desnudado su incapacidad de contrarrestar los efectos negativos de su propia dinámica. En meses se ha multiplicado exponencialmente la cantidad de desocupados, pobres e indigentes, en el corazón mismo de las economías más identificadas con el modelo.

No sólo en los países subdesarrollados hay exclusión social. Sólo se nota más, se ve más, parece más cruel. Pero basta con observar los problemas de los sistemas de salud, de integración social, de riesgo ambiental de los países denominados “desarrollados”, de restricción al acceso a bienes y servicios para percibir la evidencia de la incapacidad de la economía de mercado para resolver cuestiones sociales clave. Las Tecnologías Sociales no son —no tienen por qué restringirse a— una respuesta paliativa, una forma de minimizar los efectos de la exclusión de los pobres. Es mucho más interesante y útil concebirlas como una forma de viabilizar la inclusión de todos en un futuro posible.

En el plano económico, los Sistemas Tecnológicos Sociales constituyen una forma legítima de habilitación del acceso público a bienes y servicios, a partir de la producción de bienes comunes. En este nivel, los Sistemas Tecnológicos Sociales pueden desempeñar tres papeles fundamentales: generación de relaciones económico-productivas inclusivas, más allá de las restricciones (coyunturales y estructurales) de la economía de mercado, acceso a bienes, más allá de las restricciones del salario de bolsillo, generación de empleo, más allá de las restricciones de la demanda laboral empresarial local.

Los Sistemas Tecnológicos Sociales suponen así diversas vías de generación y dinamización de sistemas productivos locales: nuevos productos

y procesos, ampliaciones de escala, diversificación de la producción, complementación en redes tecno-productivas, integración de la producción (en diferentes escalas y territorios: local, regional, provincial, nacional).

Tres errores son comunes en la concepción de Tecnologías Sociales en contextos capitalistas:

—1) concebirlas fuera de las relaciones de mercado, como si no se insertaran en relaciones de intercambio, como si no fueran afectadas por procesos de formación de precios, como si formaran parte de una economía solidaria paralela, aislada del resto de las relaciones económico-productivas.

—2) concebirlas, al estilo de “la base de la pirámide” o algunas “social innovations” como procesos convencionales de búsqueda de formación de renta vía innovación tecnológica, como negocio para transnacionales o salvación para entrepreneurs locales.

—3) concebirlas como mecanismos destinados a salvar las fallas del sistema de distribución de renta, como parches tecnológicos a problemas sociales: servicios y alimentos baratos para población en situación de extrema pobreza.

Ahora bien, es posible concebir procesos de cambio social donde las Tecnologías Sociales ocupan un espacio estratégico, tanto en términos de dar sustento a transiciones de puesta en producción, de cambio de hábitos de consumo, de integración paulatina, como en términos de generación de dinámicas endógenas de innovación y cambio tecnológico.

Esto no significa que las Tecnologías Sociales tiendan a reproducir —inexorablemente— las relaciones sociales capitalistas existentes. Un diseño estratégico de Sistemas Tecnológicos Sociales permitiría dar soporte material a procesos de cambio social, relaciones económicas solidarias, ampliación del carácter público y de libre disponibilidad de bienes y servicios, abaratamiento de costos, control de daños ambientales y disminución de riesgos tecnológicos, al tiempo que sancionaría relativamente (cuanto menos por su presencia como alternativa tecno-productiva) a procesos de discriminación y desintegración, acumulación excesiva, productos suntuarios, producciones ambientalmente no sustentables.

En otros términos, la generación de nuevos Sistemas Tecnológicos Sociales permitiría promover ciclos de inclusión social, precisamente donde las relaciones capitalistas de mercado impiden la gestación de procesos de integración, y consolidan dinámicas de exclusión social. Porque, precisamente por su carácter “misión orientada” (de reconfiguración de estructuras de costos, racionalización de la producción, promoción de usos solida-

rios, distribución del control social de los sistemas productivos, resolución sistémica de problemas tecnoproductivos), las Tecnologías Sociales pueden desempeñar un papel anti-cíclico en economías signadas por la crisis.

Y, obviamente, Tecnologías Sociales orientadas por criterios de inclusión social y funcionamiento en red posibilitarían la construcción de sistemas socio-económicos más justos en términos de distribución de renta, y más participativos en términos de toma de decisiones colectivas. Lejos de una mera reproducción ampliada, la proliferación y articulación de Sistemas Tecnológicos Sociales permitiría dar sustentabilidad material a nuevos órdenes socioeconómicos. Es posible —y económicamente viable— generar un complejo sistema de relaciones de mercado y no-de mercado, que se integre en una dinámica de distribución equitativa de la renta, acceso igualitario a bienes y servicios e inclusión social.

Las Tecnologías Sociales no deberían ser concebidas como parches de las “fallas de mercado”, o de morigeración de los “efectos no deseados” de las economías de mercado. Tampoco como paliativo sintomático para los dolores sociales que genera el desarrollo capitalista. Ni como un gasto social orientado a direccionar “solidariamente” el derrame de los beneficios económicos acumulados por los sectores más dinámicos de las economías nacionales. Ni como una forma de acción social destinada a mantener —en mínimas condiciones de subsistencia— a la masa de excluidos del mercado laboral.

Los Sistemas Tecnológicos Sociales son —deberían ser— un componente clave en estrategias de desarrollo socio-económico y democratización política.

### **10. Tecnologías Sociales y Democracia: la Ciudadanía Socio-Técnica**

Parece evidente que nuestros sistemas democráticos presentan graves restricciones, flagrantes contradicciones entre el plano nominal y la participación real de los ciudadanos en los procesos de toma de decisiones. Las Tecnologías Sociales parecen, en este sentido, una pieza clave de una estrategia de democratización (Thomas, 2009). Es imprescindible, en este sentido, considerar las estrategias de desarrollo basadas en Sistemas Tecnológicos Sociales como una política activa orientada a superar los problemas sociales y ambientales del conjunto de la población, de distribución más racional de los recursos, de producción de mejores bienes y servicios, de mejora de las condiciones de vida de todos ciudadanos.

Queda clara entonces la importancia de incluir las “tecnologías de organización” en el campo de desarrollo de las Tecnologías Sociales. Desde

la optimización de las políticas públicas hasta la profundización y coordinación de las acciones de organizaciones gubernamentales y no gubernamentales requiere una mejora en las tecnologías de organización utilizadas. Esto posibilitaría tanto la optimización del gasto público como la aceleración de los procesos de cambio social. Una de las tendencias más evidentes de las dinámicas socio-técnicas vinculadas con el desarrollo capitalista es la reducción del espacio público y la profundización de los procesos de apropiación privada de bienes, conocimientos y espacios. Esta apropiación es acompañada de nuevas tecnologías de control social y regulación de conductas de la población.

Las Tecnologías Sociales suponen —por el contrario— la posibilidad de una ampliación radical del espacio público. No se trata simplemente del espacio público entendido como plazas y parques, calles y ciudades, museos y reparticiones del estado, sino del acceso irrestricto a bienes y servicios, a medios de producción, a redes de comunicación, a nuevas formas de interrelación. Porque la aplicación sistémica de Tecnologías Sociales posibilitaría transformar en espacios públicos —en bienes comunes— amplios sectores de la economía, que en este momento se encuentran ya privatizados o en proceso de privatización: desde la circulación y disponibilidad de información hasta el sistema de transportes, desde la producción de alimentos básicos hasta la distribución de medicamentos, desde la construcción de viviendas hasta la organización de sistemas educativos.

¿Y por qué es conveniente ampliar el espacio de lo público y la producción de bienes comunes? Porque es una de las formas más directas y eficientes de redistribuir la renta, de garantizar una ampliación de los derechos, de viabilizar el acceso a bienes y servicios, y, por lo tanto, de resolver situaciones de exclusión y democratizar una sociedad.

Hasta hoy, la tecnología ha sido manejada como una caja negra, como una esfera autónoma y neutral que determina su propio camino de desarrollo, generando a su paso efectos inexorables, constructivos o destructivos. Esta visión lineal, determinista e ingenua de la tecnología permanece aún vigente en la visión ideológica de muchos actores clave: tomadores de decisión, tecnólogos, científicos e ingenieros. Lejos de un sendero único de progreso, existen diferentes vías de desarrollo tecnológico, diversas alternativas tecnológicas, distintas maneras de caracterizar un problema y de resolverlo.

Las Tecnologías Sociales proponen la generación de nuevas vías de construcción y de resolución de problemas socio-técnicos. Pero, fundamentalmente, suponen una visión no ingenua de la tecnología y de su



participación en procesos de construcción y configuración de sociedades. También implican la posibilidad de elección de nuevos senderos, y de participación en esas decisiones tanto de los productores como de los usuarios de esas tecnologías. Así, las Tecnologías Sociales no sólo son inclusivas porque están orientadas a viabilizar el acceso igualitario a bienes y servicios del conjunto de la población, sino porque explícitamente abren la posibilidad de la participación de los usuarios, beneficiarios (y también de potenciales perjudicados) en el proceso de diseño y toma de decisiones para su implementación. Y no lo hacen como si esta participación fuese un aspecto complementario, “al final del proceso productivo”, sino porque requieren, estructuralmente, de la participación de estos diversos actores sociales en los procesos de diseño e implementación.

Si las tecnologías no son neutrales, si existen alternativas tecnológicas y es posible elegir entre ellas, si los actores sociales pueden participar de estos procesos, y si las tecnologías constituyen la base material de un sistema de afirmaciones y sanciones que determina la viabilidad de ciertos modelos socio-económicos, de ciertos regímenes políticos, así como la inviabilidad de otros, parece obvio que es imprescindible incorporar la tecnología como un aspecto fundamental de nuestros sistemas de convivencia democrática. Resulta tan ingenuo pensar que semejante nivel de decisiones pueda quedar exclusivamente en manos de “expertos” como concebir que la participación no informada puede mejorar las decisiones. Parece insostenible continuar pensando que la tecnología no es un tema central de nuestras democracias.

Son nuestras capacidades de diseño de viviendas, de regímenes de uso de los recursos naturales, de construcción de infraestructura, de producción y distribución de alimentos, de comunicación y acceso a bienes culturales, de generación de empleos dignos, las que determinan qué vidas son posibles y qué vidas no son viables en nuestras sociedades, las que designan quiénes son los incluidos y quiénes los excluidos. Por eso, la ciudadanía socio-técnica constituye un aspecto central de nuestra vida democrática. Los Sistemas Tecnológicos Sociales son, en este sentido, una de las expresiones más claras de este derecho ciudadano. Son, al mismo tiempo, la mejor vía para el ejercicio de ese derecho: la forma más democrática de diseñar, desarrollar, producir, implementar, gestionar y evaluar la matriz material de nuestro futuro.

## Bibliografía

- Ahmad, A. (1989): Evaluating appropriate technology for development. Before and after, *Evaluation Review*, 13, pp. 310-319.
- Anderson, C. (2006): *The Long Tail: Why the Future of Business is Selling Less of More*, Hyperion, Nueva York.
- Anton, D. (1998): Cosechando las nubes, *El CIID Informa*, octubre.  
URL: <http://idrinfo.idrc.ca/Archive/ReportsINTRA/pdfs/v17n4s/111417.pdf>
- Bourrieres, P. (1983): La adaptación de la tecnología a los recursos disponibles, en Robinson, A. (ed.): *Tecnologías apropiadas para el desarrollo del tercer mundo*, FCE, México D.F., pp. 21-31.
- Dagnino, R. y Thomas, H. (1998): Os caminhos da política científica e tecnológica latinoamericana e a comunidade de pesquisa: ética corporativa ou ética social?, en *CYTED: Los desafíos éticos de la investigación científica y tecnológica en Iberoamérica*, CYTED, Madrid, pp.159-178.
- Dagnino, R.; Thomas, H. y Gomes, E. (2003): Los fenómenos de transferencia y transducción de conceptos como elementos para una renovación explicativa-normativa de las políticas de innovación en América Latina, en *ALTEC: Innovación tecnológica, universidad y empresa*, ALTEC-OEI, pp. 53-78.
- Dagnino, R.; Brandão, F. y Novaes, H. (2004): Sobre o marco analítico-conceitual da tecnologia social, en *Tecnología social. Uma estratégia para o desenvolvimento*, Fundação Banco do Brasil, Rio de Janeiro.
- De la Lastra, C. (2002), “Report in the Fog-Collection Project in Chungungo. Assesment of the Feasibility of Assuring its Sustainability”  
URL: <https://idl-bnc.idrc.ca/dspace/bitstream/123456789/27095/2/3477.doc>
- deMoll, L. (1977): *Rainbook, Resources for appropriate technology*, Schocken Books, Nueva York.
- Dickson, D. (1980): *Tecnología alternativa*, H. Blume Ediciones, Madrid.
- Fundação Banco do Brasil (2004): *Tecnología social. Uma estratégia para o desenvolvimento*, Fundação Banco do Brasil, Rio de Janeiro.
- Gupta, A., Sinha, R., Koradia, R. y Patel, R. (2003): Mobilizing grassroots technological innovations and traditional knowledge, values and institutions: articulating social and ethical capital. *Futures*, (35), pp. 975-987.
- Jecquier, N. (1976): Introductory Part I, en Jecquier, N. (ed.) *Appropriate technology: problems and promises*, OECD Publications, Paris y Washington.

Jecquier, N. (1979): *Appropriate technology directory*, Development Centre Studies de la OECD, Paris.

Kohr, L. (1981): *Tecnología adecuada*, en Kumar, S. (ed.): *Para Schumacher*, H. Blume Ediciones, Madrid, pp. 207-16.

Kreimer, P. y Thomas, H. (2003): *La construction de l'utilité sociale des connaissances scientifiques et technologiques dans les pays périphériques*, en Poncet, Ch. y Mignot, J-P.

(eds.): *L'industrialisation des connaissances dans les sciences du vivant*, L'Harmattan, Paris, pp. 29-72.

(eds.): *L'industrialisation des connaissances dans les sciences du vivant*, L'Harmattan, Paris, pp. 29-72.

Martin, L. y Osberg, S (2007): *Social Entrepreneurship: The Case for Definition*, Stanford Social Innovation Review, pp. 29-39.

Mumford, L. (1964): *Authoritarian and Democratic Technics*, *Technology and Culture*, 5, (1), pp. 1-8.

Pack, H. (1983): *Políticas de estímulo al uso de tecnología intermedia*, en Robinson, A. (ed.): *Tecnologías apropiadas para el desarrollo del tercer mundo*, FCE, México D.F., pp. 209-26.

Prahalad C. K. (2006): *The Fortune at the Bottom of the Pyramid: Eradicating Poverty Through Profits*, Wharton School Publishing.

Reedy, K. (1983): *Algunos problemas de la generación de tecnología apropiada*, en Robinson, A. (ed.): *Tecnologías apropiadas para el desarrollo del tercer mundo*, FCE, México D.F., pp.: 209-226.

Riskin, K. (1983): *La tecnología intermedia de las industrias rurales de China*, en Robinson, A. (ed.): *Tecnologías apropiadas para el desarrollo del tercer mundo*, FCE, México D.F., pp.:75- 100.

Robinson, A. (ed.) (1983): *Tecnologías apropiadas para el desarrollo del tercer mundo*, FCE, México D.F.

Schumacher, E. (1973): *Small is beautiful*, Bond & Briggs, Londres.

Thomas, H. (2008): *En búsqueda de una metodología para investigar Tecnologías Sociales*, Workshop "Tecnologías para la inclusión social y políticas públicas en América Latina, organizado por la Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP); la Universidad Nacional de Quilmes (UNQ); la Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) y el Centro de Investigación para el Desarrollo Internacional (IDRC) de Canadá, Rio de Janeiro, 24-25 de noviembre de 2008.

Thomas, H.; Davyt, A. y Dagnino, R. (2000): *Vinculacionismo-Neovinculacionismo. Racionalidades de la interacción universidad-empresa en América Latina*, en Casas, R. y Valenti, G. (Coords.): *Dos Ejes en la Vin-*

*culación de las Universidades a la Producción*, IIS-UNAM/UAMXochimilco/Plaza y Valdés Ed., México D.F., pp 25-48.

Thomas, H. y Kreimer, P. (2002): *La apropiabilidad social del conocimiento científico y tecnológico. Una propuesta de abordaje teórico-metodológico*, en Dagnino, R. y Thomas, H. (Orgs.): *Panorama dos estudos de Ciência, Tecnologia e Sociedade na América Latina*, CabralFINEP, San Pablo, pp. 273-291.

Thomas, H. y Dagnino, R. (2005): *Efectos de transducción: una nueva crítica a la transferencia acrítica de conceptos y modelos institucionales*, *Ciencia, Docencia y Tecnología*, XVI, (31), pp. 9-46.

Thomas, Hernán (2009): *Tecnologias para Inclusão Social e Políticas Públicas na América Latina*, en Oterloo, Aldalice et al.: *Tecnologias Sociais: Caminhos para a sustentabilidade*, RTS, Brasilia, ISBN 978-85-89263-08-5, pp. 25-81.

Winner, L. (1988): *The whale and the reactor. A search for limits in an age of high technology*, University of Chicago Press, Chicago.

## **Tecnologías para la inclusión social en América Latina: de las tecnologías apropiadas a los sistemas tecnológicos sociales. Problemas conceptuales y soluciones estratégicas<sup>1</sup>**

*Dr. Hernán Thomas<sup>2</sup>*

Grupo de Estudios Sociales de la Tecnología y la Innovación<sup>3</sup>

### **1. Introducción**

Las tecnologías –todas las tecnologías- desempeñan un papel central en los procesos de cambio social. Demarcan posiciones y conductas de los actores; condicionan estructuras de distribución social, costos de producción, acceso a bienes y servicios; generan problemas sociales y ambientales; facilitan o dificultan su resolución. No se trata de una simple cuestión de determinismo tecnológico. Tampoco de una relación causal dominada por relaciones sociales. Las tecnologías son construcciones sociales tanto como las sociedades son construcciones tecnológicas.

Así, la resolución de las problemáticas de la pobreza, la exclusión y el subdesarrollo no puede ser analizada sin tener en cuenta la dimensión tecnológica: producción de alimentos, vivienda, transporte, energía, acceso a conocimientos y bienes culturales, ambiente, organización social.

---

1 Este artículo se integra en un programa de investigación sobre Tecnologías para la Inclusión Social realizado con el apoyo del International Development Research Centre (IDRC), la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT), el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y la Universidad Nacional de Quilmes. En Thomas, H., M. Fressoli y G. Santos (ed.) *Tecnología, Desarrollo y Democracia. Nueve estudios sobre dinámicas socio-técnicas de exclusión/inclusión social*. Buenos Aires, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, pp. 25-78.

2 Hernán Thomas es doctor en Política Científica y Tecnológica por la Universidad Estadual de Campinas, Brasil. Es investigador independiente del CONICET, profesor titular de la Universidad Nacional de Quilmes y director del Área de Estudios de la Tecnología y la Innovación, del Instituto de Estudios sobre la Ciencia y la Tecnología de la misma universidad. Es docente en cursos de posgrado en diversas universidades de la Argentina y del exterior, entre las que se cuentan la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (sede Argentina y sede Ecuador), la Universidad Estadual de Campinas, (Brasil), la Universidad de La Habana (Cuba) y la Universidad de la República (Uruguay). Autor de numerosos artículos, libros y capítulos de libro, entre sus publicaciones se destacan: *Sur-desarrollo, Panorama dos estudos da Ciência, Tecnologia e Sociedade na América Latina* (co-organizado con R. Dagnino), *Insumos para una planificación estratégica de políticas públicas de ciencia, tecnología, innovación y educación superior* (en coautoría con C. Gianella) y *Actos, actores y artefactos. Sociología de la tecnología*.

3 La producción del artículo fue posible gracias a la colaboración de los integrantes del equipo del Grupo de Estudios Sociales de la Tecnología y la Innovación: Mariano Fressoli, Alberto Lalouf, Santiago Garrido, Guillermo Santos, Paula Juárez, Facundo Picabea, Sebastián Montaña, Ariel Vercelli. Asimismo, agradecemos a los colegas del GAPI, Unicamp, en particular a Renato Dagnino, Rodrigo Fonseca y Rafael Díaz. Finalmente, a Tomás Buch y Leonardo Vaccarezza. Todos sus comentarios críticos, aportes de información y sugerencias constituyeron un insumo clave en el proceso de escritura y revisión de este trabajo. Claro que esto no implica responsabilidad alguna sobre los resultados finales del texto.

Sin embargo, la reflexión sobre la relación tecnología-exclusión (o, en otro plano, la relación entre artefactos y necesidades en las estrategias de desarrollo) ha sido escasamente abordada en América Latina. Más allá de algunos desarrollos aplicados en tecnologías “apropiadas”, y el explicitación de una ambigua relación entre tecnología y desarrollo económico y social, pocos son los trabajos que han focalizado esta problemática.

