

Rodrigo Arocena y Judith Sutz

Subdesarrollo e innovación

674

La obra de Arocena y Sutz constituye una importante y novedosa contribución desde la óptica latinoamericana a la reflexión sobre la naturaleza de los procesos de innovación y de su impacto sobre el desarrollo. El libro es el fruto de una continuada labor de análisis sobre los fundamentos y condicionantes del desarrollo científico y tecnológico que han realizado los autores durante los últimos años.

El enfoque de la temática complementa las tradicionales visiones de la innovación y del desarrollo e incorpora dimensiones específicas de los países que en el libro se definen como periféricos, y que constituyen un importante referente para comprender las claves del mundo actual.



Ilustración: David C. Vesa

ISBN 84-8323-358-4

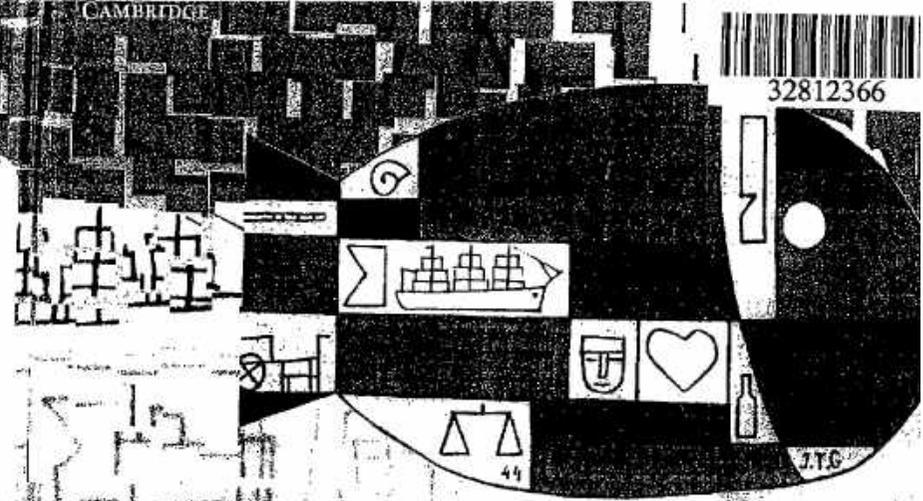


9 788483 233580

CAMBRIDGE



32812366



Subdesarrollo e innovación

Navegando contra el viento

Rodrigo Arocena
Judith Sutz

CIENCIA, TECNOLOGÍA, SOCIEDAD

Subdesarrollo e innovación
Navegando contra el viento

Subdesarrollo e innovación
Navegando contra el viento

RÓDRIGO AROCENA y JUDITH SUTZ

Serie dirigida por
José Antonio López Cerezo
Eulalia Pérez Sedeño



Organización
de Estados
Iberoamericanos

Para la Educación,
la Ciencia
y la Cultura

PUBLICADO POR THE PRESS SYNDICATE OF THE UNIVERSITY OF CAMBRIDGE
The Pitt Building, Trumpington Street, Cambridge, United Kingdom

CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS
The Edinburgh Building, Cambridge CB2 2RU, UK
40 West 20th Street, New York, NY 10011-4211, USA
477 Williamstown Road, Port Melbourne, Vic 3207, Australia
Ruiz de Alarcón, 13, 28014 Madrid, España
Dock House, The Waterfront, Cape Town 8001, South Africa
<http://www.cambridge.org>

Subdesarrollo e innovación - Navegando contra el viento

Primera edición, 2003

© Cambridge University Press, Madrid, 2003

Ruiz de Alarcón, 13, 28014 Madrid

ISBN 84 8323 358 4 rústica

<http://www.cup.es>

Publicado en colaboración con la Organización de Estados Iberoamericanos

<http://www.oei.es>

Ilustración de cubierta: Joaquín Torres García, 1944.

Museo Torres García, Uruguay.