Dado el alcance, escala, profundidad de la problemática de la exclusión social en la región, el desarrollo de “tecnologías para la inclusión social” (entendidas como tecnologías orientadas a la resolución de problemas sociales y/o ambientales) reviste una importancia estratégica clave para el futuro de América Latina. La inclusión de comunidades y grupos sociales dependerá, probablemente, de la capacidad local de generación de soluciones tecno-productivas tanto adecuadas cuanto eficaces.

Desde mediados de la década del ‘60, comenzó a proliferar la producción de tecnologías denominadas “apropiadas”, “intermedias”, “alternativas” o, más recientemente, “innovaciones sociales”, “grassroots”. El objetivo explícito de estas tecnologías ha sido responder a problemáticas de desarrollo comunitario, generación de servicios y alternativas tecno-productivas en escenarios socio-económicos caracterizados por situaciones de extrema pobreza (en diferentes países subdesarrollados de Asia, África y, en menor medida, América Latina). Son ejemplos arquetípicos de estas tecnologías los reactores de biomasa, algunos sistemas energéticos de bajo costo (basados en energía solar y eólica), técnicas constructivas para viviendas sociales y sistemas de cultivo agroecológico (o, recientemente, proyectos educativos de alcance masivo como “One Laptop Per Child”).

A lo largo de su trayectoria, las tecnologías para la inclusión social parecen atravesadas por una tensión de base: ¿cuál es su misión y sentido?

- ¿desarrollar tecnologías como soluciones a problemas de exclusión social de los pobres?, o
- ¿desarrollar tecnologías como componentes clave de estrategias de inclusión social de todos?

Avances conceptuales realizados en el campo de la sociología de la tecnología (trayectorias y dinámicas socio-técnicas, estilos socio-técnicos de innovación y cambio tecnológico, resignificación de tecnologías, conocimientos transversales) permiten aportar nuevos elementos en esta problemática, así como superar las contradicciones y restricciones de abordajes deterministas –tecnológicos o sociales- lineales, y, tal vez, resolver esta tensión.

Son objetivos de este trabajo:

- revisar críticamente los abordajes teórico-metodológicos relacionados con las tecnologías denominadas “sociales” disponibles: “tecnologías apropiadas”, “tecnologías intermedias”, “tecnologías alternativas”, etc.
- plantear nuevos conceptos y criterios para el diseño, generación e implementación de Tecnologías para la Inclusión Social en base a los conceptos de “adecuación socio-técnica” y “alianza socio-técnica”.
- proponer nuevos insumos para la generación de políticas públicas y estrategias institucionales de desarrollo social y económico, basadas en la implementación de Tecnologías para la Inclusión Social.

## 2. ¿Qué es una Tecnología para la Inclusión Social?

Es posible definir las Tecnologías para la Inclusión Social como “formas de diseñar, desarrollar, implementar y gestionar tecnologías orientadas a resolver problemas sociales y ambientales, generando dinámicas sociales y económicas de inclusión social y de desarrollo sustentable. Las Tecnologías para la Inclusión Social alcanzan un amplio abanico de producciones de tecnologías de producto, proceso y organización: alimentos, vivienda, energía, agua potable, transporte, comunicaciones, entre otras. Los actores fundamentales de los procesos de desarrollo de Tecnologías para la Inclusión Social en la región son: movimientos sociales, cooperativas populares, ONGs, unidades públicas de I+D, divisiones gubernamentales y organismos descentralizados, empresas públicas (y, en menor medida, empresas privadas). Un ejemplo permite ilustrar las características y el alcance de las Tecnologías para la Inclusión Social:

- Proyecto PAIS (Producción Agro-ecológica Integrada y Autosustentable) en Brasil



El dispositivo País está montado en un sistema de anillos, cada uno destinado un cultivo determinado. El centro del sistema es utilizado para la cría de pequeños animales (gallinas y patos). El estiércol producido por las aves es utilizado para fertilizar la huerta.

País es una tecnología de organización de la producción agropecuaria destinado a producir alimentos orgánicos (hortalizas, frutas, carne aviar) para una familia de cinco personas. El sistema productivo está diseñado para explotaciones de tamaño medio (5 hectáreas) y busca el auto-abastecimiento y la inserción de la producción agroecológica en el mercado de los alimentos orgánicos.

La experiencia es innovadora tanto por la disposición en rueda de los cultivos alrededor de la zona de cría de animales como por la complementariedad y autosuficiencia del sistema en cuanto a abonos y pasturas. El programa PAIS provee los materiales iniciales, la capacitación para el cultivo y comercialización de la producción. Hasta el momento se han implementado 1080 experiencias PAIS, que permitieron a las familias tanto autoabastecerse como generar excedentes para su comercialización, lo que significó una renta adicional para los grupos familiares beneficiarios.

Los promotores de la experiencia, el Servicio Brasileño de Apoyo a las Micro y Pequeñas Empresas, la Fundación Banco de Brasil, Petrobras y el Ministerio de Integración Nacional, califican la experiencia como exitosa. Se han puesto en marcha unos 5000 sistemas de producción. La viabilidad de la experiencia se debe a la sencillez del sistema, la capacitación y evaluación continuada de la experiencia a lo largo de sus diferentes etapas (instalación, formación, evaluación, ajuste y comercialización) y al apoyo económico recibido. Pero fundamentalmente, debido a que cada implementación es diseñada de acuerdo a las particulares condiciones de localización de cada huerta. La participación clave de la Red de Tecnologías Sociales en la implementación ha permitido no sólo aumentar el número de experiencias sino también integrar el proyecto con otras tecnologías sociales en energía, potabilización de agua, etc. (Revista SEBRAE Agrobusiness 2006, 2007).

### 3. ¿Funcionan las Tecnologías para la Inclusión Social?

A lo largo de la historia de más de medio siglo de concepción y uso de tecnologías orientadas a la resolución de problemas de pobreza y exclusión social es posible registrar algunos proyectos considerados exitosos, y una significativa cantidad de experiencias consideradas como fracasos. No parece fácil desarrollar e implementar este tipo de tecnologías. Muchos de estos desarrollos tecnológicos fueron discontinuados, o generaron significativos efectos no deseados. Así, parece necesario responder cuatro preguntas básicas:

- ¿por qué “funcionan” algunas Tecnologías para la Inclusión Social?

- ¿por qué “no funcionan” algunas Tecnologías para la Inclusión Social?
- ¿para quién “funcionan”?
- ¿para quién “NO”?

Dos ejemplos permiten visualizar con mayor claridad los problemas y limitaciones de algunas de estas tecnologías: Colectores de niebla en Chile El proyecto de colectores de niebla es una experiencia orientada a la provisión de agua potable, desarrollada en la localidad de Chungungo (norte de Chile), a finales de la década del ‘80. El objetivo originario del proyecto era la obtención de agua para forestación mediante la captura de la humedad ambiente. Este proyecto recibió financiamiento del IDRC y fue desarrollado por investigadores de la Universidad Católica de Chile y la Corporación Nacional Forestal (CONAF). El sistema consistía en un sistema de colectores de agua (estructuras rectangulares con mallas dobles de nylon de cuatro metros de altura y doce de largo sumado a un sistema de almacenamiento y distribución), administrado en conjunto por la CONAF y un comité de aguas local. Los diseñadores consideraron que el sistema era sencillo de construir y operar, requería bajo know how y era fácilmente comprensible por usuarios con escasa formación tecnológica. En las experiencias piloto estos atrapanieblas lograban recolectar 237 litros de agua por día a un promedio de 5 litros por metro cuadrado. Al observar los resultados obtenidos y el volumen de agua que se logró recolectar con este sistema, los distintos actores involucrados consideraron que podía abastecer de agua potable a una población aislada.



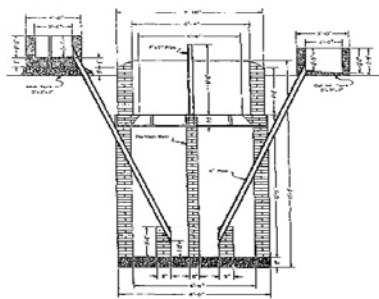
Sistema de colectores de humedad ambiente. Chungungo, Chile (2002).

Con un fuerte apoyo institucional y financiero, desde finales de los '80 hasta 1996 se instalaron 92 colectores. Sin embargo, hacia 2001 sólo funcionaban 12, como complemento de la provisión de agua potable obtenida a través de camiones cisterna. Discontinuado el apoyo inicial, diversas dificultades se conjugaron en el abandono del proyecto (Anton, 1998; De la Lastra, 2002), entre ellas:

- aspectos político-institucionales:
  - privatización de la empresa (comunitaria) de servicios sanitarios
- aspectos socio-institucionales:
  - inexistencia de una estructura local permanente de toma de decisiones y administración
  - falta de mantenimiento por técnicos capacitados
- aspectos socio-culturales:
  - reciente desconfianza de los pobladores ante una tecnología que comenzaron a percibir como inestable, y poco confiable

### Programa de biodigestores en la India

Desde mediados de los '60 se desarrolló en la India un extenso programa de producción de gas mediante reactores de biomasa. Bajo la idea de proveer a los usuarios finales (grupos familiares y comunitarios) de un medio eficaz para hervir alimentos y evitar así 32 dolencias asociadas a microbios e infecciones, tanto el estado como diversas agencias internacionales promovieron y financiaron la construcción de biodigestores.



Reactor de tambor flotante modelo KVIC  
(Diseño de Jashbai Patel - Khadi and Village Industry Commission)

Evaluaciones recientes han registrado una fuerte sub-utilización de la capacidad instalada. En particular, en un reporte del año 2002 se indica que se encontraban en pleno funcionamiento un 55 % de los equipos familiares y un 7,3 % de los de uso comunitario (Gobierno de la India-PEO, 2002). Diversas son las explicaciones aducidas, pero dos de las principales llaman la atención acerca de los supuestos cognitivos bajo los cuales se diseñó el programa.

- aspectos socio-culturales:
  - tabúes religiosos asociados al contacto con el excremento animal
  - división social del trabajo asociada al sistema de castas.
- aspectos socio-económicos:
  - asignación de un precio a la materia prima del proceso (considerada inicialmente “gratuita” y de libre disponibilidad)
  - conflictos de derechos de propiedad del excremento.

Esto permite explicar no sólo la sub-utilización, en términos absolutos de los biodigestores. También permite comprender el diferencial en el régimen de uso entre biodigestores familiares y comunitarios (sujetos a mayor conflictividad social).

### De las explicaciones a los conceptos

Como se deriva de los dos casos analizados, el no-funcionamiento de estas tecnologías refleja serios problemas de concepción de los artefactos y sistemas. Estas disfunciones no se explican, simplemente, por motivos sociales de “no-adopción” de un artefacto “técnicamente bien diseñado”. El diseño completo de los atrapanieblas suponía una cierta organización social, unas capacidades cognitivas por parte de los usuarios, una administración local. El diseño completo de los biodigestores suponía que el excremento gratuito nunca se convertiría en un bien de cambio, que nunca habría conflictos respecto de la apropiación de beneficios directos y derivados.

En la base de lo que normalmente se diagnosticaría como “problemas de implementación” de estas dos tecnologías es posible registrar problemas de concepción de diseño, derivados a su vez de problemas de conceptualización de las Tecnologías para la Inclusión Social. Por esto, es necesario realizar una revisión crítica de las conceptualizaciones normalmente utilizadas por los diseñadores, policy makers, científicos y tecnólogos, agentes públicos, activistas sociales, miembros de ONGs, entre otros, a la hora de concebir, implementar, gestionar y evaluar Tecnologías para la Inclusión Social.

#### 4. Revisión de conceptualizaciones usuales

El actual movimiento de Tecnologías para la Inclusión Social se origina en las experiencias de desarrollo de tecnologías en India y en la República Popular China, en los años '40 y '50 (Riskin, 1983; Ahmad, 1989), posteriormente conceptualizadas por algunos teóricos e ideólogos de movimientos sociales en occidente.

##### Tecnologías democráticas

A inicios de la década del '60, Lewis Mumford denunciaba los riesgos políticos de la producción en gran escala. En su conocido artículo *Authoritarian and Democratic Technics* (1964) planteaba que el advenimiento de la democracia política durante los últimos siglos había sido impedido por tecnologías de gran escala que, dadas sus necesidades de operación, siempre connotaban direcciones centralizadoras, y dadas sus necesidades de control, autoritarias. Frente a ello, Mumford contrapone la necesidad de desarrollar “tecnologías democráticas”, caracterizadas por producciones de pequeña escala, basadas en las habilidades humanas, la energía animal, o en pequeñas máquinas, bajo una activa dirección comunitaria, con un uso discreto de los recursos naturales (para un enfoque similar véase Winner, 1988). Los desarrollos conceptuales de Mumford constituyen un antecedente fundamental para comprender la matriz en la que se generaron las primeras conceptualizaciones de “tecnología apropiada”. Pero también explicitan, en su relación causal directa y necesaria entre gran escala y autoritarismo, una concepción determinista tecnológica de la relación tecnología/sociedad.<sup>4</sup>

##### Tecnologías intermedias

El enfoque alternativo de “tecnologías intermedias”, propuso el desarrollo de pequeñas industrias, orientadas a la resolución de problemas locales, sin requerimientos técnicos, cognitivos o económicos intensivos, que utilizaran las materias primas y los recursos humanos disponibles.

- las tecnologías intermedias se basan en tecnologías industriales maduras, y
- se trata de tecnologías mano de obra intensivas, dirigidas hacia la solución del problema de desempleo en los países sub-desarrollados, orientadas a satisfacer los mercados de consumo locales.

<sup>4</sup> Claro que, es necesario tener en cuenta la particular coyuntura en que fue generada esta reflexión: un momento de difusión internacional de la producción fordista y su modelo de producción en masa y administración vertical centralizada.

Las tecnologías intermedias se presentaron como una alternativa al problema de producción masiva de bienes industriales y de servicios, proponiendo producciones de mediana escala, evitando recurrir a tecnologías de última generación (equipamiento- intensivas) ni a insumos industriales requeridos por la gran industria de alta complejidad (Schumacher, 1973, Pack, 1983; Riskin, 1983). Si bien la propuesta de tecnologías intermedias no se focaliza en la restricción de la escala de las producciones, mantiene la inhibición sobre tecnologías conocimiento-intensivas. Al promover el uso de tecnologías maduras –mano de obra intensivas- para la producción de bienes y servicios, tiende a generar, en la práctica, economías de dos sectores. Por otra parte, al restringir las operaciones tecnológicas a acciones de downsizing de tecnologías maduras, resulta, en términos dinámicos, una estrategia antiinnovativa.

##### Tecnologías Apropriadas (fase I)

Durante la década del '60 proliferaron diferentes enfoques teóricos sobre la conveniencia de generar, transferir y difundir tecnologías denominadas “apropiadas”.<sup>5</sup> Los primeros enfoques teóricos sobre tecnologías apropiadas enfatizaban la necesidad de:

- producir tecnologías en pequeña escala (familiar o comunitaria),
- uso de tecnologías maduras,
- baja complejidad, bajo contenido de conocimiento científico y tecnológico,
- bajo costo por unidad de producción,
- escaso consumo energético y
- mano de obra intensivas.

Tanto la escala reducida como la utilización de insumos de costo residual permitirían un bajo nivel de inversión -lo que, en muchos casos suponía una escasa o nula relación con el mercado- (véase Schumacher, 1973; Jecquier, 1976 y Kohr, 1981). Se consideraba que las tecnologías apropiadas (orientadas al consumo de grupos familiares o comunitarios, sin expectativas de comercialización) serían no-alienantes, siguiendo a Mumford, democráticas y, dado su menor impacto ambiental (comparado con las producciones a escala industrial) ecológicas. En tanto la propuesta de tecnologías apropiadas implicó la apertura de un proceso de reflexión crítica sobre la selección de tecnologías, y una perspectiva focalizada en la comunidad de usuarios, el planteo significó un aporte clave para el desarrollo

<sup>5</sup> También llamadas tecnologías “adecuadas”

de las Tecnologías para la Inclusión Social. Pero algunas de sus determinaciones normativas, derivadas de una visión determinista tecnológica: rechazo a la gran escala, adopción de tecnologías intensivas en mano de obra, también signaron una forma de producción de bienes y servicios limitada tanto en el plano socio-económico (promoción, en la práctica, de economías de dos sectores) como cognitivo (promoción de tecnologías simples y maduras, de bajo contenido científico y tecnológico) En la práctica, muchas de las implementaciones de tecnologías apropiadas derivaron en experiencias “paternalistas” (tecnólogos de países desarrollados diseñaron y transfirieron tecnologías maduras, con operaciones de downsizing), orientadas a la resolución de problemas puntuales.

### **Tecnologías Apropriadas (fase II)**

A lo largo de la década del '70, las tecnologías apropiadas se convirtieron en un campo de desarrollo para nuevas ideas y experiencias. Mientras que en los planteos originales predominaba un tono ético-filosófico, en estos trabajos se elaboró un enfoque de economía aplicada e ingeniería, que privilegiaba una noción de eficiencia según el contexto de aplicación (Bourrieres, 1983; Reedy, 1983). Según Robinson (1983) la definición de una “tecnología apropiada” debía incorporar el análisis de diferentes variables: disponibilidad de mano de obra calificada y su valor relativo, capital incorporado en la maquinaria, en los insumos y en el proceso de producción, y disponibilidad de recursos humanos de gestión. Estas variables deberían reflejar la escasez o abundancia de recursos particulares en la composición de los insumos necesarios, sustituyendo el capital (por ejemplo, en una economía donde la mano de obra fuese abundante y el capital escaso). La complejización conceptual de la “tecnología apropiada eficiente” intentó definir –de forma abarcativa- tecnologías apropiadas tanto para los países en desarrollo como para países desarrollados; tanto para pequeñas comunidades como para empresas multinacionales. Así, en esta segunda fase de concepción de tecnologías apropiadas se incorporan nuevas herramientas de análisis y criterios de planificación, diseño, implementación y evaluación (mediante el uso de variables cuantificables). Al mismo tiempo, este replanteo supone la asignación de una nueva misión, más integradora, al incluir en su agenda no sólo el desarrollo de tecnologías para países subdesarrollados y poblaciones en situación de extrema pobreza, sino también a producciones a escala, orientadas a mercados masivos, en países desarrollados. La noción de eficiencia según el contexto de aplicación es aplicada sobre cualquier tipo de desarrollo tecnológico. No

por incorporar esas nuevas herramientas analíticas, los nuevos enfoques de tecnología apropiada perdieron su carácter determinista tecnológico. De hecho, la integración de conceptos de economía e ingeniería parece haber reforzado aún más el carácter instrumentalista-mecanicista de la propuesta. Y reforzado el papel de los “expertos” en los procesos de concepción, diseño, e implementación de las tecnologías. Una cuestión a elucidar es si, dadas sus restricciones conceptuales, las implementaciones de tecnologías apropiadas no han tendido a cristalizar las diferencias sociales que nominalmente pretendían superar. Y este análisis sería particularmente necesario, dado que durante las décadas del '70 y '80 las tecnologías apropiadas se convirtieron en un terreno de aplicación de políticas públicas e intervención de agencias internacionales de apoyo. Tal como señala el *Appropriate Technology Directory* (Jecquier, 1979), el movimiento de tecnologías apropiadas se extendió mucho más allá de una comunidad especializada y marginal: bancos internacionales de desarrollo, centros de investigación agrícola, agencias de financiamiento extranjero, asociaciones voluntarias y firmas industriales privadas. Ese directorio relevó 280 grupos de trabajo en la temática<sup>6</sup>

### **Críticas a las Tecnologías Apropriadas**

También en los '80, se alzaron algunas voces críticas. Para Dickson (1980), la implementación de tecnologías intermedias y apropiadas, sin un previo cuestionamiento de la racionalidad tecnológica occidental dominante, conllevaba una concepción neutral, y por lo tanto determinista, de la tecnología como medio de cambio social. Rybczynski (1980) y Ahmad (1989) criticaron las tendencias románticas y utópicas del movimiento de tecnologías apropiadas: cuestionaron, en particular, el anti-modernismo de los desarrollos teóricos de Schumacher. Para Rybczynski, el desarrollo del enfoque anti-modernista en tecnologías apropiadas generó consecuencias negativas al propiciar el desarrollo de un mercado de tecnologías dissociado para los pobres del Tercer Mundo. Por otra parte, se formularon diversas críticas de corte socio-económico, principalmente focalizadas en los inconvenientes enfrentados durante la implementación de tecnologías apropiadas (reflejadas, por ejemplo, en Gobierno de la India-PEO, 2002). Paralelamente, durante la década del '80 se verificó una disminución relativa del apoyo de las agencias internacionales de cooperación y, consecuen-

<sup>6</sup> Otros catálogos y manuales de aplicación de tecnologías apropiadas son el *Rainbook*, *Resources for Appropriate Technology* (deMoll, 1977), y el *Appropriate Technology Sourcebook* (Darrow et alii, 1981), entre otros.



temente, del número relativo de experiencias. Con todo, algunos países -en particular la India y China- continuaron con el desarrollo de estas experiencias. Recién a fines de la década del '90, en el marco del resurgimiento de los enfoques económicos vinculados a las teorías del desarrollo, por un lado, y de la producción de tecnologías ambientalmente sustentables por otro, se retomaron políticas de tecnologías apropiadas.<sup>7</sup>

### **Tecnologías Alternativas**

Con el objetivo de salir del problema conceptual, Dickson planteó la necesidad de instrumentar “tecnologías alternativas”: instrumentos, máquinas y técnicas necesarios para reflejar y mantener modos de producción social no-opresores y no-manipuladores, y una relación no-explotadora con respecto al medio ambiente natural. (Dickson, 1980). En este sentido, el aporte de Dickson puede ser considerado más un criterio ideológico-político que un programa de producción e implementación de tecnologías. De todos modos, no consiguió escapar de la restricción determinista tecnológica que cuestionaba.

### **Grassroot Innovations**

El enfoque denominado “grassroot innovations” surgió en la India hace más de veinte años. Fue concebido como un proyecto orientado a (Gupta et alli., 2003):

- investigar y rescatar los conocimientos tecnológicos de los sectores vulnerables de la sociedad
- recuperar la capacidad de innovación de las personas pertenecientes a sectores marginados de la población para generar soluciones a problemas prácticos con alternativas tecnológicas baratas, eficientes y ecológicamente sustentables.

Así, la mayoría de las innovaciones relevadas se basan en conocimientos tradicionales de las comunidades a las que pertenecen. Para relevar los desarrollos tecnológicos y apoyar a los innovadores se organizó la Honey Bee Network, que actúa en India y China, y, en menor medida, en Brasil y otros países en desarrollo. La red administra y distribuye recursos económicos (créditos para el desarrollo de las innovaciones), organizativos (relación con organizaciones de ciencia y tecnología, asociativismo, incubadoras) y simbólicos (festivales, concursos para posicionar los desarrollos e innovadores) para mejorar y difundir diseños tecnológicos alternativos en

países en desarrollo. Luego de un extenso período de relevamiento, la red Honey Bee ha documentado más de diez mil innovaciones. Sin embargo, muy pocas de estas innovaciones han alcanzado desarrollo comercial posterior. A diferencia de todos los planteos anteriores, Grassroots supone la valorización del conocimiento tácito y consuetudinario acumulado por las poblaciones en situación de pobreza. Pero las escasas implementaciones hablan de la problemática viabilidad de esta concepción como vía de activación de dinámicas de inclusión social. La ortodoxia del planteo de Gupta supone la necesidad de relaciones de mercado, y restringe el potencial del concepto al registro de artefactos orientados a soluciones puntuales, de escaso contenido científico y tecnológico. La propia estructura de micro-créditos y asociativismo de la Red Honey Bee parece suponer otro límite de las experiencias, basadas excluyentemente en relaciones de mercado (y la subyacente idea de generación de micro-entrepreneurs).

### **Social Innovations**

A inicios del 2000 se generó el enfoque de “innovaciones sociales”, fundamentalmente orientado al desarrollo y difusión de tecnologías organizacionales destinadas a favorecer el cambio social mediante la satisfacción de necesidades de grupos sociales desfavorecidos (Martin y Osberg, 2007). Existe, en realidad, un abanico de propuestas en términos de social innovation. Estas diversas formas de innovación pueden presentarse a partir de la utilización de nuevas tecnologías (Internet, telefonía celular), nuevas formas de organización o simple combinación de ideas: sistemas de educación a distancia, grupos de ayuda comunitaria, sistemas de guarderías de niños comunitarias, cooperativas de consumo, etc. A diferencia de la innovación convencional, que se concentra en objetivos económicos orientados al aumento del lucro, la innovación social se preocupa por alcanzar metas sociales, culturales y políticas. La innovación social no es producida exclusivamente por expertos o científicos, sino que incluye conocimientos prácticos derivados de la experiencia. La mayoría de los abordajes realizados en términos de social innovation promueven la implementación de regímenes de responsabilidad social (Anderson, 2006). Y, en el plano político, la asistencia técnica de instituciones de I+D de países desarrollados para la superación de problemas puntuales de poblaciones de países subdesarrollados. A diferencia de las propuestas anteriores (con la excepción de Gupta), la propuesta se basa en nuevos desarrollos teóricos de la economía del cambio tecnológico, poniendo especial consideración en el uso de TICs.

<sup>7</sup> A nivel internacional, uno de los eventos más significativos ha sido la reanudación de la International Conference on Appropriate Technology (realizada en Zimbabwe en 2006).

Concebida en países desarrollados, la propuesta implica normalmente -en la práctica- un planteo ofertista asistencialista, y supone, al mismo tiempo, una convergencia de intereses entre sociedad civil y mercado. En este sentido, tiende a considerar a los innovadores sociales como entrepreneurs beneficiarios de renta capitalista. No por casualidad, una de las principales preocupaciones normativas de las propuestas de social innovations es la propiedad intelectual.

### Base de la pirámide

La propuesta concebida por C.K. Prahalad (2006) se orienta al desarrollo de innovaciones destinadas al mercado de los pobres (80% de la población mundial), que respondan a sus “verdaderas” necesidades. Crítica a los enfoques tradicionales asistencialistas, donde los conceptos de alivio de pobreza estaban asociados a participación de los gobiernos ayudando a los pobres, directamente o manejando fondos provistos por organismos internacionales. Frente a la ineficacia de este enfoque, Prahalad propone al sector privado como motor del alivio de la pobreza. Existe, afirma Prahalad, un mercado en la Base de la Pirámide (BDP) de 4 mil millones de personas, las cuales sólo requieren ser tratadas como consumidores y no como pobres, para despertar su potencial, lograr escalar social y económicamente, y salir de la pobreza. Para desarrollar este inmenso mercado de 80% de la población mundial, no sirven los enfoques tradicionales de producción y mercadeo que atienden el Tope de la Pirámide. Hace falta un nuevo enfoque, orientado a la innovación, que reconozca las verdaderas necesidades de las clases pobres del mundo.

La propuesta “base de la pirámide” remite a:

- la creación de un mercado de consumidores (habilitados a partir de la percepción de pequeñas rentas, de microcréditos y del accionar de ONGs comunitarias),
- que posibilite su acceso a bienes diseñados ad hoc,
- con productos generados por empresas transnacionales.

Explora una dimensión poco explotada –si no directamente dejada de lado- por otros abordajes. Pero, paradójicamente, en relación al proceso enunciado de dignificación del consumidor (o tal vez precisamente porque se refiere a los potenciales beneficiarios como consumidores) despliega pocas especificaciones respecto de la participación de los usuarios en el diseño de los artefactos. Basada excluyentemente en relaciones de mercado, supone el riesgo de cristalización de la exclusión por otras vías. Y la explo-

tación de un mercado donde, probablemente, el principal beneficiario sea la propia empresa transnacional.

### Tecnología Social

Existen diversas definiciones de Tecnologías para la Inclusión Social. Una de las más difundidas en la actualidad es la adoptada por la Rede de Tecnologia Social: la Tecnología Social comprende productos, técnicos y/o metodologías reaplicables, desarrolladas en interacción con la comunidad, y que representan efectivas soluciones de transformación social (Portela, 2009).

En Brasil, se desarrolló el Banco de Tecnologías Sociales (2001) y, posteriormente, el programa Rede de Tecnologia Social, con apoyo de la Secretaria de Ciencia e Tecnologia para a Inclusão Social, del Ministerio de Ciencia e Tecnologia, la Fundação Banco do Brasil y Petrobrás. En este contexto, se desplegó una iniciativa de reconceptualización de “Tecnología Social”, que condujo a la noción de “re-aplicación” de la tecnología: operación de adecuación – vía re-significación- y difusión nomenclática a diversos contextos locales (Fundação Banco do Brasil, 2004). En los países vascos, la Asociación para la Promoción de la Tecnología Social (APTES) define la Tecnología Social como una aplicación de conocimientos científicos y tecnológicos orientada a la resolución de problemas de subsistencia, salud, educación, envejecimiento y discapacidad. Si bien la adopción del concepto “re-aplicación” constituye un aporte significativo, la conceptualización de tecnología social adoptada aún supone amplios márgenes de ambigüedad. ¿Se trata de una propuesta ofertista (a partir de un banco de tecnologías registradas)? ¿Se restringe a la concepción de tecnologías orientadas por la resolución de problemas puntuales de grupos desfavorecidos? ¿Reitera los problemas señalados en las conceptualizaciones anteriores? ¿Constituye una propuesta de inclusión socioeconómica o tiende a generar economías de dos sectores?

En síntesis:

- existe una diversidad de definiciones y concepciones, acumuladas a lo largo de los últimos 50 años.
- derivan de estas conceptualizaciones una serie de normativas y prescripciones para el diseño, desarrollo, producción, gestión y evaluación de Tecnologías Para la Inclusión Social
- cada una de las definiciones disponibles presenta tanto contribuciones como restricciones y contradicciones significativas, problemas de distinto signo

El cuadro siguiente intenta graficar la incidencia de estos problemas en cada uno de los abordajes más usuales en la actualidad:

Problemas de los abordajes usuales en Tecnologías para la Inclusión Social

	Intermedia	Apropiada	Grassroots	Base de la Pirámide	Social Innovation
Determinismo tecnológico					
Ofertismo					
Voluntarismo					
Paternalismo					
Uso de tecnologías maduras					
No uso de nuevos conocimientos C&T					
No uso de conocimientos consuetudinarios					
Relación problema/solución simple					
No economías de escala y alcance					
Ignorancia de relaciones de mercado					
Generación de economías de dos sectores					
No uso de nuevas herramientas de análisis					
Restricción a dinámicas de mercado					

Referencias: Gris oscuro: plena presencia del problema; Gris claro: presencia en algunos casos o parcial; Blanco: problema no registrado

### 5. La necesidad de producir nuevo conocimiento

Dadas las limitaciones y restricciones, divergencias e inconsistencias señaladas en el punto anterior, parece ineludible construir nuevo conocimiento, nuevas conceptualizaciones, nuevos aparatos analíticos, orientados tanto a superar estos problemas como a mejorar las políticas públicas vinculadas al desarrollo socioeconómico de los países de la región.

### Del problema social...:

Los países de América Latina muestran alarmantes índices sociales y económicos. Lejos de disminuir, la marginalidad, el desempleo, la pobreza y la violencia social tienden a aumentar y profundizarse. Enormes proporciones de la población (oscilando entre el 20 y el 50% según los diferentes países e indicadores) viven en condiciones de exclusión, signadas por un conjunto de déficits: habitacional, alimentario, educacional, de acceso a bienes y servicios. La superación de estos problemas sociales es, probablemente, el mayor desafío político y económico de los gobiernos locales. Es, al mismo tiempo, la mayor deuda social existente en la región.

La escala del problema social supera las actuales capacidades de respuesta gubernamental. La urgencia parece exceder los tiempos políticos y los planes graduales. El alcance estructural parece mostrar la ineficacia de los mecanismos de mercado para resolver el escenario socio-económico. La dimensión tecnológica del problema constituye un desafío en sí misma.

Resolver estos déficits estructurales con las tecnologías convencionales disponibles demandaría la movilización de recursos equivalentes al 50 o 100% del producto nacional de los países afectados. No parece posible responder al desafío con el simple recurso de multiplicar acríticamente la dotación tecnológica existente.

La inclusión de la población excluida y sub-integrada, en condiciones de consumo compatibles con estándares de calidad de vida digna y trabajo decente, así como la generación de viviendas y empleos necesarios, implicarían una gigantesca demanda energética, de materiales, de recursos naturales, con elevados riesgos de impacto ambiental y nuevos desfasajes sociales.

Una acción orientada por la simple multiplicación del presupuesto en I+D será insuficiente para generar un cambio significativo en la dinámica social. Es necesario un viraje estratégico tanto para aumentar la participación de las unidades públicas de I+D en la dinámica de cambio tecnológico local como para poner la ciencia y tecnología locales al servicio de las necesidades sociales. El desarrollo de Tecnologías para la Inclusión Social constituye un aspecto de la respuesta viable. ¿Pero cómo?

### ...al problema cognitivo:

Las “tecnologías apropiadas” disponibles presentan una serie de restricciones, tales que no parecen una respuesta adecuada: concebidas como intervenciones paliativas, destinadas a usuarios con escasos niveles educativos, acaban generando dinámicas topdown (“paternalistas”). Así, por

un lado, privilegian el empleo de conocimiento experto, ajeno a los usuarios-beneficiarios, y por otro sub-utilizan el conocimiento tecnológico local (tácito y codificado) históricamente acumulado.

Como hemos visto en el punto anterior, estas tecnologías, diseñadas para situaciones de extrema pobreza de núcleos familiares o pequeñas comunidades, normalmente aplican conocimientos tecnológicos simples y tecnologías maduras, dejando de lado el nuevo conocimiento científico y tecnológico disponible. Concebidas como simples bienes de uso, pierden de vista que, al mismo tiempo, generan bienes de cambio y dinámicas de mercado. De hecho, normalmente ignoran los sistemas de acumulación y los mercados de bienes y servicios en los que se insertan, y resultan económicamente insustentables. Así, no es extraño que, a mediano y largo plazo, las “tecnologías apropiadas” generen dinámicas económicas “de dos sectores”, cristalicen situaciones de discriminación y marginalidad, y reproduzcan, paradójicamente, nuevas formas de exclusión y desintegración social.

Los enfoques “Grassroots” y “Social Innovations”, por su parte, se basan en una confianza absoluta en las relaciones de mercado, confianza hasta hoy no justificada por la experiencia acumulada. Los mercados latinoamericanos no han sido ni eficientes reguladores de la distribución de la renta, ni orientadores de la producción tecnológica local hacia la satisfacción de necesidades sociales. De hecho, si el mercado no ha generado en la región dinámicas de interacción entre empresas e instituciones de I+D para la producción innovaciones en tecnologías convencionales. ¿Por qué pensar que esto se daría mejor en el campo de las tecnologías para la Inclusión Social?

Por eso, es tan necesario como ineludible revisar las conceptualizaciones sobre tecnologías “sociales” disponibles, abandonando su concepción original como recursos paliativos de situaciones de pobreza y exclusión, para pasar a concebirlas como sistemas tecnológicos orientados a la generación de dinámicas de inclusión, vía la resolución de problemas sociales y ambientales.

En particular, si el objetivo último es la inclusión social, el abordaje inicial no puede restringirse a la focalización en la situación de restricción y miseria. La forma de concebir soluciones a la problemática social adquiere así un nuevo estatuto teórico. ¿Cómo re-pensar el problema?

### **...a las soluciones en el plano teórico-conceptual:**

Nuevas conceptualizaciones –en los campos de la sociología de la tecnología, el análisis de políticas, la filosofía crítica de la tecnología y la economía del cambio tecnológico permiten resolver algunas de las principales restricciones de las conceptualizaciones en términos de Tecnologías para la Inclusión Social.

Desde esta perspectiva, las Tecnologías para la Inclusión Social se vinculan a la generación de capacidades de resolución de problemas sistémicos, antes que a la resolución de déficits puntuales. Superan las limitaciones de concepciones lineales en términos de “transferencia y difusión” mediante la percepción de dinámicas de integración en sistemas socio-técnicos y procesos de re-significación de tecnologías. Apuntan a la generación de dinámicas locales de producción, cambio tecnológico e innovación socio-técnicamente adecuadas.

Abordar la cuestión del desarrollo de Tecnologías para la Inclusión Social de esta manera implica constituir la resolución de los problemas vinculados a la pobreza y la exclusión en un desafío científico-técnico. De hecho, el desarrollo local de Tecnologías para la Inclusión Social conocimiento-intensivas podría generar utilidad social de los conocimientos científicos y tecnológicos localmente producidos, hasta hoy subutilizados (Thomas, 2001; Kreimer y Thomas, 2002 a y b).

Obviamente, no se trata de acumular un stock de Tecnologías para la Inclusión Social, que aguarde a ser demandado por un usuario potencial. Los modelos S&T Push, ofertistas, son tan poco eficientes en el campo de las Tecnologías para la Inclusión Social como en el de la innovación “neo-schumpeteriana”. Dado que la adecuación socio-técnica de las Tecnologías para la Inclusión Social constituye una relación problema-solución no lineal, será necesario desarrollar nuevas capacidades estratégicas (de “diagnóstico”, planificación, diseño, implementación, gestión y evaluación).

¿Cómo generar nuevas dinámicas tecno-productivas locales basadas en Tecnologías para la Inclusión Social?

### **...a las soluciones en el plano socio-económico:**

El desarrollo de Tecnologías para la Inclusión Social puede implicar obvias ventajas económicas: empleo, integración en sistemas de servicios, ampliación de los espacios económicos. De hecho, múltiples tecnologías “apropiadas” ya han producido bienes de uso que resolvieron, con mayor o menor suerte, diferentes problemas tecno-productivos puntuales.

No es, en cambio, tan obvio que concebir Tecnologías para la Inclusión Social -incorporando la dimensión de bienes de cambio- supone nuevas posibilidades y oportunidades, tanto en términos económicos como productivos.

La diferenciación de productos, la adecuación y mejora de procesos productivos, el desarrollo de nuevas formas de organización, la incorporación de valor agregado, la intensificación del contenido cognitivo de productos y procesos son cuestiones clave tanto para concebir un cambio del perfil productivo de las economías en desarrollo como para generar una mejora estructural de las condiciones de vida de la población (mejoras en productos y servicios, calidad y cantidad de empleos, mejoras en el nivel de ingresos, incorporación al mercado de trabajo e integración social de sectores marginalizados, y aún, rescate de las culturas locales e identidades grupales y étnicas). Una diversidad de tecnologías que posibiliten tanto accesibilidad como ahorros sociales en sistemas de salud, alimentación, transporte, vivienda, etc., pueden vincularse con la generación de precios de referencia y reducción de costos de logística, infraestructura y servicios. La adecuación de las Tecnologías para la Inclusión Social localmente generadas a las situaciones de uso y su compatibilidad con los sistemas preexistentes, implica también un potencial de expansión en terceros mercados de países en vías de desarrollo o, aún, desarrollados.

El tratamiento de las Tecnologías para la Inclusión Social con herramientas correspondientes a los campos de la economía del cambio tecnológico y la sociología de la tecnología posibilita la aplicación de un nuevo arsenal de conceptos: relaciones usuario-productor, procesos de aprendizaje, dinámicas co-evolutivas, trayectorias tecnológicas y tecno-económicas, sistemas locales de innovación, etc. sobre los procesos de concepción e implementación. Así, es posible conectar –tanto en el plano teórico como en el político-económico- las experiencias de Tecnologías para la Inclusión Social con contextos socio-económicos e institucionales innovativos. Obviamente, como en el caso de las tecnologías convencionales, ni los abordajes “vinculacionistas” (Thomas y Dagnino, 2005) ni modelos Demand Pull resultan adecuados para el desarrollo de Tecnologías para la Inclusión Social.

Lejos de la estática invención de una solución “apropiada”, el desarrollo de Tecnologías para la Inclusión Social puede implicar la gestación de dinámicas locales de innovación, la apertura de nuevas líneas de productos, de nuevas empresas productivas, de nuevas formas de organización de la producción y de nuevas oportunidades de acumulación (tanto en el

mercado interno como en el exterior), así como la generación de redes de usuarios intermedios y proveedores.

Tal enfoque abre, además, nuevas perspectivas para la financiación del diseño y desarrollo de Tecnologías para la Inclusión Social, hasta ahora prácticamente restringidas a la obtención de subsidios.

Pero, ¿Cómo planificar y gestionar estas nuevas dinámicas socio-económicas?

### **...a las soluciones en el plano político-institucional:**

Una multiplicidad de problemas socio-políticos pueden ser abordada desde la perspectiva de las Tecnologías para la Inclusión Social. La realización de experiencias basadas en estas Tecnologías supone también obvias ventajas políticas: resolución de problemas de inclusión, selección de objetivos y beneficiarios, legitimación y visibilidad del accionar gubernamental. Al incorporar la dimensión organizacional, el uso de nuevas Tecnologías para la Inclusión Social puede extenderse al tratamiento de otros problemas, tales como prevención y seguridad, acceso a derechos y bienes culturales. La generación de nuevas formas de gestión adecuadas al diseño, producción, implementación y evaluación de Tecnologías para la Inclusión Social implica no sólo la acumulación de aprendizajes en el plano de la política pública y la acción del estado, sino también la habilitación de nuevos canales de decisión y concepción de estrategias de intervención. Las áreas prioritarias de alimentación, salud, vivienda y energía constituyen sectores clave tanto para las políticas públicas como para las estrategias de desarrollo local y regional.

Esta dinámica puede abrir una nueva posibilidad de profundización de las relaciones democráticas: la incorporación de los usuarios-beneficiarios en las decisiones tecnológicas. Así, la inclusión de los usuarios-beneficiarios en los procesos de diseño y producción de Tecnologías para la Inclusión Social genera la posibilidad de desarrollar una nueva dimensión de las sociedades democráticas: la ciudadanía socio-técnica.