Quedan rigurosamente prohibidas, sin la autorización escrita de los titulares del copyright,
bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción total o parcial de esta obra
por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía
y el tratamiento informático, y la distribución de ejemplares de ella
mediante alquiler o préstamo público.

Producción: Fotomecánica y fotocomposición ANORMI, S.L.
Compuesto en Times 10,5 pt, en QuarkXPress™
Impreso en España por Lavel, S.A.
Depósito legal: M-27.657-2003

Índice

Introducción: <i>Desde un Sur</i>	11
PRIMERA PARTE:	
<i>El ascenso de la innovación</i>	17
1. La innovación como problema complejo	19
1.1. ¿Qué se entiende por innovación técnico-productiva? ..	19
1.2. Los momentos de la innovación	23
1.3. Los caminos de las transformaciones tecnológicas	26
1.4. Una mirada de conjunto	30
2. Nada de lo social le es ajeno	33
2.1. Las capacidades para innovar	33
2.2. El papel de las políticas	38
2.3. Actividades y actores	41
2.4. La orientación de la innovación	44
3. Un fenómeno interactivo, distribuido y conflictivo	51
3.1. Relaciones entre productores y usuarios	51
3.2. Los diversos actores que originan innovaciones	54
3.3. Sobre cultura y cambio técnico	57
3.4. De las especificidades culturales a la competitividad ..	61
3.5. La innovación como expresión de intereses	66
3.6. La innovación como espacio de antagonismos	70
4. La innovación en el mundo de hoy	77
4.1. Algunas tendencias fuertes de nuestro tiempo	77
4.2. Transformaciones en la producción de conocimiento ...	82
4.3. Las universidades en el «reino de la innovación»	86
5. Los sistemas de innovación	95
5.1. Caracterización general	95
5.2. Sistemas nacionales, regionales y locales de innovación ..	96
5.3. Sobre el papel del conocimiento tácito	100
5.4. Sistemas sectoriales de innovación	101
5.5. Las políticas públicas «fortalecedoras de sistema»	103
5.6. El enfoque constructivo en el estudio de los sistemas de innovación	110
Recapitulación: una clave de nuestro tiempo	113

SEGUNDA PARTE:	
<i>Divisorias nuevas y viejas</i>	117
6. De la sociedad industrial a la sociedad del conocimiento..	119
6.1. La revolución tecnológica de fines del siglo xx.....	120
6.2. Buscando ayuda en la historia comparada	127
6.3. Algunas dimensiones de la mutación en curso	129
6.4. Dinámicas globales del poder.....	136
6.5. La emergencia de la sociedad capitalista del conoci- miento	140
7. El subdesarrollo, de ayer a hoy	143
7.1. La cuestión en perspectiva.....	143
7.2. Ciencia y tecnología en el Norte y en el Sur.....	149
7.3. Sistemas nacionales de innovación y subdesarrollo..	155
7.4. Problemas y tendencias	157
8. Las divisorias del aprendizaje.....	169
8.1. Transformaciones en el mundo del trabajo	169
8.2. Capacidades y oportunidades: dónde y cómo se apren- de.....	174
8.3. Grandes divisorias	179
9. Sobre la democratización del conocimiento.....	185
9.1. Ciencia, tecnología y desigualdad	185
9.2. El papel de la agenda de investigación.....	188
9.3. Conocimiento y libertades	190
10. La cuestión del desarrollo.....	195
10.1. Desarrollo humano auto-sustentable	195
10.2. La innovación semiperiférica	198
10.3. Estado, mercado y actores	202
10.4. Estrategias alternativas.....	204
Conclusión: <i>Innovación social y equidad proactiva</i>	215
Referencias.....	225

*Desde hace miles de años se sabe usar la vela
para aprovechar el viento que sopla de popa,
empujando a la nave.
Mucho después se aprendió a avanzar
cuando sopla de costado y aun casi de proa:
zigzagueando, se puede navegar contra el viento.
Así se recorrieron los siete mares.*