### **...al desafío cognitivo:**

El desarrollo que cada uno de estos niveles de relación problema-solución implica un desafío en términos cognitivos. Para la generación de nuevos conceptos resulta tan imprescindible utilizar nuevas herramientas conceptuales como aprender de las propias experiencias desarrolladas en la región, porque:

- muestran la concreta condición de posibilidad local, y
- responden a problemáticas socio-históricamente situadas.

Lejos de la mera especulación deductiva, estas experiencias son portadoras de la respuesta a preguntas estratégicas:

- ¿cómo diseñar e implementar soluciones tecnológicas para problemas sociales adecuadas a los contextos locales?
- ¿cómo minimizar los riesgos de disfunciones y efectos no deseados?
- ¿cómo articular las Tecnologías para la Inclusión Social con las dinámicas locales de empleo y mercado?
- ¿cuáles son las capacidades localmente disponibles para desarrollar Tecnologías para la Inclusión Social?
- ¿cómo incorporar activamente a los usuarios-beneficiarios finales (movimientos sociales, ONGs, cooperativas populares, organizaciones de base) en los procesos de diseño e implementación?
- ¿cómo el sistema científico y tecnológico local puede aportar soluciones a problemas sociales? ¿cómo integrar los recursos humanos científicos y tecnológicos altamente calificados disponibles en la generación de innovaciones en Tecnologías para la Inclusión Social?
- ¿cómo gestionar y evaluar programas de Tecnologías para la Inclusión Social?
- ¿cómo generar nuevas estrategias de desarrollo basadas en Tecnologías para la Inclusión Social?

## 6. Abordaje teórico-conceptual

Una primera respuesta al problema cognitivo es la generación de un marco analítico-conceptual adecuado al objeto de reflexión: las Tecnologías para la Inclusión Social.

La integración de conceptos teóricos provenientes de diferentes enfoques disciplinarios (sociología de la tecnología, economía del cambio tecnológico, historia de la ciencia, sociología del conocimiento científico, análisis político, filosofía de la tecnología) provee una serie de herramientas analíticas útiles para el desarrollo de una nueva mirada sobre las Tecnologías para la Inclusión Social (Dagnino et alii, 2004, Thomas y Fressoli, 2009):

- **análisis socio-técnico:** dinámica de grupos de investigación (Shinn, 1982; Latour, 1989); redes tecno-económicas (Callon, 1992); grupos sociales relevantes y flexibilidad interpretativa (Collins, 1985; Pinch y Bijker, 1987); marco tecnológico, ensamble socio-técnico, política de la investigación científica y tecnológica (Bijker, 1995); construcción social de

funcionamiento, dinámicas y trayectorias socio-técnicas (Thomas, 1999 y 2001); procesos de coconstrucción (Vercelli y Thomas, 2007); adecuación socio-técnica (Dagnino et alii., 2004; Thomas, 1999 y 2008 a y b);

- **análisis crítico de la tecnología:** dialéctica de la tecnología (Feenberg, 2002); crítica a la neutralidad y el determinismo (Dagnino, 2008); contexto de implicación (Tula Molina y Giuliano, 2007);

- **análisis de política:** procesos de toma de decisiones, procesos de conformación e implementación de agendas, modelos organizacionales, modos de integración de actores externos al proceso decisorio (Knorr-Cetina, 1981; Hogwood y Gunn, 1984; Ham y Hill, 1993; Elzinga y Jamison, 1996);

- **economía del cambio tecnológico:** trayectorias tecno-económicas (Freeman, 1987), trayectorias tecnológicas (Dosi, 1988), procesos de aprendizaje (Arrow, 1962; Rosenberg, 1982; Lundvall, 1992), relaciones usuario-productor (Von Hippel, 1976), sistemas nacionales y locales de innovación (Nelson, 1988; Lundvall, 1992; Amable et alii., 1997; Freeman, 1998); learning society (Christensen y Lundvall, 2004).

La adopción de un abordaje socio-técnico constructivista como matriz conceptual del abordaje constituye una operación clave para captar la multidimensionalidad del objeto de análisis.

Desde esta perspectiva, no es posible considerar a los artefactos y sistemas como meros derivados de la evolución tecnológica (determinismo tecnológico) o simples consecuencias de los cambios económicos, políticos o culturales (determinismo social), sino como resultados de la dinámica de procesos de constitución de “ensambles sociotécnicos” (Bijker, 1995).

Una serie de conceptos se ha mostrado particularmente adecuada para el análisis de los procesos de diseño, producción, implementación y gestión de Tecnologías para la Inclusión Social (Thomas, 2008 a y b):

- **procesos de co-construcción de actores y artefactos:** la sociedad es tecnológicamente construida, así como la tecnología es socialmente conformada. Tanto la configuración material como el propio funcionamiento de un artefacto se construyen como derivación contingente de las disputas, presiones, resistencias, negociaciones, controversias y convergencias que van conformando el ensamble heterogéneo entre actores, conocimientos y artefactos materiales (Pinch y Bijker, 1987; Thomas y Fressoli, 2009; Vercelli y Thomas, 2007).

Las dinámicas de innovación y cambio tecnológico son procesos de co-construcción socio-técnica. Alteraciones en alguno de los elementos

heterogéneos constitutivos de un ensamble socio-técnico generan cambios tanto en el sentido y funcionamiento de una tecnología como en las relaciones sociales vinculadas.

➤ **dinámica socio-técnica:** conjunto de patrones de interacción de tecnologías, instituciones, políticas, racionalidades y formas de constitución ideológica de los actores (Thomas, 1999).

Este concepto sistémico sincrónico permite insertar en un mapa de interacciones, una forma determinada de cambio socio-técnico, por ejemplo, un proyecto de Tecnología para la Inclusión Social, una serie de artefactos, una trayectoria socio-técnica, la construcción e interpretación de una forma de relaciones problema-solución. Incluye un conjunto de relaciones tecno-económicas y socio-políticas vinculadas al cambio tecnológico, en el nivel de análisis de un ensamble socio-técnico (Wiebe Bijker), un gran sistema tecnológico (Thomas Hughes), una red tecno-económica (Michel Callon) o, un sistema nacional o local de innovación y producción (Bengt-Åke Lundvall, Christopher Freeman).

➤ **trayectoria socio-técnica:** proceso de co-construcción de productos, procesos productivos y organizaciones, instituciones, relaciones usuario-productor, relaciones problema-solución, procesos de construcción de “funcionamiento” y “utilidad” de una tecnología, racionalidades, políticas y estrategias de un actor (ONG, institución de I+D, universidad, etc.), o, asimismo, de un marco tecnológico (Bijker, 1995) determinado (tecnología nuclear, siderurgia, etc.) (Thomas, 1999, 2008 a; Thomas, Versino y Lalouf, 2008).

Este concepto –de naturaleza eminentemente diacrónica- permite ordenar relaciones causales entre elementos heterogéneos en secuencias temporales, tomando como punto de partida un elemento socio-técnico en particular (por ejemplo, una tecnología social - artefacto, proceso, organización determinada-, una empresa, un grupo de I+D).

Las dinámicas socio-técnicas son más abarcativas que las trayectorias: toda trayectoria socio-técnica se desenvuelve en el seno de una o diversas dinámicas socio-técnicas y resulta incomprensible fuera de ellas.

➤ **configuración socio-técnica:** articulación histórico-social local resultante de la coexistencia de diferentes marcos tecnológicos (no necesariamente complementarios y hasta contradictorios) (Santos, 2010; Santos et al. 2010; Thomas et al., 2006)<sup>8</sup>

<sup>8</sup> Una configuración socio-técnica es una unidad de análisis menor que un ensamble socio-técnico (para mayores detalles sobre este concepto, ver Bijker, 1995). Resulta particularmente pertinente para el análisis de

Porque, lejos de un movimiento de sustitución paradigmática, normalmente se desarrollan y utilizan diferentes tecnologías al mismo tiempo en un territorio determinado.

El concepto permite insertar una forma determinada de cambio socio-técnico (una serie de procedimientos, una relación problema-solución, una tecnología, un marco tecnológico) en un mapa de interacciones y tensiones. En el marco de estas configuraciones socio-técnicas es posible situar, entonces, diversos patrones de adopción de tecnologías, grupos sociales relevantes, relaciones problema-solución, formas de constitución ideológica de los actores y procesos de construcción de funcionamiento/no-funcionamiento de las diferentes tecnologías implicadas.

En este sentido, el concepto de configuración socio-técnica permite, en el presente caso, describir con mayor precisión los diversos procesos socio-técnicos de producción de bienes y servicios que se construyeron y reconstruyeron en períodos de larga duración en una sociedad dada. Y posibilita, aún, desconstruir el carácter identitario del “artefacto” en los diferentes sentidos asignados por diversos grupos sociales relevantes (Pinch y Bijker, 1987).

➤ **estilo socio-técnico:** forma relativamente estabilizada de producir tecnología y de construir su “funcionamiento” y “utilidad”. En tanto herramienta heurística, permite realizar descripciones enmarcadas en la concepción constructivista de las trayectorias y dinámicas socio-técnicas. Supone complejos procesos de adecuación de respuestas tecnológicas a concretas y particulares articulaciones socio-técnicas históricamente

Un estilo socio-técnico –de un grupo o comunidad determinada- se conforma en el interjuego de elementos heterogéneos: relaciones usuario-productor, sistema de premios y castigos, distribución de prestigio, condiciones geográficas, experiencias históricas regionales y nacionales, etc.

➤ **resignificación de tecnologías:** operación de reutilización creativa de tecnologías previamente disponibles. Las operaciones de resignificación de tecnología no son meras alteraciones “mecánicas” de una tecnología, sino una reasignación de sentido de esa tecnología y de su

fenómenos locales, así como para diferenciar fases en la trayectoria de artefactos y sistemas tecnológicos. En el marco de una configuración socio-técnicas local pueden coexistir diferentes marcos tecnológicos, así como en una formación económico-social pueden coexistir diferentes modos de producción (Luporini y Sereni, 1973).

medio de aplicación (Thomas, 1999, 2008 a y b; Thomas, Versino y Lalouf, 2008).

Resignificar tecnologías es refuncionalizar conocimientos, artefactos y sistemas. El conocimiento requerido es –en muchos casos– de la misma índole que el que exige, por ejemplo, la fabricación de la maquinaria original, y es similar en sus condiciones y características a la actividad de diseño básico. Las operaciones de resignificación de tecnología se sitúan en la interfase entre las acciones sociales de desarrollo tecnológico y las trayectorias tecnológicas de concretos grupos sociales, en el “tejido sin costuras” de la dinámica socio-técnica.

El diseño y desarrollo de Tecnologías para la Inclusión Social suele caracterizarse por una intensiva aplicación de operaciones de resignificación de tecnología.

➤ **proceso de transducción:** proceso auto-organizado de generación de entidad y sentido que aparece cuando un elemento (idea, concepto, artefacto, herramienta, sistema técnico) es trasladado de un contexto sistémico a otro (Thomas, 1999; Thomas y Dagnino, 2005). La inserción de un mismo significante (por ejemplo, una tecnología social) en un nuevo sistema (ensamble socio-técnico, sistema local de producción, formación histórico-social, configuración socio-técnica) genera la aparición de nuevos sentidos (funciones, disfuncionalidades, efectos no deseados, etc.).

Estos nuevos sentidos no aparecen simplemente por la agencia que los diferentes actores ejercen sobre el significante, sino en virtud de la resignificación generada por el particular efecto “sintáctico” de la inserción del significante en otra dinámica sociotécnica.

➤ **relaciones problema-solución:** los “problemas” y las relaciones de correspondencia “problema-solución” constituyen construcciones socio-técnicas (Bijker, 1995; Thomas, 2008 a). En los procesos de co-construcción socio-técnica de las Tecnologías para la Inclusión Social, la participación relativa del accionar problema-solución alcanza tal carácter dominante que condiciona el conjunto de prácticas socio-institucionales y, en particular, las dinámicas de aprendizaje y la generación de instrumentos organizacionales.

El conocimiento generado en estos procesos problema-solución es en parte codificado y en parte tácito (sólo parcialmente explicitado: signado por prácticas cotidianas, desarrollado en el marco del proceso de toma de decisiones).

➤ **funcionamiento:** el “funcionamiento” o “no-funcionamiento” de un artefacto es resultado de un proceso de construcción socio-técnica en el que intervienen, normalmente de forma auto-organizada, elementos heterogéneos: condiciones materiales, sistemas, conocimientos, regulaciones, financiamiento, prestaciones, etc. (Thomas, 2008 a).

El “funcionamiento” de los artefactos no es algo dado, “intrínseco a las características del artefacto”, sino que es una contingencia que se construye social, tecnológica y culturalmente. Supone complejos procesos de adecuación de respuestas/soluciones tecnológicas a concretas y particulares articulaciones socio-técnicas históricamente situadas (Bijker, 1995).

Así, el “funcionamiento” o “no-funcionamiento” de los artefactos debe ser analizado simétricamente. El “funcionamiento” de una máquina no debe ser considerado como el explanans sino como el explanandum.

El “funcionamiento” de un artefacto socio-técnico es un proceso de construcción continua, que se despliega desde el mismo inicio de su concepción y diseño. Aún después de cierto grado de “estabilización”, se continúan realizando ajustes y modificaciones que construyen nuevas y diversas formas de “funcionamiento”

➤ **adecuación socio-técnica:** proceso auto-organizado e interactivo de integración de un conocimiento, artefacto o sistema tecnológico en una dinámica o trayectoria sociotécnica, socio-históricamente situada. Estos procesos integran diferentes fenómenos socio-técnicos: relaciones-problema-solución, dinámicas de co-construcción, path dependence, resignificación, estilos tecnológicos (Thomas, 2008 a y b, Thomas y Fressoli, 2009).

Los procesos de producción y de construcción social de la utilidad y el funcionamiento de las tecnologías constituyen dos caras de una misma moneda de la adecuación sociotécnica: la utilidad de un artefacto o conocimiento tecnológico no es una instancia que se encuentra al final de una cadena de prácticas sociales diferenciadas, sino que está presente tanto en el diseño de un artefacto como en los procesos de re-significación de las tecnologías en los que participan diferentes grupos sociales relevantes (usuarios, beneficiarios, funcionarios públicos, integrantes de ONGs, ...).

Así, el funcionamiento / no-funcionamiento de una Tecnología para la Inclusión Social deviene del sentido construido en estos procesos auto-organizados de adecuación / inadecuación socio-técnica.

El concepto “adecuación socio-técnica” sustituye con ventaja a conceptualizaciones descriptivas estáticas en términos de “adaptación al entorno” o “contextualización”. Resulta clave para la superación de proble-



mas teóricos tanto en el análisis como en el diseño e implementación de Tecnologías para la Inclusión Social.

➤ **alianza socio-técnica:** coalición de elementos heterogéneos implicados en el proceso de construcción de funcionamiento / no funcionamiento de una tecnología.

Las alianzas constituyen, en este sentido, movimientos de alineamiento y coordinación (Callon, 1992) de artefactos, ideologías, regulaciones, conocimientos, instituciones, actores sociales, recursos económicos, condiciones ambientales, materiales, etc. que viabilizan o impiden la estabilización de la adecuación socio-técnica de una tecnología y la asignación de sentido de funcionamiento (Maclaine Pont y Thomas, 2007; Thomas y Fressoli, 2011).

Las alianzas socio-técnicas construyen el funcionamiento o no funcionamiento de una tecnología. No siempre se trata de coaliciones auto-organizadas; de hecho, en algunos casos son pasibles de planificación (como las coaliciones políticas). De allí la relevancia del concepto para la concepción e implementación de estrategias de desarrollo basadas en Tecnologías para la Inclusión Social.

## 7. Derivaciones teórico-conceptuales

La simple adopción de estas herramientas analíticas implica la aparición de una serie de derivaciones teórico-metodológicas directamente referidas a las formas de concebir e implementar las Tecnologías para la Inclusión Social, y superar algunas de las restricciones y contradicciones anteriormente enunciadas:

- **Tecnologías para la Inclusión Social (orientadas a la resolución de problemas sociales y ambientales) socio-técnicamente adecuadas**

El abordaje socio-técnico provee una serie de criterios generales para el diseño, producción, implementación y evaluación de tecnologías para la Inclusión Social. El criterio principal, en principio, es el de “adecuación socio-técnica”. No existen tecnologías para la inclusión social de validez universal. Difícilmente tal proceso de adecuación se genere de una sola vez, y para siempre. De hecho, todas las tecnologías son objeto de procesos de testeo, transformación y ajuste a condiciones de uso y contexto. La utilidad de las Tecnologías para la Inclusión Social es socio-técnicamente construida.

- **Procesos de co-construcción de artefactos y sociedades**

Es ineludible tener en cuenta que las trayectorias de desarrollo e implementación de Tecnologías para la Inclusión Social implican, al mismo tiempo, cambios en los grupos sociales relevantes vinculados (productores, usuarios, diseñadores, policy makers, etc.) así como en los contextos regulatorios y sus significados. Ninguna tecnología funciona fuera de una configuración socio-técnica, históricamente situada.

- **Necesidad de tratamiento simétrico (todas las tecnologías son sociales)**

Considerar a las Tecnologías para la Inclusión Social (orientadas a la resolución de problemas sociales y ambientales) como tecnologías simétricas a las convencionales (orientadas a la obtención de lucro) supone el aprovechamiento de una diversidad de conceptos, estudios y experiencias previas de construcción de funcionamiento. Permite, además, incorporar dimensiones de mercado (relaciones de intercambio, comerciales, de precios, de generación y obtención de lucro) en los análisis y evaluaciones (y evitar supuestos ingenuos, como observamos en el caso de los biodigestores comunitarios en la India)

- **Todas las sociedades son tecnológicas (tecnologías y culturas)**

Un aspecto central de la noción de simetría se expresa en la consideración de toda cultura como tecnológica y de toda tecnología como expresión cultural. La inclusión de las culturas locales de los usuarios finales es absolutamente relevante en la dinámica de construcción de funcionamiento de las Tecnologías para la Inclusión Social (a diferencia de muchas tecnologías orientadas por el lucro, que adecuan –a una fracción de– la población local a los parámetros de funcionamiento de artefactos y sistemas). Esto no implica restringir las posibilidades de desarrollo tecnológico a los estándares de la cultura del grupo beneficiario, sino registrar el potencial aprovechamiento de los conocimientos locales (codificados y tácitos), en combinación con otros conocimientos (codificados y tácitos) generados en terceras culturas.

- **Tecnologías para la Inclusión Social conocimiento-intensivas (intensidad de conocimientos científico-técnicos, intensidad de conocimientos culturales y sociales)**

En sentido estricto, todas las tecnologías son conocimiento-intensivas. En algunos casos, intensivas en conocimientos científicos y tecnológico; en otros, tácitos y consuetudinarios; en otros, estéticos y normativos. La percepción de los artefactos como “híbridos de tecnología y cultura” puede ser una imagen particularmente útil a la hora de diseñar Tecnologías para la Inclusión Social.

- **Transferencia y difusión vs. procesos de transducción**

La adopción del concepto de “transducción” permite criticar las nociones lineales, estáticas y mecánicas de “transferencia” y “difusión”, normalmente utilizadas en el campo de las Tecnologías para la Inclusión Social como acciones deseables. Como se explicita en el concepto de re-aplicación, utilizado por la Rede de Tecnología Social de Brasil, cada proceso de implementación local de una tecnología implica nuevas acciones de desarrollo tecnológico, nuevas operaciones cognitivas, nuevas relaciones usuarioproductor. La aplicación del concepto “transducción” en el análisis de dinámicas de desarrollo e implementación de Tecnologías para la Inclusión Social puede permitir una reducción de efectos no deseados, y, en última instancia, de la tasa de desarrollos considerados “fracasos”.

- **Mecanismos de resolución de la tensión universal-local**

Precisamente la eliminación de los conceptos de “transferencia” y “difusión” permite superar la falsa contradicción entre diseño universal de las tecnologías y aplicaciones locales. Al mismo tiempo, posibilita dejar de lado la idea de que tecnologías “bien concebidas” en términos técnicos universales presentan problemas locales de implementación y gestión. Si la distinción universal/local es absurda en las tecnologías convencionales (todas las innovaciones son locales, planteó Freeman hace más de 20 años), cuánto más lo será en el territorio de las Tecnologías para la Inclusión Social (donde no es posible registrar mercados globales, ni situaciones isomórficas en diferentes sociedades).

- **Adaptación vs. procesos de resignificación de tecnologías**

La noción de “adaptación” –comúnmente utilizada en los textos de tecnología apropiada- también presenta problemas. En principio, porque comparte con las de transferencia y difusión la idea determinista tecnológica de la unicidad del artefacto, no importa en qué sistema de relaciones socio-técnicas éste se inserte. Por otro lado, porque supone una secuencia de diseño original y adaptación a algunas variables discretas correspondientes a la situación local (como si esto fuera suficiente para construir el funcionamiento de un artefacto). La noción de resignificación de tecnologías parece más adecuada para dar cuenta del complejo proceso de reasignación de sentidos de los artefactos tecnológicos, en el marco de dinámicas locales de construcción de funcionamiento, y co-construcción de las interacciones entre usuarios y artefactos.

- **Tecnologías para la Inclusión Social y dinámicas locales de cambio tecnológico**

Las Tecnologías para la Inclusión Social no funcionan simplemente porque resuelven un problema puntual, sino porque consiguen insertarse como causas eficientes en la generación de procesos de cambio tecnológico y social. Es la adecuación socio-técnica de las tecnologías convencionales lo que permite que sean aceptadas, utilizadas, compatibilizadas y apropiadas por los usuarios. Las Tecnologías para la Inclusión Social suponen un grado más en esta construcción de funcionamiento: son concebidas para participar activamente en procesos de cambio socio-político, socio-económico y socio-cultural. Constituyen una base material de afirmaciones y sanciones destinada a promover el desarrollo socio-económico y sustentar procesos de democratización.

- **Resolución de déficits puntuales vs. resolución de problemas complejos**

Un abordaje en términos socio-técnicos tiende a focalizar las relaciones problema/solución como un complejo proceso de co-construcción. Esto configura, en la práctica, una visión sistémica, donde difícilmente exista una solución puntual para un problema puntual. Por el contrario, esta visión sistémica posibilita la aparición de una nueva forma de concebir soluciones socio-técnicas (en combinatorias complejas). Ajustando el

concepto, tal vez sería conveniente denominar provisionalmente esta forma de desarrollar, producir e implementar Tecnologías para la Inclusión Social como “Sistemas Tecnológicos Sociales”.

### 8. Sistemas Tecnológicos Sociales como componentes clave de estrategias de inclusión y desarrollo

Desde una perspectiva socio-técnica, las Tecnologías para la Inclusión Social se vinculan a la generación de capacidades de resolución de problemas sistémicos, antes que a la resolución de déficits puntuales. A la generación de dinámicas locales de producción, cambio tecnológico e innovación socio-técnicamente adecuadas. A la alteración crítica de las configuraciones socio-técnicas existentes.

Parece conveniente comenzar a concebir nuevas Tecnologías para la Inclusión Social en términos de “Sistemas Tecnológicos Sociales”, antes que como tecnologías de intervención puntual. Nuevos modos de desarrollar e implementar sistemas sociotécnicos heterogéneos (de producto, proceso y organización) focalizados en la generación de dinámicas de inclusión social y económica, democratización y desarrollo sustentable (Thomas, 2010).

Al abordar las relaciones problema/solución en términos socio-técnicos como un complejo proceso de co-construcción, se configura, en la práctica, una visión sistémica, donde difícilmente exista una solución puntual para un problema puntual. Por el contrario, esta visión sistémica posibilita la aparición de una nueva forma de concebir soluciones socio-técnicas (combinando, por ejemplo, la resolución de un déficit de energía con la gestación de una cadena de frío, vinculada a su vez a un sistema de conservación de alimentos y la potencial comercialización del excedente).

Y, por derivación, un cambio en la visión estratégica que implique tanto gestar nuevas formas de concebir soluciones socio-técnicas, como de diseñar dinámicas de inclusión en procesos de resignificación de tecnologías y construcción de funcionamiento / nofuncionamiento

Porque no es suficiente con construir el funcionamiento de Tecnologías para la Inclusión Social. También es necesario que la alianza socio-técnica que sostiene un Sistema Tecnológico Social (incluyente, sostenible, pública) consiga simultáneamente construir el no-funcionamiento de las tecnologías rivales (excluyentes, riesgosas, propietarias)

Todo sistema tecnológico se afirma interactuando solidariamente con otros sistemas, desplegando ventajas de inclusión en los marcos tecnológicos, economías de escala, compatibilidad y retroalimentación. El

desarrollo de Sistemas Tecnológicos Sociales en alianzas socio-técnicas heterogéneas puede implicar obvias ventajas económicas: inclusión, trabajo, integración en sistemas de servicios. De hecho, múltiples tecnologías “apropiadas” –concebidas linealmente- ya consiguieron producir bienes de uso que resolvieron, con mayor o menor suerte, diferentes problemas tecno-productivos puntuales.

Y no se trata simplemente de Sistemas Tecnológicos singulares. Una estrategia de desarrollo debe articular una diversidad de Sistemas Tecnológicos Sociales. Los cambios en las estructuras de costos sociales y ambientales en sistemas de salud, alimentación, transporte, vivienda, etc., pueden vincularse con la generación de precios de referencia y reducción de costos de coordinación, logística, infraestructura y servicios.

### 9. Comparación tecnologías apropiadas / sistemas tecnológicos sociales

Tal vez un ejercicio de comparación entre tecnologías apropiadas (de concepción lineal) y sistemas tecnológicos sociales –en los planos socio-cognitivo, socio-económico y socio-político- permita comprender con mayor claridad el alcance de estas derivaciones del abordaje teórico-conceptual.

Comparación en el plano socio-cognitivo		
	Tecnologías apropiadas	Sistemas Tecnológicos Sociales
Concepción básica	Stock de tecnologías Tecnologías singulares	Producciones <i>ad hoc</i> Ensamblajes socio-técnicos
Construcción del problema social	Proceso exógeno Conocimiento experto	Proceso endógeno Múltiples saberes
Relación problema – solución	Unívoca Lineal Singular Monovariable	Flexibilidad interpretativa No lineal Plural Sistémica
Diseño de la tecnología	Exógeno Técnico Centrado en el artefacto	Endógeno Socio-técnico Centrado en la dinámica socio-técnica
Proceso de concepción y construcción	Transferencia y difusión Adaptación a condiciones locales	Co-construcción
Conocimientos implicados	Homogéneos Experticie Predominio de conocimientos de ingeniería	Heterogéneos Conocimientos codificados y tácitos Transdisciplinar

Comparación en el plano socio-económico		
	Tecnologías apropiadas	Adecuación socio-técnica
<b>Modelo de acumulación implícito</b>	Economía de dos sectores Diferenciación social	Integración económica Inclusión social
<b>Carácter de los bienes generados</b>	Bienes de uso	Bienes de uso / Bienes de cambio
<b>Innovación de producto</b>	Indiferente	Diferenciación de producto
<b>Innovación de proceso</b>	De aplicación local	Uso potencial generalizable
<b>Innovación de organización</b>	No contemplada	Integrada al diseño Redes tecno-económicas
<b>Evaluación</b>	Impacto	Funcionamiento
<b>Eficiencia</b>	Baja eficiencia tolerable Monovariable	Alta eficiencia Multivariable
<b>Escala y alcance (Scope)</b>	Pequeña escala Familiar / Comunitaria	Acorde a adecuación Familiar / Comunitaria / Local / Regional / Nacional
<b>Costos operativos</b>	Bajos Cálculo unitario	Condicionados a la escala y alcance Cálculo sistémico
<b>Adecuación a recursos materiales</b>	Materias primas locales de bajo costo y/o libre disponibilidad	Aprovechamiento de ventajas comparativas Adecuación al alcance de las operaciones
<b>Consumismo tecnológico</b>	Indeseable Austeridad performada en el diseño	Derecho / Decisión del usuario-beneficiario

Comparación en el plano socio-político		
	Tecnologías apropiadas	Adecuación socio-técnica
<b>Tipo de intervención</b>	Asistencialista Paliativa	Dinamización Coordinación
<b>Racionalidad de la intervención</b>	Lógica asimétrica Tecnologías para pobres	Lógica simétrica Tecnologías para todos
<b>Decisión / Dominio local</b>	Paternalismo Dependencia del proveedor	Autonomía Independencia creciente
<b>Proceso de decisión</b>	Top-down Burocrático	Horizontal Colectivo
<b>Modelo política de CyT</b>	Ofertista – Lineal Racionalidad monolítica	Interactivo – No lineal Proceso flexible de alineamiento y coordinación crecientes
<b>Efecto social de la intervención</b>	Reproducción de la diferenciación social	Inclusión social Ciudadanía socio-técnica

## 10. Nuevos insumos para una definición de estrategias y políticas

Si bien es necesario desplegar una extensa serie de actividades de producción de conocimientos, parece posible derivar de los apartados anteriores una serie de insumos útiles para la definición de estrategias institucionales y el diseño de políticas públicas basadas en el desarrollo, la producción, la implementación, la gestión y la evaluación de Sistemas Tecnológicos Sociales.

### Producción de conocimiento:

- La inclusión social como desafío científico-técnico

Aún hoy la problemática de exclusión social no se ha integrado en la agenda pública de las políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación. Si bien es posible registrar algunas iniciativas puntuales, en algunas instituciones singulares, y algunos proyectos de I+D cuyos resultados podrían resultar aportes en términos de resolución parcial de problemas de salud, vivienda, energía, acceso a servicios, etc.

La focalización de los esfuerzos locales de I+D en los tópicos directamente vinculados con la generación de Sistemas Tecnológicos Sociales supondría oportunidades de desarrollo de nuevos conocimientos en vastos territorios de la producción científica y tecnológica: ingenierías, antropología, física, economía, farmacoquímica, arquitectura, ciencias sociales, biología, ciencias políticas, biomedicina, etc., así como la gestión de fértiles interjuegos transdisciplinarios.

Es más, permitiría la coordinación de un significativo número de esfuerzos que ya se están realizando en este sentido, pero que hasta hoy no han sido vinculados ni alineados por ninguna política pública, con los correspondientes costos en términos de deseconomías de escala, pérdida de efectos sinérgicos y solapamiento de los esfuerzos realizados.

Normalmente, se ha considerado que las Tecnologías para la Inclusión Social son más un territorio de “extensión” que de investigación y desarrollo. Y, por derivación, que la inserción de estas temáticas en la agenda de investigación científica y tecnológica implicaba serios riesgos para la carrera del investigador o tecnólogo. Y esto ha sido verdad en términos de tecnologías apropiadas o intermedias, que proponían la utilización y adaptación de tecnologías maduras o de bajo contenido cognitivo. Pero resulta falso en términos de Sistemas Tecnológicos Sociales.

- Desarrollo de Tecnologías para la Inclusión Social conocimiento-intensivas (conocimiento codificado y tácito)

Las tecnologías apropiadas se han caracterizado por sub-utilizar los conocimientos científicos y tecnológicos disponibles. Al mismo tiempo, muchas veces han subutilizado el conocimiento tácito y consuetudinario disponible. El desarrollo de Sistemas Tecnológicos Sociales, en cambio no implica límite alguno en términos de contenido científico y tecnológico de los artefactos y sistemas a generar.

La generación de funcionamiento de los Sistemas Tecnológicos Sociales demanda uso intensivo del conocimiento disponible que resulte pertinente al sistema a desarrollar. Lejos de un límite, constituye una oportunidad para la generación de nuevas tecnologías, nuevos sistemas operativos, nuevos conocimientos sociales, nuevos conocimientos científicos. Así como nuevas oportunidades de cooperación transdisciplinar, mezcla de tecnologías, diálogos transculturales.

- Ni modelos S&T Push ni modelos Demand Pull

Sería erróneo encarar semejante desafío como la construcción de una oferta de un stock de conocimientos, que esperasen pasivamente la demanda de los potenciales usuarios sociales. Tampoco sería funcional relevar un listado de demandas y necesidades, y proponer su satisfacción a actores e instituciones.

Como en el caso de la innovación convencional, directamente vinculada a la obtención de lucro, sólo la generación de dinámicas de interacción entre productores y usuarios de conocimientos (finales e intermedios: ONGs, cooperativas de base, organizaciones populares, divisiones del estado nacional, provincial y municipal, agencias gubernamentales, etc.) posibilitará la aparición de acumulaciones de aprendizajes por interacción, la gestación de redes de cooperación y la construcción de funcionamiento de las tecnologías diseñadas.

- La adecuación socio-técnica como relación problema-solución no lineal

Contrariamente a los abordajes lineales S&T Push y Demand Pull, la producción, implementación, gestión y evaluación de Sistemas Tecnológicos Sociales responde a una dinámica problema/solución no-lineal. El foco de

esta dinámica es la calidad de las interacciones.

El análisis de estas dinámicas supone, en la práctica, la posibilidad de renovar nuestra comprensión acerca de los procesos de innovación y cambio tecnológico, no solamente en el campo de las Tecnologías para la Inclusión Social, sino de las dinámicas de cambio socio-técnico en general.

- Desarrollo de capacidades de diseño estratégico

Dadas las características de los Sistemas Tecnológicos Sociales y sus procesos de construcción de funcionamiento socio-técnico, será necesario desarrollar nuevas capacidades, tanto en el plano del diseño estratégico de artefactos y sistemas, como del diseño de intervenciones sociales y políticas públicas; tanto en el plano de la orientación de proyectos de investigación y desarrollo como en la dirección de instituciones vinculadas a la producción de conocimientos científicos y tecnológicos.

- Utilidad social de los conocimientos científicos y tecnológicos localmente generados

El estado tiene una responsabilidad irrenunciable en la resolución de los problemas de exclusión social. E invierte crecientes porciones de su presupuesto en la formación de recursos humanos (que tienen dificultades de inserción en el mercado laboral) y la producción de conocimientos (que normalmente no son aprovechados por las empresas locales). Su sistema científico y tecnológico no puede mantenerse ajeno a esta responsabilidad sin pagar los costos políticos de deslegitimación y aislamiento social.

La inclusión de los Sistemas Tecnológicos Sociales –o de las Tecnologías para la Inclusión Social en general- en la agenda de las políticas de Ciencia, Tecnología, Innovación y Desarrollo supone un aporte fundamental para la visibilidad y la legitimación del gasto público en I+D. Como contrapartida, los grupos de investigación locales podrían producir conocimientos de calidad (en términos de investigación de excelencia, publicable en revistas de referencia) y relevantes (en términos de su inmediata aplicación en la resolución de los problemas más apremiantes de la población).

## Economía y producción:

- Sistemas Tecnológicos Sociales y producción de bienes comunes

En América Latina se verifica una paradoja del subdesarrollo: en tanto los países de la región no han desplegado el potencial de sus sistemas productivos, millones de personas se encuentran fuera de las relaciones de trabajo y generación de bienes y servicios, e impedidas de acceder a ellos

Los Sistemas Tecnológicos Sociales constituyen una forma legítima de habilitación del acceso público a bienes y servicios, a partir de la producción de bienes comunes. En este nivel, estos sistemas tecnológicos pueden desempeñar tres papeles fundamentales en una economía en desarrollo:

- generación de relaciones económico-productivas inclusivas, más allá de las restricciones (coyunturales y estructurales) de la economía de mercado
- acceso a bienes, más allá de las restricciones del salario de bolsillo
- generación de empleo, más allá de las restricciones de la demanda laboral del sector empresarial privado local

Los Sistemas Tecnológicos Sociales suponen diversas vías de generación y dinamización de sistemas productivos locales: nuevos productos y procesos, ampliaciones de escala, diversificación de la producción, complementación en redes tecno-productivas, integración de la producción (en diferentes escalas y territorios: local, regional, provincial, nacional).

- Sistemas Tecnológicos Sociales y mercados

Cuatro errores son comunes en la concepción de Tecnologías para la Inclusión Social en contextos capitalistas:

1) concebirlas fuera de las relaciones de intercambio, como si no fueran afectadas por procesos de formación de precios, como si formaran parte de una economía solidaria paralela, aislada del resto de las relaciones económico productivas.

2) concebirlas, al estilo de “la base de la pirámide” o algunas “social innovations” como procesos convencionales de búsqueda de formación de renta vía innovación tecnológica, como negocio para transnacionales o salvación para entrepreneurs locales

3) concebirlas como mecanismos destinados a salvar las fallas del sistema de distribución de renta, como parches tecnológicos a problemas sociales: servicios y alimentos baratos para población en situación de ex-

trema pobreza.

4) concebirlas como sistemas “mágicos” de distribución de la renta, como operadores automáticos de justicia social.

Ahora bien, es posible concebir procesos de cambio social donde los Sistemas Tecnológicos Sociales ocupan un espacio estratégico, tanto en términos de dar sustento a transiciones de puesta en producción, de cambio de hábitos de consumo, de integración paulatina, como en términos de generación de dinámicas endógenas de innovación y cambio tecnológico.

Esto no significa que los Sistemas Tecnológicos Sociales tiendan a reproducir – inexorablemente- las relaciones sociales capitalistas existentes. Un diseño estratégico de Sistemas Tecnológicos Sociales permitiría dar soporte material a procesos de cambio social, relaciones económicas solidarias, ampliación del carácter público y de libre disponibilidad de bienes y servicios, abaratamiento de costos, control de daños ambientales y disminución de riesgos tecnológicos, al tiempo que sancionaría relativamente (cuanto menos por su presencia como alternativa tecno-productiva) a procesos de discriminación y desintegración, acumulación excesiva, productos suntuarios, producciones ambientalmente no sustentables.

En otros términos, la generación de nuevos Sistemas Tecnológicos Sociales permitiría generar ciclos de inclusión social, precisamente donde las relaciones capitalistas de mercado impiden la gestación de procesos de integración, y consolidan dinámicas de exclusión social. Porque, precisamente por su carácter “misión orientada” (de reasignación de costos, racionalización de la producción, promoción de usos solidarios, distribución del control social de los sistemas productivos, resolución sistémica de problemas tecno-productivos), los Sistemas Tecnológicos Sociales pueden desempeñar un papel anticíclico en economías signadas por crisis recurrentes.

Sistemas Tecnológicos Sociales orientadas por criterios de inclusión social posibilitarían la construcción de sistemas socio-económicos más justos en términos de distribución de renta, y más participativos en términos de toma de decisiones colectivas. Lejos de una mera reproducción ampliada, la proliferación de Sistemas Tecnológicos Sociales permitiría dar sustentabilidad material a nuevos órdenes socio-económicos.

- Riesgo de gestación de economías de dos sectores

Precisamente en virtud de este potencial, es necesario evitar efectos de generación de economías de dos sectores, como normalmente se deriva

de la aplicación de tecnologías “apropiadas” o “intermedias”. La utilización de “tecnologías maduras”, configuradas en procesos de downsizing de tecnologías originalmente concebidas para la producción en serie de bienes orientados al mercado masivo normalmente ha tendido a generar economías de dos sectores (sectores semi-incluidos, economías de subsistencia, productores ineficientes y poco sustentables, tensiones impositivas y financieras).

Por eso, los nuevos Sistemas Tecnológicos Sociales deben ser conocimiento-intensivos: para responder al desafío de sustituir con ventaja las alternativas tecno-productivas convencionales orientadas por la obtención de lucro. Nuevas formas de producción, nuevos productos, nuevos sistemas organizacionales orientados tanto a la inclusión social de los productores como de los consumidores y usuarios. No sólo a paliar la situación de grupos desfavorecidos por la lógica interna de las “mejores prácticas” de las tecnologías “rent seeking”

Si estos nuevos Sistemas Tecnológicos Sociales no logran ser tan o más eficientes que las tecnologías convencionales, si no consiguen transformar el sentido común, y con él la noción misma de eficiencia, imponiéndose como solución a las ineficiencias sistémicas de las tecnologías orientadas por el lucro, sólo generarán –a mediano plazonuevas situaciones problemáticas de asimetría interna, exclusión social y desbalance económico (como ya ha ocurrido con muchas de las tecnologías apropiadas, intermedias, grassroots y social innovations).

- Diferenciación de productos y diversificación de procesos

La adecuación socio-técnica de productos y procesos constituye, en la práctica, un motor de generación de procesos de diferenciación de productos y diversificación de procesos. La respuesta socio-técnicamente adecuada a las concretas condiciones locales tiende a consolidar acumulativamente trayectorias diferenciales de diseño, explotación de potenciales locales (materiales, calificación de mano de obra, integración de contenidos culturales, utilización de materias primas, technology blending, etc.).

La adecuación a condiciones locales abre, de hecho, un potencial de re-aplicación en escenarios que respondan a condiciones similares. Las mismas acciones de re-aplicación tienden, a su vez, a la introducción de innovaciones incrementales de producto y proceso. Se abre así un abanico de posibilidades de desarrollo e innovación de Sistemas Tecnológicos Sociales, al mismo tiempo que se expanda su utilización en terceros esce-

narios –a nivel regional y nacional-.

La diversificación de productos supone, además, el potencial de adopción de los productos por parte de nuevos usuarios, así como la apertura de nuevos mercados (tanto internos como exteriores).

- Bienes de uso-Bienes de cambio

Es necesario incorporar en el diseño e implementación de programas de desarrollo basados en Tecnologías para la Inclusión Social la existencia de procesos de conversión de los bienes de uso en bienes de cambio. Esto permite anticipar efectos no deseados, evitar riesgos de tensión social y conflictividad, prevenir potenciales efectos de desintegración comunitaria, o de generación de situaciones de exclusión dentro de la población beneficiaria.

Al mismo tiempo, posibilita integrar la circulación de bienes y los mecanismos de financiación dentro del diseño estratégico de los programas, posibilitando la generación de nuevos recursos económicos y la aparición de mecanismos de re-inversión y crédito. Si bien algunas de las Tecnologías para la Inclusión Social pueden funcionar en relaciones no-de-mercado, esto no significa que la economía capitalista de mercado deja de existir, ni que deja de participar condicionando desde la viabilidad de las iniciativas hasta la subjetividad de los actores participantes. Es una verdadera ingenuidad pensar que la mera implementación de un Sistema Tecnológico Social aislado puede alterar un régimen económico o un modelo de acumulación.

- Usuarios finales – usuarios intermedios

Los diseños de tecnologías apropiadas normalmente se han basado en un par binario de productores y consumidores, cuando no en la creación de un sujeto único productorconsumidor (en estrategias de sostenimiento de economías de auto-consumo). Esta definición del alcance implica, en la práctica, la generación de redes cortas, unidas por vínculos poco densos y escasamente complejos.

Los sistemas tecno-productivos basados en Sistemas Tecnológicos Sociales deberían poder superar esta barrera de escala y alcance (scope), reconociendo la existencia de usuarios-productores intermedios, en redes productivas que incorporen un mayor grado de complejidad en la división técnica del trabajo.

Obviamente, esto implica un nuevo desafío: evitar que la división técnica del trabajo se transforme –vía división social del trabajo- en un mecanismo de generación de nuevas formas de desintegración y exclusión social. Si bien el temor a la aparición de estos efectos no deseados es pertinente, esto no debería implicar una inhibición taxativa, sino un criterio estratégico más a tener en cuenta en la concepción y diseño de los nuevos sistemas tecno-productivos.

- Financiación del diseño y desarrollo de Tecnologías para la Inclusión Social

Tal vez la única observación interesante del planteo “base de la pirámide” sea la que refiere a la existencia de un mercado sub-abastecido, constituido por el 80% de la población mundial, que se encuentra en condiciones de pobreza, pero que crece, en términos de consumo, a un ritmo calculado del 8% anual. Prahalad propone el interesamiento de las empresas transnacionales para la innovación en productos adaptados a los niveles de ingresos, microcréditos y demandas de esa población

Desde una perspectiva de dinamización de las capacidades tecno-productivas acumuladas y la gestación de dinámicas de desarrollo local, ese dato puede integrarse en una nueva línea argumental: la financiación de las Tecnologías para la Inclusión Social por parte del estado puede –y debe- ser considerada una inversión estratégica, orientada a promover la producción de nuevos productos y procesos, la dinamización de los sistemas locales de producción e innovación, la apertura de nuevos mercados, mediante la generación e implementación de tecnologías orientadas a la resolución de problemas sociales y ambientales, la satisfacción de necesidades básicas, la mejora de la calidad de vida y la inclusión social de los productores, usuarios y consumidores.

Un manejo estratégico de la financiación posibilitará la recirculación del capital invertido en Sistemas Tecnológicos Sociales, la administración de microcréditos, la disminución de los costos por unidad, o directamente, el carácter público de emprendimientos de producción de bienes y servicios gratuitos, ampliará el acceso a los productos.

Es posible –y económicamente viable- generar así un complejo sistema de relaciones de mercado y no-de mercado- que se integre en una dinámica de distribución equitativa de la renta, acceso igualitario a bienes y servicios e inclusión social.

Los Sistemas Tecnológicos Sociales no deben ser concebidos como

parches de las “fallas de mercado”, o de morigeración de los “efectos no deseados” de las economías de mercado. Tampoco como paliativo sintomático para los dolores sociales que genera el desarrollo capitalista. Ni como un gasto social orientado a direccionar “solidariamente” el derrame de los beneficios económicos acumulados por los sectores más dinámicos de las economías nacionales. Ni como una forma de acción social destinada a mantener piadosamente –en mínimas condiciones de subsistencia- a la masa de excluidos del mercado laboral. Sino como un componente clave en estrategias de desarrollo socio-económico y democratización política.

## Política y sociedad

- Desarrollo socioeconómico y Democracia

Las democracias latinoamericanas no han conseguido, durante los últimos 10 años, resolver los problemas de exclusión social de la región. Con altibajos, según países y regiones, el mapa de la pobreza y la exclusión continúa relativamente idéntico a sí mismo. De hecho, algunos de los problemas estructurales de América Latina se han tornado más acuciantes, frente al crecimiento de la población: disponibilidad de agua potable, acceso a servicios (transporte, energía, educación), distribución y calidad de los alimentos, violencia social, discriminación.

Las políticas sociales implementadas por los gobiernos de la región, pese a su intención de promover mayor integración de la población, han resultado hasta ahora insuficientes. Este fracaso ha problematizado, en algunos casos, su propia estabilidad y sus condiciones de gobernabilidad.

Resulta imperativo profundizar las democracias de la región, impulsando nuevas políticas de inclusión social y desarrollo económico. Sólo un cambio en la perspectiva de evaluación de los medios que pueden gestar tal escenario pueden generar una condición de viabilidad. Los Sistemas Tecnológicos Sociales parecen, en este sentido, una pieza clave de una estrategia de democratización.

- El riesgo político de la economía de dos sectores

Como ya se ha planteado en este trabajo en reiteradas oportunidades, la utilización de Tecnologías para la Inclusión Social como un paliativo de las situaciones de desigualdad sólo termina, paradójicamente, en la cristalización de la exclusión y la desintegración. Porque inexorablemente –y



precisamente en caso de tener éxito semejante perspectiva- sólo tiende a gestar estructuras socioeconómicas de dos sectores.

Es imprescindible considerar las estrategias de desarrollo basadas en Sistemas Tecnológicos Sociales como una política activa orientada a superar los problemas sociales y ambientales del conjunto de la población, de distribución más racional de los recursos, de producción de mejores bienes y servicios, de mejora de las condiciones de vida de todos los ciudadanos.

- La incorporación de las tecnologías de organización

Es fundamental incluir las tecnologías de organización en el campo de desarrollo de las Tecnologías para la Inclusión Social. Desde la optimización de las políticas públicas hasta la profundización y coordinación de las acciones de organizaciones gubernamentales y no-gubernamentales requiere una mejora en las tecnologías de organización utilizadas. Esto posibilitaría tanto la optimización del gasto público como la aceleración de los procesos de cambio social.

Tal vez el principal aporte del abordaje “social innovations” sea la consideración de las tecnologías de información y comunicación como una pieza clave en la concepción de nuevas tecnologías de organización. En particular, las estrategias públicas de desarrollo social aún presentan en la región un marcado déficit en la aplicación de este tipo de tecnologías.

Claro que, una vez más, no se trata de proponer la simple incorporación de programas y equipamientos informáticos como una solución a los problemas estructurales. Pero, tomando como ejemplo la experiencia del cambio socio-técnico en el agro argentino, es posible ver de qué diversos modos la integración de nuevas tecnologías de organización permitió alterar formas de producción, culturas sectoriales aparentemente cristalizadas, formas históricas de propiedad y patrones de acumulación. Si esto fue posible en el campo restringido de un sector de la economía, ¿qué podría ocurrir a escala nacional, en una estrategia multisectorial, de alcance general? ¿y qué podría ocurrir en términos territoriales municipales o regionales?

Lejos de la incidencia restringida de un biodigestor de consumo familiar, estos Sistemas Tecnológicos Sociales suponen un potencial de transformación hasta hoy no activado. Pero para que esto ocurra es necesario crear nuevas capacidades de planificación estratégica, nuevas visiones del potencial del estado como articulador de acciones públicas y orientador de

actividades privadas, nuevos papeles de la función pública y los gobiernos democráticos.

- La ampliación de la esfera pública y la producción de bienes comunes

Una de las tendencias más evidentes de las dinámicas socio-técnicas vinculadas con el desarrollo capitalista es la reducción del espacio público y la profundización de los procesos de apropiación privada de bienes, conocimientos y espacios. Esta apropiación es acompañada de nuevas tecnologías de control social y regulación de conductas de la población.

El ejemplo del desarrollo de Internet –concebida como un bien común, como un espacio público de libre circulación y acceso- puede ser tomado como una clara ilustración del papel que las tecnologías pueden desempeñar como elementos clave en procesos de creación y democratización de los espacios. Al mismo tiempo, las actuales tendencias de control empresarial sobre la propiedad intelectual y el libre acceso a bienes culturales muestran cómo la dinámica privatizadora se extiende sobre estos nuevos espacios.

Los Sistemas Tecnológicos Sociales suponen la posibilidad de una ampliación radical del espacio público. No se trata simplemente del espacio público entendido como plazas y parques, calles y ciudades, museos y reparticiones del estado, sino del acceso irrestricto a conocimientos, a bienes y servicios, a productos y medios de producción, a redes de comunicación, a nuevas formas de interrelación.

Porque la aplicación integrada de Sistemas Tecnológicos Sociales posibilita transformar en espacios públicos -en bienes comunes- amplios sectores de la economía, que en este momento se encuentran ya privatizados o en proceso de privatización: desde la circulación y disponibilización de información hasta el sistema de transportes, desde la producción de alimentos básicos hasta la distribución de medicamentos, desde la construcción de viviendas hasta la organización de programas educativos.

¿Y por qué es conveniente ampliar el espacio de lo público y la producción de bienes comunes? Porque es una de las formas más directas y eficientes de redistribuir la renta, de garantizar una ampliación de los derechos, de viabilizar el acceso a bienes y servicios, y, por lo tanto, de resolver situaciones de exclusión y democratizar una sociedad.

- La inclusión socio-técnica y la democratización de las decisiones tecnológicas

Hasta hoy, la tecnología ha sido manejada como una caja negra, como una esfera autónoma y neutral que determina su propio camino de desarrollo, generando inexorables efectos, constructivos o destructivos a su paso. Esta visión lineal, determinista e ingenua de la tecnología permanece aún vigente en la visión ideológica de muchos actores clave: de los políticos, los tomadores de decisión, los tecnólogos, científicos e ingenieros. Y también en el sentido común.

Lejos de un sendero único de progreso, existen diferentes vías de desarrollo tecnológico, diversas alternativas tecnológicas, distintas maneras de caracterizar un problema y de resolverlo.

Los Sistemas Tecnológicos Sociales proponen la generación de nuevas vías de construcción y de resolución de problemas socio-técnicos. Pero, fundamentalmente, suponen una visión no ingenua de la tecnología y de su participación en procesos de construcción y configuración de sociedades. También implican la posibilidad de elección de nuevos senderos, y de participación en esas decisiones tanto de los productores como de los usuarios de esas tecnologías.

Así, los Sistemas Tecnológicos Sociales no sólo son inclusivos porque están orientados a viabilizar el acceso igualitario a bienes y servicios del conjunto de la población, sino porque explícitamente abren la posibilidad de la participación de los usuarios, beneficiarios (y también de potenciales perjudicados) en el proceso de diseño y toma de decisiones para su implementación. Y no lo hacen como si esta participación fuese un aspecto complementario, al final del proceso productivo, sino porque requieren, estructuralmente, de la participación de estos diversos actores sociales en los procesos de concepción, diseño, producción e implementación.

- La ciudadanía socio-técnica

Si las tecnologías no son neutrales, si existen alternativas tecnológicas y es posible elegir entre ellas, si los actores sociales pueden participar de estos procesos, y si las tecnologías constituyen la base material de un sistema de afirmaciones y sanciones que determina la viabilidad de ciertos modelos socio-económicos, de ciertos regímenes políticos, así como la inviabilidad de otros, parece obvio que es imprescindible incorporar la tecnología

como un aspecto fundamental de nuestros sistemas de convivencia democrática:

- igualación de derechos
- dignificación de las condiciones de existencia humana
- generación de nuevos espacios de libertad
- mejora de la calidad de vida

Resulta tan ingenuo pensar que semejante nivel de decisiones pueda quedar exclusivamente en manos de “expertos” como concebir que la participación no informada puede mejorar las decisiones. Parece insostenible continuar pensando que la tecnología no es un tema central de nuestras democracias.

Son nuestras capacidades de diseño de viviendas, de regímenes de uso de los recursos naturales, de construcción de infraestructura, de producción y distribución de alimentos, de comunicación y acceso a bienes culturales las que determinan qué vidas son posibles y qué vidas no son viables en nuestras sociedades, las que designan quiénes son los incluidos y quiénes los excluidos.

Por eso, la ciudadanía socio-técnica constituye un aspecto central de nuestra vida democrática. Una dimensión de la ciudadanía vinculada al conjunto de derechos relacionados la producción y reproducción de las condiciones materiales de existencia (Vercelli y Thomas, 2008; Thomas y Fressoli, 2011).

Dado que los derechos socio-técnicos están vinculados a todas las dimensiones de la condición de ciudadanía, la ciudadanía socio-técnica es un aspecto central de una democracia. Una ciudadanía que se ejerce tanto por vía jurídico-política e ideológica como por vía tecnológica: sistemas regulatorios y sistemas socio-técnicos de afirmaciones y sanciones.

Los Sistemas Tecnológicos Sociales son, en este sentido, una de las expresiones más claras de estos derechos de ciudadanía. Son, al mismo tiempo, la mejor vía para el ejercicio de esos derechos: la forma más democrática de diseñar, desarrollar, producir, implementar, gestionar y evaluar la matriz material de nuestro futuro.

Lejos de una mera abstracción, se deriva de esta conceptualización toda una línea acciones políticas concretas. La primera, es necesario reasignar recursos materiales y humanos hacia objetivos de prioridad social:

- focalizar las acciones iniciales sobre los sectores excluidos de la población local
- profundizar y optimizar las iniciativas sobre los servicios públicos y el acceso a bienes vinculados a las necesidades básicas.

La segunda, es necesario realizar un viraje estratégico en la Política de Ciencia, Tecnología, Innovación y Desarrollo, orientado a:

- aumentar la participación de las unidades públicas de I+D en las dinámicas de cambio socio-técnico
- alinear la producción de conocimiento científico y tecnológico con la satisfacción de las necesidades sociales locales

Pero, ¡cuidado!, no se trata simplemente de reiterar el viejo error de las estrategias de intervención puntual, de desarrollar “nuevas tecnologías para pobres”. La necesidad de alterar los sistemas tecno-productivos en ocasión del riesgo ambiental abre la posibilidad de reorientar los sistemas económicos y sociales con nuevos criterios. Hoy, cuando las tecnologías convencionales orientadas a la maximización de la renta evidencian su asociación con procesos de degradación del ambiente y depredación de los recursos naturales –poniendo en riesgo a ricos y pobres- aparece una ventana de oportunidad. La necesidad de desarrollar e implementar tecnologías “limpias” puede asociarse a la de concebir estrategias basadas en Tecnologías para la Inclusión Social.

Así, el destino de nuestras sociedades, la estabilización y profundización de nuestras democracias, la ampliación del espacio público, la producción de los bienes públicos, la sostenibilidad del ambiente y la construcción del futuro de la región dependen, probablemente, de la adecuada concepción de estrategias de desarrollo basadas en la aplicación de Sistemas Tecnológicos Sociales.

No como una forma de minimizar los efectos de la exclusión de los pobres.

Sino como una forma de viabilizar la inclusión de todos en un futuro posible.

## Referencias Bibliográficas

Amable, B., Barré, R. y Byer, R., 1997, *Le systèmes d'innovation à l'ère de la globalisation*, Paris: Economica.

Ahmad, A., 1989, “Evaluating appropriate technology for development”, en *Before and after, Evaluation Review*, 13, pp. 310-319.

Anderson, C., 2006, *The Long Tail: Why the Future of Business is Selling Less of More*, New York: Hyperion.

Anton, D., 1998, “Cosechando las nubes”, en *El CIID Informa*, octubre, disponible en: <http://idrinfo.idrc.ca/Archive/ReportsINTRA/pdfs/v17n4s/111417.pdf> (15/07/2011).

Arrow, K., 1962, “The Economic Implications of Learning by Doing”, en *Review of Economic Studies*, XXIX, 80, pp. 155-173.

Bijker, W., 1995, *Of Bicycles, Bakelites, and Bulbs. Toward a Theory of Sociotechnical Change*, Cambridge: MIT Press.

Bourrieres, P., 1983, “La adaptación de la tecnología a los recursos disponibles”, en Robinson, A. (ed.), *Tecnologías apropiadas para el desarrollo del tercer mundo*, México D.F.: FCE.

Callon, M., 1992, “The dynamics of tecno-economic networks”, en Coombs, R., Saviotti, P. y Walsh, V., *Technological changes and company strategies: economical and sociological perspectives*, Londres: Harcourt Brace Jovanovich Publishers.

Christensen, J. L. y Lundvall, B-Å. (eds.), 2004, *Product Innovation, Interactive Learning and Economic Performance*, Amsterdam: Elsevier.

Chudnovsky, D., Porta, F., López, A. y Chidiak, M., 1996, *Los límites de la apertura. Liberalización, reestructuración productiva y medio ambiente*, Buenos Aires: Alianza.

Collins, H., 1985, *Changing order: replication and induction in scientific practice*, Londres: Sage.

Dagnino, R., Brandão, F. y Novaes, H., 2004, “Sobre o marco analítico-conceitual da tecnologia social”, en *Tecnología social. Uma estratégia para o desenvolvimento*, Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil.

Dagnino, R., 2008, *Neutralidade da ciência y determinismo tecnológico*, Campinas: Editora Unicamp.

Darrow, K., Keller, K. y Palm, R., 1981, *Appropriate Technology Sourcebook, Vol. I y II*, Stanford: Volunteers in Asia Publications.

De la Lastra, C., 2002, “Report in the Fog-Collection Project in Chungungo. Assesment of the Feasibility of Assuring its Sustainability”, disponible en <https://idlbnc.idrc.ca/dspace/bitstream/123456789/27095/2/3477.doc> (15/07/2011).

deMoll, L., 1977, *Rainbook, Resources for appropriate technology*, Nueva York: Schocken Books.

Dickson, D., 1980, *Tecnología alternativa*, Madrid: H. Blume Ediciones.

Dosi, G., 1988, “The Nature of Innovative Process”, en Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R., Silverberg, G. y Soete, L. (eds.), *Technical Change and Economic Theory*, Londres: Pinter.

Dosi, G., 1988, “The Nature of Innovative Process”, en Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R., Silverberg, G. y Soete, L. (eds.), *Technical Change and Economic Theory*, Londres: Pinter.

Feenberg, A., 2002, *Transforming Technology: A Critical Theory Revisited*, Oxford: Oxford University Press.

Freeman, C., 1987, *Technology and Economic Performance: Lessons from Japan*, Londres: Pinter.

Freeman, C., 1998, "Innovation Systems: City-State, National, Continental and SubNational", en *Nota Técnica 02/98*, Rio de Janeiro: Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro - IE/UFRJ.

Fundação Banco do Brasil, 2004, *Tecnología social. Uma estratégia para o desenvolvimento*, Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil.

Gobierno de la India, Planning Commission, Programme Evaluation Organisation, 2002, *Evaluation Study On National Project on Biogas Development*, New Delhi.

Gupta, A., Sinha, R., Koradia, R. y Patel, R., 2003, "Mobilizing grassroots technological innovations and traditional knowledge, values and institutions: articulating social and ethical capital", en *Futures*, (35), pp. 975-987.

Ham, C. y Hill M., 1993, *The police process in the modern capitalist state*, Londres: Harvester-Wheatsheaf.

Ham, C. y Hill M., 1993, *The police process in the modern capitalist state*, Londres: Harvester-Wheatsheaf.

Hogwood, B. y Gunn, L., 1984, *Policy Analysis for the Real World*, Oxford: Oxford University Press.

Hogwood, B. y Gunn, L., 1984, *Policy Analysis for the Real World*, Oxford: Oxford University Press.

Jecquier, N., 1976, "Introductory" Part I, en Jecquier, N. (ed.), *Appropriate technology: problems and promises*, Paris y Washington: OECD Publications.

Jecquier, N., 1979, *Appropriate technology directory*, Paris: Development Centre Studies de la OECD.

Jecquier, N., 1979, *Appropriate technology directory*, Paris: Development Centre Studies de la OECD.

Knorr-Cetina, K., 1981, "The micro-sociological challenge of macro-sociological: towards a reconstruction of social theory and methodology", en Knorr-Cetina, K. y Cicourel, A. (eds.), *Advances in social theory and methodology. Toward and integration of micro and macro-sociologies*, Boston y Londres: Routledge & Keagan Paul.

Kreimer, P. y Thomas, H., 2002a, "The Social Appropriability of Scientific and Technological Knowledge as a Theoretico-Methodological Pro-

blem", en Arvanitis, R. (ed.), *Science and Technology Policy of the EOLSS*, Londres: EOLSS.

Kreimer, P. y Thomas, H., 2002b, "La construction de l'utilité sociale des connaissances scientifiques et technologiques dans les pays périphériques", en Poncet, Ch. y Mignot, J.P. (eds.), *L'industrialisation des connaissances dans les sciences du vivant*, Paris: L'Harmattan.

Latour, B., 1989, *Science in Action*, Paris: La Découverte.

Lundvall, B-Å., 1992, *National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning*, Londres: Pinter.

Luporini, C. y Sereni, E., 1973, "El concepto de formación económico-social", en *Cuadernos de Pasado y Presente*, México D.F.

Maclaine Pont, P. y Thomas, H., 2007, "How the Vineyard Came to Matter: Grape Quality, The Meaning of Grapevines and Technological Change in Mendoza's Wine Production", en *Universum*, año 22, n° 1.

Martin, L. y Osberg, S., 2007, "Social Entrepreneurship: The Case for Definition", en *Stanford Social Innovation Review*, abril, disponible en [http://www.skollfoundation.org/media/skoll\\_docs/2007SP\\_feature\\_martinosberg.pdf](http://www.skollfoundation.org/media/skoll_docs/2007SP_feature_martinosberg.pdf) (15/07/2011).

Mumford, L., 1964, "Authoritarian and Democratic Technics", en *Technology and Culture*, 5, (1), pp. 1-8.

Nelson, R., 1988, "Institutions Supporting Technical Change in the United States", en Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R., Silverberg, G. y Soete, L. (eds.), *Technical Change and Economic Theory*, Londres: Pinter Publisher.

Pack, H., 1983, "Políticas de estímulo al uso de tecnología intermedia", en Robinson, A. (ed.), *Tecnologías apropiadas para el desarrollo del tercer mundo*, México D.F.: FCE.

Pinch, T. y Bijker, W., 1987, "The Social Construction of Facts and Artifacts: or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology Might Benefit Each Other", en Bijker, W., Hughes, T. y Pinch, T. (eds.), *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*, Cambridge: MIT Press.

Portela, F., 2009, "Tecnología social, um caminho para o desenvolvimento sustentável", en *Rede de Tecnologia Social (RTS)*, Brasil, disponible en: <http://www.rts.org.br> (19/12/2009).

Prahalad, C.K., 2006, *The Fortune at the Bottom of the Pyramid: Eradicating Poverty Through Profits*, Wharton School Publishing.

Reedy, K., 1983, "Algunos problemas de la generación de tecnología

apropiada”, en Robinson, A. (ed.), *Tecnologías apropiadas para el desarrollo del tercer mundo*, México D.F.: FCE.

Revista SEBRAE Agronegócios, 2006, (4), pp. 16-19 y 24-26.

Revista SEBRAE Agronegócios, 2007, (7), pp. 6-39.

Riskin, K., 1983, “La tecnología intermedia de las industrias rurales de China”, en Robinson, A. (ed.), *Tecnologías apropiadas para el desarrollo del tercer mundo*, México D.F.: FCE.

Robinson, A. (ed.), 1983, *Tecnologías apropiadas para el desarrollo del tercer mundo*, México D.F.: FCE.

Rosenberg, N., 1982, *Inside the Black Box: Technology and Economics*, Cambridge: Cambridge University Press.

Rybczynski, W., 1980, *Paper Heroes: A review of appropriate technology*, Nueva York: Doubleday.

Santos, G., 2010, “Contra un azote que siega sin distinción”, en Vesuri, H. et al. (eds.), *Conocer para transformar. Producción y reflexión sobre Ciencia, Tecnología e Innovación en Iberoamérica*, Caracas: UNESCO-IESLC.

Santos, G., 2010, “Contra un azote que siega sin distinción”, en Vesuri, H. et al. (eds.), *Conocer para transformar. Producción y reflexión sobre Ciencia, Tecnología e Innovación en Iberoamérica*, Caracas: UNESCO-IESLC.

Shinn, T., 1982, “Scientific disciplines and organisational specificity: the social and cognitive configuration of laboratory activities”, en Elias, N., Martins, H. y Whitley, R. (eds.), *Scientific Establishments and Hierarchies. Sociology of the Sciences Yearbook*, Reidel, Dordrecht, pp. 239-264.

Schumacher, E., 1973, *Small is beautiful*, Londres: Bond & Briggs.

Thomas, H., 1999, “Dinâmicas de inovação na Argentina (1970-1995) Abertura comercial, crise sistêmica e rearticulação”, Tesis Doctoral en Política Científica y Tecnológica, Campinas: UNICAMP.

Thomas, H., 2001, “Estilos socio-técnicos de innovación periférica. La dinámica del SNI argentino, 1970-2000”, en IX Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica: Innovación Tecnológica en la Economía del Conocimiento, CD, San José de Costa Rica.

Thomas, H., 2008a, “Estructuras cerradas vs. Procesos dinámicos: trayectorias y estilos de innovación y cambio tecnológico”, en Thomas, H. y Buch, A., (coords.), Fressoli, M. y Lalouf A. (colabs.), *Actos, actores y artefactos. Sociología de la Tecnología*, Bernal: Editorial de la Universidad Nacional de Quilmes.

Thomas, H., 2008b, “En búsqueda de una metodología para investigar Tecnologías Sociales”, Workshop “Tecnologías para la inclusión social y políticas públicas en América Latina, organizado por la Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), la Universidad Nacional de Quilmes (UNQ), la Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) y el Centro de Investigación para el Desarrollo Internacional (IDRC) de Canadá, 24-25 de noviembre de 2008.

Thomas, H., 2008b, “En búsqueda de una metodología para investigar Tecnologías Sociales”, Workshop “Tecnologías para la inclusión social y políticas públicas en América Latina, organizado por la Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), la Universidad Nacional de Quilmes (UNQ), la Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) y el Centro de Investigación para el Desarrollo Internacional (IDRC) de Canadá, 24-25 de noviembre de 2008.

Thomas, H., 2010, “Sistemas Tecnológicos Sociales y Ciudadanía Socio-Técnica. Innovación, Desarrollo, Democracia”, en Tula Molina, F. y Giuliano, G. (eds.), *Culturas Científicas y Alternativas Tecnológicas*, Buenos Aires: MINCyT, en prensa.

Thomas, H. y Dagnino, R., 2005, “Efectos de transducción: una nueva crítica a la transferencia acrítica de conceptos y modelos institucionales”, en *Ciencia, Docencia y Tecnología*, XVI, (31), pp. 9-46.

Thomas, H. y Fressoli, M., 2007, “Repensar las Tecnologías Sociales: de las Tecnologías apropiadas a la Adecuación socio-técnica”, Congreso Latinoamericano y Caribeño de Ciencias Sociales – 50º Aniversario de FLACSO, Quito, 29 de octubre de 2007.

Thomas, H. y Fressoli, M., 2009, “En búsqueda de una metodología para investigar tecnologías sociales”, en Dagnino, R. (org.), *Tecnología Social. Ferramenta para construir outra sociedade*, Campinas: Editora Kaco.

Thomas, H. y Fressoli, M., 2011, “Science and Technology policy and social ex/inclusion in Latin America. The cases of Brazil and Argentina”, en *Science & Public Policy*, en evaluación.

Thomas, H. et al., 2006, “Socio-technical analysis of slave workforce-based production systems (Africa-America, between the XVI and XIX centuries). A theoreticalmethodological proposal”, en *Silence, Suffering and Survival*, Society for Social Studies of Science (4S), Vancouver, disponible en: <http://echo.gmu.edu/working/object/67> (25/11/2010).

Thomas, H. et al., 2008, “La producción de tecnología nuclear en Argentina. El caso de la empresa INVAP”, en *Desarrollo Económico*, vol. 47, n° 188, pp. 543-575.

Tula Molina, F. y Giuliano, G., 2007, “Política científica-tecnológica y contexto de implicación”, en Giuliano, G. y Massa, L. (coords.), *Ciencia, Tecnología y Democracia*, Santa Fe, CTS-CTA, pp. 48-52.

Vercelli, A. y Thomas, H., 2007, “La co-construcción de tecnologías y regulaciones: análisis socio-técnico de un artefacto anti-copia de Sony-BMG”, en *Espacios*, vol. 28, n° 3, pp. 5-30.

Vercelli, A. y Thomas, H., 2008, “Repensando los bienes comunes: análisis sociotécnico sobre la construcción y regulación de los bienes comunes”, en Helfrich, S. (comp.), *Genes, bytes y emisiones: Bienes comunes y ciudadanía*, México D.F.: Ediciones Boell.

Von Hippel, E., 1976, “The Dominant Role of Users in the Scientific Instruments Innovation Process”, en *Research Policy*, 5, (3), pp. 212-239.

Winner, L., 1988, *The whale and the reactor. A search for limits in an age of high technology*, Chicago: University of Chicago Press.

## **La problemática ambiental como oportunidad para el desarrollo tecnológico local**

El proyecto de desarrollo de tecnologías ambientales 4.0 para el control industrial en la Cuenca Matanza Riachuelo: una experiencia exitosa de articulación entre Estado, Universidad y Empresa.

*Por Ignacio Jantuschenko*

### **El ofertismo tecnológico**

Desarrollar ciencia y tecnología (CyT) es una actividad que consiste en la solución de problemas recurriendo al uso del conocimiento. Generalmente, las soluciones que son exitosas se convierten en paradigmáticas y quedan establecidas como respuestas “llave en mano” o diseños de “caja negra” que son ofrecidos desde los países centrales hacia aquellos lugares donde se demanda tecnología, en una orientación de la CyT que se podría caracterizar como “desde arriba hacia abajo”.

Este problema, que desde la perspectiva crítica se conoce como “ofertismo tecnológico”, tiene alcance global pero también se reproduce a nivel local. Es lo que ocurre, por ejemplo, cuando universidades o instituciones científicas aisladas y sin articulación con las demandas salen a ofrecer el conocimiento que desarrollaron intramuros para que sea aprovechado por determinado sector productivo o por el conjunto de la sociedad.

La vigencia del tradicional enfoque ofertista y lineal ha derivado, por cierto, en importantes debilidades para el desarrollo de soluciones a diversas problemáticas socioeconómicas y ambientales.

Un importante correlato de esta problemática del desarrollo tecnológico se da cuando desde el sector público o privado se busca, justamente, incorporar tecnología a procesos de producción industrial o cuidado ambiental, una dimensión que adquiere cada vez mayor relevancia y no puede ser soslayada.

El “ofertismo tecnológico” lleva a creer que “está todo inventado” y sólo es cuestión de adquirir –normalmente en el exterior– soluciones que ya han sido diseñadas. Esto da lugar a una brecha de adaptación entre las soluciones (importadas) y los problemas, de modo que el desarrollo tecnológico deja de ser una respuesta eficiente para los problemas de la comunidad.

## Políticas científico tecnológicas orientadas por misión

Como señala la doctora en Ciencias Sociales Érica Carrizo en “Políticas orientadas a misiones, ¿son posibles en la Argentina?”, artículo publicado en 2019 en la revista Ciencia, Tecnología y Política de la UNLP: “Los países con mayor grado de industrialización se caracterizan por focalizar sus políticas de ciencia y tecnología hacia sectores estratégicos priorizando el desarrollo de tecnologías particulares dirigidas a ciertos objetivos. Estas políticas han sido denominadas orientadas por misión. Su finalidad es centralizar la acción estatal y la coordinación de instrumentos financieros, vinculando actores públicos y privados para el desarrollo de sectores, tecnologías y mercados de acuerdo con ciertos objetivos, a fin de resolver problemas en áreas socioeconómicas estratégicas”.

Siguiendo a la misma autora, entendemos que las políticas orientadas por misión no solo refieren a priorizar objetivos sino más bien al modo particular en que un Estado los lleva a cabo: la institucionalización de las políticas orientadas en agencias estatales, la transversalidad –donde la política pública se configura como núcleo articulador y organizador entre los diferentes sectores (científico-tecnológico, industrial, comercial y financiero)–, y un Estado que protege las industrias nacionales a fin de potenciar la trayectoria de empresas intensivas en investigación, desarrollo e innovación (I+D). Por tanto, las misiones deben ser entendidas como intentos de transformar sistemas desarticulados en políticas que buscan resolver desafíos sociales específicos.

En este marco, proponemos analizar el proyecto de desarrollo de un sistema de monitoreo automático para efluentes industriales encarado conjuntamente por la Autoridad de Cuenca Matanza Riachuelo (ACUMAR); la Agencia Nacional de Promoción de la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación (I+D+i); la Asociación de Industriales Metalúrgicos de la República Argentina (ADIMRA); la Universidad Nacional Guillermo Brown (UNaB) y la Cámara Argentina de Industrias Electrónicas, Electromecánicas y Luminotécnicas (CADIEEL) con el fin de desarrollar tecnologías ambientales 4.0 que mejoren el control industrial en la Cuenca.

Desde una perspectiva territorialmente situada se trata de un ejemplo de desarrollo de alta tecnología para la solución de una problemática socialmente relevante, dado que la implementación de estas innovaciones representa un profundo cambio cualitativo en las capacidades de gestión ambiental, ya que incorporará un sistema remoto y continuo de fiscaliza-

ción sobre las empresas.

Esta innovación permitirá medir, transmitir y traducir información en tiempo real, que podrá ser visualizada online. Esta tecnología constituye una herramienta estratégica para una fiscalización orientada al saneamiento y la recomposición ambiental de la Cuenca.

A través de este proyecto se provee al Estado, representado por ACUMAR, su autoridad de aplicación, de un dispositivo para el control automatizado de los efluentes líquidos industriales.

Es una tecnología desarrollada junto con empresas argentinas de base tecnológica, que revierte la lógica del “ofertismo” y logra las soluciones adecuadas a partir del uso de conocimiento propio conjuntamente “co creado”.

Asimismo, el desarrollo de tecnologías de fabricación nacional pone en marcha un círculo virtuoso que sustituye importaciones, genera empleos calificados, reduce costos e inspira nuevas líneas de investigación científica.

## La problemática ambiental como contexto

La Autoridad de Cuenca Matanza Riachuelo (ACUMAR) es un organismo estatal creado en el año 2006 atendiendo a la degradación ambiental del río Matanza Riachuelo y su entorno. Tiene a su cargo la ejecución del Plan Integral de Saneamiento Ambiental de la Cuenca del Río Matanza-Riachuelo.

Su creación es consecuencia de la demanda cursada en la Corte Suprema de Justicia de la Nación, conocida como “Causa Mendoza”. En 2004, un grupo de vecinas y vecinos de Villa Inflamable, Avellaneda, reclamaron para que se hiciera efectivo su derecho a un ambiente sano, reconocido por el artículo 41 de la Constitución Nacional.

En esta demanda –dirigida contra el Estado Nacional, la Provincia, la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y 44 empresas– pedían por la recomposición del ambiente, la creación de un fondo para financiar el saneamiento de la Cuenca y un resarcimiento económico por daños y perjuicios. Luego, la acción judicial incluyó a los 14 municipios bonaerenses por los que se extiende la Cuenca.

## Algunos datos

La Cuenca Matanza Riachuelo abarca unos 64 km<sup>2</sup> de superficie, correspondientes a parte de catorce municipios de la provincia de Buenos Aires: Almirante Brown, Avellaneda, Cañuelas, Esteban Echeverría, Ezeiza, General Las Heras, La Matanza, Lanús, Lomas de Zamora, Marcos Paz, Merlo, Morón, Presidente Perón y San Vicente. Asimismo, atraviesa toda la Comuna 8 y parcialmente las Comunas 1, 3, 4, 5, 6, 7, 9 y 10 de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Se trata de la zona más urbanizada e industrializada del país. Viven allí casi 5 millones de personas, según los datos brindados por el Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda 2022. Esto representa más del 10% de la población de la República Argentina y da cuenta de una alta densidad poblacional en una pequeña parte del territorio nacional, lo cual significa un severo impacto sobre el ambiente.

Las actividades productivas que se desarrollan en la Cuenca son la agropecuaria, fundamentalmente en la Cuenca Alta, y la actividad industrial en la Cuenca Media y Baja. Las industrias radicadas en la región son de distinto tipo, pero por su impacto ambiental tienen mayor relevancia las del sector químico y petroquímico, las industrias alimenticias, curtiembres, frigoríficos, galvanoplastias y metalúrgicas.

Según informa la web oficial de ACUMAR, actualmente, las principales fuentes de contaminación presentes en la Cuenca son:

- Contaminación de origen industrial: derivada de los vertidos de efluentes industriales con escaso o nulo tratamiento. En la Cuenca hay frigoríficos, curtiembres y fábricas, y se desarrollan actividades rurales. Desde el origen de la ciudad de Buenos Aires, los establecimientos utilizaron al río como un “gran basurero”, volcando allí todo lo que no les servía: líquidos, gases y desechos sólidos tóxicos.
- Contaminación de origen cloacal: generada a partir del vertido de líquidos cloacales insuficientemente tratados, las descargas de barros y desagües clandestinos. Durante años, los desechos cloacales fueron volcados directamente al río. Hoy, las plantas de tratamiento sirven para depurarlos y no contaminar, pero aún hay población en la Cuenca que no cuenta con este servicio.
- Residuos sólidos: los residuos generados como consecuencia de las actividades que se desarrollan en el territorio constituyen otra fuente de contaminación que se ve agravada a partir de la incorrecta disposición. En la actualidad, se generan aproximadamente 10 mil toneladas de residuos

por día en la Cuenca Matanza Riachuelo. El crecimiento de las ciudades y de la población hizo que cada vez se generara más basura. Crecieron los basurales a cielo abierto y muchos residuos terminan flotando en el río, tirados en espacios naturales o en las márgenes de los arroyos. El Riachuelo fue espacio de disposición de todo tipo de residuos, incluso de autos y buques.

Paulatinamente se han dado avances en la recuperación ambiental de la región. El objetivo actual de ACUMAR es alcanzar en un plazo de cuatro a cinco años lo que en los estándares ambientales se conoce como “Uso 4”: en una escala donde el “Uso 1” sería lo óptimo, el Uso 4 implica un nivel de contaminación limitado que permite actividades en la cercanía del río, sin que eso implique un riesgo para la salud. Que el hecho de ir a pasear a la ribera del río sea agradable al olfato y a la vista. El “Uso 4” no incluye la posibilidad de estar en contacto directo con el agua, por ejemplo, pero sí algunas actividades de navegación.

Para lograr tal objetivo se realizaron importantes obras de infraestructura, como el Sistema Aliviador de la Margen Izquierda del Riachuelo –una inmensa obra cloacal de la empresa AySA que intercepta los tres anillos de la red cloacal de la ciudad de Buenos Aires– o la relocalización de industrias –con el traslado, por ejemplo, de los frigoríficos a la zona de Cañuelas y las curtiembres de Lanús, en ambos casos con sistemas de tratamiento de residuos según los más exigentes estándares ambientales.

En este contexto y como ya se mencionó, al ser la cuenca una de las regiones más densamente pobladas y con más actividad económica del país, una de las principales tareas que le competen a ACUMAR es el control de los efluentes líquidos industriales. Hoy existen alrededor de 1400 establecimientos que se encuentran catalogados como agentes contaminantes.

En el año 2020, con el objetivo de acompañar a las industrias en su adecuación ambiental se creó, impulsada por ACUMAR, la Red de Adecuación Ambiental de la Cuenca Matanza Riachuelo (RAAC). Se trata de una organización abierta y multisectorial con participación de organismos nacionales, provinciales y municipales, del sistema científico y tecnológico con instituciones como el CONICET y el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), las universidades nacionales, instituciones bancarias y cámaras empresarias que impulsan el cuidado ambiental y un modelo de desarrollo sustentable.

ACUMAR es un organismo de control ambiental: por lo tanto, tiene entre sus funciones trazar acciones de fiscalización y adecuación ambiental en los establecimientos industriales, comerciales o de servicios en el ám-



bito de la Cuenca, así como instar procedimientos sancionatorios cuando corresponda. El objetivo es lograr que los establecimientos no contaminen.

La fiscalización y el monitoreo son tareas cruciales, llevadas adelante por un equipo de inspectores cuyo trabajo consiste en recorrer el extenso territorio de la Cuenca y acudir a las empresas para controlar sus efluentes mediante la toma manual de muestras.

En este contexto, surgió como un desafío el desarrollo de una herramienta tecnológica para optimizar el control industrial de la cuenca. Este fue el inicio que motivó el diseño y la fabricación, en ambos casos íntegramente desarrollado en nuestro país, de un sistema integrado de control y monitoreo ambiental para efluentes líquidos industriales.

Dicha tecnología debía, a su vez, tener capacidad para medir los parámetros básicos de los efluentes industriales, transmitir los datos en tiempo real al centro de monitoreo de ACUMAR y tomar muestras de los efluentes de manera automática.

### **El Triángulo de Sábato**

El proyecto se concibió desde una perspectiva que incluye los aspectos sociales del desarrollo científico y tecnológico, en este caso sobre tres ejes centrales. El modelo del Triángulo elaborado en 1968 por el tecnólogo argentino Jorge Sábato resulta ineludible.

En primer lugar, el modelo del Triángulo de Sábato entiende a todo proceso de innovación como resultado de la interacción entre tres vértices. Este modelo de política científico-tecnológica postula que, para que realmente exista un sistema científico-tecnológico, es necesario que el Estado (como diseñador y ejecutor de la política), la infraestructura científico-tecnológica (como sector de oferta de tecnología) y el sector productivo (como demandante de tecnología) estén fuertemente relacionados de manera permanente. Estas son las interrelaciones del triángulo.

Cada vértice debe tener sólidas intrarrelaciones, que son aquellas que existen entre las diversas instituciones que lo componen. Por ejemplo, en el sector Estado debe haber coherencia entre la política implícita y la política explícita, entre los diversos ministerios y organismos autónomos.

Según esta perspectiva, lo contrario de estas políticas inteligentes de desarrollo e innovación sería la adquisición de tecnologías “llave en mano” o soluciones de “caja negra” desarrolladas en otras partes del mundo –seguramente, como resultado de procesos de articulación inteligente– para

brindar respuestas a problemáticas surgidas en otros contextos.

En este sentido, tal como planteó Sábato, es fundamental coordinar tres componentes fundamentales: la estructura productiva, el gobierno y la infraestructura científico-tecnológica, para generar un proceso virtuoso de proyectos de desarrollo tecnológico en estrecha vinculación con necesidades concretas de la sociedad.

Para el desarrollo de este proyecto se entendió que, para ser exitoso, debía convocar a los tres vértices de este “Triángulo Virtuoso”: las empresas nacionales cuyas capacidades les permitirían participar de este proceso de búsqueda de soluciones específicas. La universidad, en este caso la UNaB, joven universidad pública situada en la Cuenca Matanza Riachuelo, institución de educación superior con compromiso social, vocación por el desarrollo del territorio y permanente articulación con el Municipio de Almirante Brown, entre otros niveles gubernamentales. Y el Estado, representado por ACUMAR como adoptante de la tecnología, y la Agencia I+d+i desde el financiamiento a través del aporte de fondos específicos establecidos mediante políticas públicas de inversión en ciencia y tecnología.

El segundo aspecto del Triángulo es la problemática ambiental, que adquiere una relevancia cada vez mayor a nivel global pero que impacta en la calidad de vida de las poblaciones a nivel local. Como se mencionó, la Cuenca Matanza Riachuelo atraviesa 14 de los municipios más poblados de la República Argentina, por lo que el control y mejoramiento de las variables ambientales en esta área tiene un impacto directo sobre la vida y la salud de millones de personas. El cambio en las pautas de vertido de las industrias ubicadas en la Cuenca es reconocido como un factor fundamental para el saneamiento hídrico y la consecución de los objetivos de gestión de ACUMAR para cuidar este recurso público.

El tercer punto, relacionado con el anterior y no menos importante, es la necesidad de promover un cambio en la cultura del sector productivo, incorporando las variables de la sustentabilidad y el cuidado ambiental dentro de sus esquemas de gestión. La tarea de la Autoridad de la Cuenca es fiscalizar que la operatoria de los establecimientos industriales esté dentro de los estándares de cuidado ambiental y sancionar –mediante multas, o incluso mediante la clausura– a los que no cumplan. Sin embargo, la incorporación de tecnologías “duras” (por ej., de procesamiento de residuos o de tratamiento de efluentes) o “blandas” (sistemas de gestión estandarizados, cambios en los procesos) puede implicar costos que muchas veces ponen en riesgo incluso la continuidad de la actividad en términos

económicos.

La productividad y el crecimiento económico son factores importantes que toda política de Estado debe promover, aunque no a expensas del ambiente. Las soluciones tecnológicas que se apliquen a la resolución del problema ambiental deben ser asequibles para las empresas, de manera que éstas puedan incorporarlas y asumir la responsabilidad sin afectar de forma excesiva sus estructuras de costos.

Esta es la perspectiva desde la cual se percibió la necesidad de un sistema integral de monitoreo de variables ambientales como una oportunidad para el aprovechamiento de las capacidades de las empresas de base tecnológica, involucrándolas en un proceso de innovación tecnológica orientado a brindar una solución concreta.

### **Los requerimientos técnicos del proyecto**

El proyecto “Desarrollo de tecnologías ambientales 4.0 para la fiscalización y la adecuación productiva de la Cuenca Matanza Riachuelo” se inició formalmente en junio de 2021, mediante un acuerdo marco de cooperación suscrito entre ACUMAR y la UNaB. ACUMAR solicitó la participación de la universidad para la conformación de una instancia que posibilitara el trabajo conjunto con otras empresas e instituciones para el diseño y la producción de nuevas tecnologías aplicables a la solución de la problemática ambiental.

ACUMAR cumple su tarea de control industrial, con procesos y tecnologías que se pueden caracterizar como desactualizadas. En efecto, el control sobre los vertidos líquidos de las empresas de la Cuenca lo realizan los inspectores e inspectoras de ACUMAR, de modo manual, con equipamiento específico. Éste es un acto administrativo, que se traduce en actas de validez jurídica que pueden desencadenar sanciones. Sin embargo, son una muestra, una foto, del desempeño ambiental de la empresa. Sólo representa lo que ocurre en ese momento, en presencia de los inspectores y las inspectoras. Sin embargo, existe la necesidad de producir controles permanentes que permitan reflejar el funcionamiento en régimen de la empresa, que abarque las 24 horas del día, a modo de contar con un historial total de la calidad y caudal de esos vertidos.

La necesidad técnica planteada desde ACUMAR fue, entonces, establecer una metodología de control que permitiera pasar “de la foto a la película”: es decir, un registro temporal que permitiera el análisis longitudinal de los parámetros de los efluentes líquidos industriales que fueran

relevantes para el control ambiental. Las tecnologías 4.0 –basadas en la automatización, el control y el análisis de la información en tiempo real, de manera remota y ubicua, con dispositivos conectados a internet que permiten realizar la acción desde cualquier lugar de manera integrada, recolectando grandes volúmenes de datos de las más diversas fuentes– ofrecían un paradigma ideal para la consecución de esos fines, y estaba claro que en las empresas locales de base tecnológica existía la capacidad para materializar el proyecto.

El pedido de ACUMAR a la UNaB incluyó expresamente “embarcarse en proyectos de ciencia y tecnología para mejorar los métodos y sistemas de control”. No se trata, decía, de reemplazar la inspección que a ACUMAR le compete realizar como autoridad, sino de generar nuevas herramientas que se complementarán con las habituales: “tener un sistema robusto de datos permitirá a los analizadores hacer evaluaciones contextuales, macro y seguimiento puntual de los establecimientos”.

La idea fue organizar un consorcio público-privado que pudiera acceder a la convocatoria para obtener aportes no reembolsables de la Agencia Nacional I+D+i a través del Fondo Tecnológico Argentino (FONTAR). De esa manera, el proyecto contaría con fondos propios.

Los requerimientos técnicos del sistema, el tipo de equipamiento necesario y el carácter del trabajo fueron definidos por ACUMAR en su carácter de empresa adoptante. Dos de estos tipos de equipos debían ser diseñados para ser colocados en las cámaras de vuelco de las industrias –uno de ellos de carácter “premium”, con un display para visualizar los resultados in situ, y el otro “low cost”, sin display–, más un tercero para funcionar como unidad móvil de monitoreo. Los dos primeros cuentan con los mismos sensores de parámetros y conexión a internet para enviar los datos, mientras que el tercero (la unidad móvil) agrega un minilaboratorio para toma de muestras y realización de análisis. El objetivo del proyecto fue diseñar y construir tres unidades de cada tipo.

### **Asociación estratégica público privada**

Los socios estratégicos de la UNaB para la conformación del consorcio público-privado que llevaron adelante el proyecto fueron la Cámara Argentina de Industrias Electrónicas, Electromecánicas y Luminotécnicas (CADIEEL) y el Centro Tecnológico Metalúrgico (CETEM) de la Asociación de Industriales Metalúrgicos de la República Argentina (ADIMRA), entidad que ya había participado activamente en la conformación de la

RAAC. El CETEM, integrante de la red de Centros Tecnológicos, ofreció sus capacidades técnicas, mientras que la Cámara se encargó de convocar a las empresas con el perfil y la decisión necesarias para participar. Con ellos se elaboró el primer Plan de Trabajo, conforme a lo establecido en el acuerdo celebrado con ACUMAR.

El consorcio se denominó **Tecnologías Ambientales 4.0 para la Fiscalización y la Adecuación Productiva de la Cuenca Matanza Riachuelo**, y las empresas que participaron, todas integrantes de CADIEEL, fueron tres: una dedicada al diseño y fabricación de circuitos impresos multicapa, a las comunicaciones y a la iluminación automática, como también al software embebido; una firma con amplia experiencia en I+D en hardware, firmware, software y servicios en la nube orientados al control y automatización industrial, particularmente la fabricación de instrumentos de medición; y una empresa diseñadora y fabricante de dispositivos electrónicos y aplicaciones de software, integración de tecnologías de punta y que realiza servicios en telecomunicaciones.

Las empresas integraron el consorcio con la UNaB, encargada de la coordinación técnica y administrativa del proyecto, y con el CETEM, que se centra en la innovación en los procesos productivos y el perfeccionamiento tecnológico del sector industrial.

### **Las capacidades tecnológicas de una industria nacional en acción**

Desde luego, el diseño y la construcción propia de un sistema integral de monitoreo ambiental no hubiera sido posible sin una industria nacional con capacidades específicas. Los primeros acercamientos entre ACUMAR y CADIEEL con ese horizonte en la mira datan de marzo de 2020. Ya para entonces, la Cámara venía elaborando una política para fortalecer el compromiso de sus empresas con el desarrollo de soluciones para el logro de la eficiencia energética, la economía circular, el control de variables ambientales y la gestión basada en datos (soluciones de big data).

Desde el punto de vista de las empresas de este sector, particularmente dinámico, el advenimiento de las tecnologías 4.0 planteó desafíos a los que adaptarse. Los modelos de negocio aceleran sus tiempos de cambio, se acortan los tiempos que van desde el desarrollo hasta la puesta en el mercado y también el ciclo de vida de los productos, que a muy corto plazo quedan obsoletos, lo que obliga a una innovación permanente. De modo que, por parte de las empresas nacionales que buscan hacer base en

la creación de tecnologías, también resulta central el concepto de articulación con el sector del conocimiento y con el Estado como financiador y generador de políticas de desarrollo.

En junio de 2022, seis empresas integrantes de CADIEEL se presentaron en sociedad como integrantes de un grupo para el desarrollo conjunto de un sistema de monitoreo remoto para el control ambiental, denominado ECOSENSAR. Este fue un paso clave, ya que las unidades sensoras que se planteó diseñar y construir fueron concebidas como parte de un sistema centralizado, controlado de manera remota, y eso significaba una etapa más de desarrollo tecnológico que también era deseable que se produjera a nivel local.

### **Claves tecnológicas del desarrollo**

La base de ECOSENSAR es justamente el desarrollo de tecnologías 4.0, con capacidad para el monitoreo del agua y variables ambientales mediante la utilización de internet de las cosas (IoT), incluyendo los servicios de instalación y soporte y el diseño a medida de las necesidades del cliente.

Para el desarrollo del sistema que necesitaba ACUMAR previeron una “solución en capas”. Los sensores analíticos —es decir, las unidades que deben realizar el control in situ, como se describió anteriormente— constituyen la primera capa: deben registrar las cinco variables que a la Autoridad de la Cuenca le interesa monitorear en cada empresa y en cada punto: oxígeno disuelto, caudal, temperatura, acidez y conductividad del efluente líquido. La segunda capa de la solución a desarrollar sería una serie de sensores adicionales (de humo, de intrusión, etc.) que podrían agregarse al sistema a pedido del cliente, para ampliar las funciones.

La siguiente capa sería el dispositivo IoT, con un sistema de transmisión de datos primario (que permitiría monitorear el funcionamiento y los resultados de las muestras en tiempo real desde cualquier PC o incluso desde un celular) y otro secundario, que incluía una conexión satelital Lora WAN (ARSAT).

La siguiente capa es el desarrollo de los dispositivos de visualización y monitoreo propiamente dichos, y realizar la interfaz, ya sea con plataformas o con dispositivos específicos. Esto incluía la configuración local de cada equipo y la posibilidad de descarga de la información ambiental proveniente de los sensores a las centrales de monitoreo.

A esto se sumaban una serie de características técnicas que los aparatos debían incluir, tales como la resistencia y operabilidad a la intemperie y condiciones adversas, la detección automática de diferentes marcas o modelos de sensores, la geolocalización o la capacidad de encriptación de datos, todos factores que añadían complejidad al diseño.

En poco tiempo, ECOSENSAR elaboró según los requerimientos de ACUMAR los diagramas funcionales de los equipos y del sistema, y en menos de un año tuvieron lugar las primeras pruebas en público.

### Del proyecto a la realización

El 21 de septiembre de 2022 se realizó en la sede de CADIEEL la presentación de los primeros prototipos del nuevo sistema: dos equipos de montaje fijo –uno “premium” y otro “low cost”– capaces de medir cinco variables en los efluentes arrojados en un establecimiento industrial, y una unidad móvil o *trailer* con un laboratorio que ACUMAR pudiera desplazar con facilidad y realizar el monitoreo desde cualquier lugar de la Cuenca.

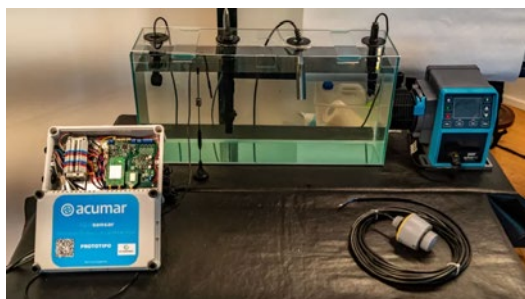


Imagen 1: Prototipo de equipo de monitoreo fijo

En la presentación, a la que asistieron autoridades del FONTAR, de la universidad, de ACUMAR y de las empresas participantes en el consorcio, se pudieron ver los primeros prototipos de cada uno de los tres equipos en funcionamiento. En la demostración, los sensores permitieron obtener en una batea en vivo los datos de pH, DBO y conductividad del líquido, que luego fueron transmitidos online y visualizados en las pantallas de control.

La primera prueba de los equipos in situ llegaría hacia fines de 2022. El 27 de diciembre, los equipos fueron puestos en funcionamiento en el Sector Industrial Planificado de Almirante Brown (SIPAB), ubicado en la localidad de Burzaco, municipio de Almirante Brown. Allí, la empresa Los Huarpes SRL ofreció sus instalaciones para ubicar una unidad móvil en su

cámara de vuelco de efluentes líquidos.

La unidad que se puso en funcionamiento en Burzaco fue uno de los nueve equipos móviles pertenecientes a ACUMAR, con capacidad para ser instalado en cualquier cámara de vuelco de efluentes líquidos. Contiene sensores que permiten controlar las cinco variables mencionadas en tiempo real –pH o acidez, oxígeno disuelto, temperatura, conductividad y caudal del líquido arrojado por el establecimiento– para enviar los datos a un sistema de gestión online por vía remota.

La característica distintiva de esta unidad es el dispositivo que permite tomar y almacenar, refrigeradas, hasta 24 muestras para un posterior análisis más detallado en laboratorio.



Imágenes 2 y 3: El laboratorio móvil de ACUMAR

El ensayo fue todo un acontecimiento, en el que estuvieron presentes autoridades de ACUMAR, de la universidad, del Municipio de Almirante Brown y de CADIEEL, ADIMRA y las empresas que participaron del proyecto, así como de otras firmas del parque industrial interesadas en la solución de la problemática ambiental de la Cuenca, con las que la UNaB y la RAAC venían desarrollando una línea de trabajo en la vinculación tecnológica y tecnológico-ambiental. La explicación del coordinador de Ciencia y Tecnología de ACUMAR, Matías Parra, estuvo dirigida justamente a las empresas interesadas. Además de la versión móvil que allí se probó, las unidades fijas del sistema se pueden instalar en la cámara de vuelco de cada industria.

### Conclusiones: la generación de tecnología propia como solución

A través del proyecto “Desarrollo de tecnologías ambientales 4.0 para la fiscalización y la adecuación productiva de la Cuenca Matanza Riachuelo”, ACUMAR, la universidad pública, el sector productivo nacional y los

mecanismos de financiamiento del Estado lograron una articulación virtuosa para el diseño y la construcción de un sistema tecnológico de última generación que va de extremo a extremo de la cadena, y que provee una solución capaz de impactar directamente de manera positiva tanto en el cambio de los estándares ambientales del sector productivo local como en la salud y la calidad de vida de los millones de personas que habitan en la región abarcada por la Cuenca Matanza Riachuelo.

La solución tecnológica les permitirá a las empresas contar con una tecnología asequible para estar en regla con los estándares de cuidado ambiental, a la vez que brindará a ACUMAR un poder de control incomparablemente mejor al que, hasta ese entonces, le proveía la metodología de toma manual de muestras a cargo de los inspectores.

La consecución de este proyecto de innovación es un paso decisivo para la instalación de un centro de monitoreo integral, desde el cual será posible controlar en tiempo real y de manera permanente cada uno de los puntos críticos de la Cuenca Matanza Riachuelo en materia de contaminación del agua.

En el camino para el desarrollo de soluciones tecnológicas innovadoras, resulta fundamental reconocer la centralidad del Estado y la importancia de las políticas públicas. Asimismo, cabe resaltar la importancia de estrategias interinstitucionales e intersectoriales de articulación para la efectiva planificación y ejecución de los proyectos. La solución de problemas locales constituye uno de los motores más eficaces de desarrollo de innovaciones tecnológicas. Adquiere especial importancia la perspectiva “problema-solución” para la identificación de problemas tecnológicos puntuales y dotar de un mayor sentido a la significativa actividad que desarrollan las instituciones que conforman el potente sistema nacional de ciencia y tecnología.

En este aspecto se destaca el rol de las universidades públicas en el desarrollo de un conocimiento científico tecnológico y en el necesario diálogo con otras instituciones para el aprovechamiento de la ciencia y la tecnología como variable clave para la construcción de una sociedad más justa. En especial, para las jóvenes universidades del conurbano, caracterizadas por un fuerte compromiso con sus comunidades, formando con altos estándares de calidad académica en sus aulas y vinculándose con las agendas de desarrollo en sus territorios.

## Sobre el equipo autoral

### **Gastón Kneeteman**

Lic. en Sociología (UBA) y Dr. en Antropología Social (IDAES-UNSAM). Se desempeñó como profesor en las facultades de Ciencias Sociales y Ciencias Económicas (UBA) y UMET. Actualmente desarrolla su tarea docente en la Universidad Nacional Guillermo Brown (UNaB) y la Universidad Nacional Arturo Jauretche. En tanto investigador, ocupó diversos roles en centros de investigación de nuestro país y el exterior, entre ellos: IIGG (UBA); CNPq (Brasil); IDH (UNGS); CIE (UNSAM) y CCC “Floreal Gorini”.

Hasta el momento, su trabajo se desarrolla específicamente en el campo de la etnografía política y la epistemología de las ciencias sociales.


### **Carlos Gerónimo Gianella**


Es Ingeniero Agrónomo (UBA) y especialista en Desarrollo Local y Gestión de Políticas Públicas. Con más de 35 años de experiencia en gestión de la ciencia, la tecnología y la innovación productiva, se ha desempeñado en la función pública como Subsecretario de Ciencia y Tecnología, Subsecretario de Educación, presidente de la Comisión de Investigaciones Científicas (estos tres cargos, de la Provincia de Buenos Aires), Vicerrector de la Universidad Nacional de San Martín y Secretario de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional del Oeste. También dirigió la carrera de Especialización en Gestión de la Tecnología y la Innovación y Diplomatura en Gestión de la Tecnología y la Innovación (UNSAM), fue presidente de la División Latinoamericana de Parques Tecnológicos IASP, presidente de la Asociación de Incubadoras, Parques y Polos Tecnológicos de la República Argentina, Secretario de Ciencia y Tecnología de la UNSAM y Gerente del Polo Tecnológico Constituyentes. Actualmente es consultor de la Unidad de Servicios I+D+i de la Universidad Nacional Guillermo Brown (UNaB).

### **Ignacio Jawtuschenko**

Es Licenciado en Periodismo, especializado en comunicación pública de la ciencia y la tecnología. Es docente universitario y actualmente se desempeña como Secretario de Extensión y Bienestar de la Universidad Nacional Guillermo Brown (UNaB).

## Nuestras redes sociales

 @unaboficial

 @unaboficial

 universidad**nacional**guillermobrown

 [www.unab.edu.ar](http://www.unab.edu.ar)



**unab**

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
GUILLERMO BROWN**

FILOSOFÍA  
EPISTEMOLOGÍA  
SOCIOLÓGIA **SOBERANÍA**  
ANTROPOLOGÍA  
Medio Ambiente

**CIENCIA**  
DESARROLLO

TECNOLOGÍA  
**ECONOMÍA**  
CONOCIMIENTO  
**DEBATE**

ISBN 978-631-90004-5-0



9 786319 000450