Introducción: Desde un Sur

En los últimos dos siglos el cambio técnico ha alterado de manera fundamental las condiciones de vida en la Tierra. Durante ese período, se amplió a un ritmo antes inimaginable la capacidad propia de la especie humana para hacer sistemáticamente cosas nuevas y encontrar maneras nuevas de hacer las cosas. La expansión de esa capacidad gestó vínculos cada vez más estrechos con otra no menos expansiva, la de averiguar, también sistemáticamente, por qué o cómo funciona la naturaleza. Tuvo lugar así un verdadero «matrimonio» de la tecnología con la ciencia, que aceleró el crecimiento de ambas, cada una promoviendo el de la otra y el incremento del potencial humano, tanto para la creación como para la destrucción.

A partir de ese período de viraje en la historia, la ciencia y la tecnología se constituyeron en factor mayor de desestabilización y transformación de las relaciones sociales y de las condiciones ambientales. Se abrieron perspectivas inéditas de bienestar y de perjuicios, de peligros y de prosperidad. Las complejas interacciones recíprocas entre ciencia, tecnología y sociedad modificaron antiguas fuentes del poder social y generaron otras nuevas, alterando tanto su distribución como las formas de ejercerlo. Surgieron y se afianzaron nuevas diferencias entre grupos humanos.

En este siglo XXI, lo que vaya sucediendo en materia de control social de la ciencia y la tecnología —su orientación, su regulación, la distribución de sus beneficios y perjuicios— tendrá una gran incidencia en la evolución de las formas del conflicto y la cooperación, tanto en la humanidad como en sus vínculos con la biosfera en su conjunto. Más que nunca, afectará a todas las personas, de formas a menudo análogas; otras, diferentes, y con frecuencia, contrapuestas.

Estas cuestiones pueden ser vistas bajo una luz más clara a partir de la nueva aceleración del cambio técnico, desatada hace unas tres décadas, que abre posibilidades, riesgos y dilemas hace poco difíciles siquiera de imaginar, al tiempo que se constituye en uno de los grandes impulsores de los procesos de globalización, que ya han generado impresionantes niveles de riqueza y desigualdad.

Nuestra era parece signada por la extensión a todo el globo de procesos, simultáneos y entrelazados, de convergencia y divergencia en la evolución de las condiciones de vida de la gente. Ciertos cambios globales llegan a afectar a todos, pero de maneras muy variadas; muchas semejanzas se extienden por el planeta entero, mientras las diferencias se mantienen o exacerbán en casi todos los lugares. En esa malla abigarrada de convergencias y divergencias, se pregona una homogeneización ilusoria, cuando en la realidad se van afianzando ciertas divisorias sociales directamente ligadas al cambio técnico,

verdaderas líneas de fractura que parecen llamadas a incidir cada vez más en las formas del futuro.

En las fracturas a las que nos referimos inciden en gran manera las diferencias, forjadas a lo largo de la historia, de las capacidades colectivas para la innovación técnico-productiva. La misma constituye una actividad cada vez más imbricada con la creación de conocimientos; combina facetas propiamente técnicas con otras, no menos relevantes, de carácter institucional; de ella puede decirse que nada de lo social le es ajeno. En efecto, la innovación técnico-productiva —vale decir, el cambio técnico que realmente se incorpora a las prácticas colectivas— no es algo que sucede sin más, con la ineluctabilidad antaño atribuida a todos los fenómenos de la naturaleza, sino la resultante, a menudo inesperada y conflictiva, de la interacción entre posibilidades materiales, explotaciones e intereses variados, en cuyo curso diversas decisiones suelen ser posibles. Así entendida, la innovación constituye uno de los temas fundamentales de este libro.

La gravitación, en rápido ascenso, de la innovación basada en la ciencia y la tecnología promueve la emergencia, harto despareja, conflictiva e incierta, de la denominada sociedad del conocimiento. En tal contexto, las desigualdades sociales y regionales dependen cada vez más de las diferencias de oportunidades para aprender y para usar de forma creativa lo aprendido; tales diferencias constituyen las mencionadas grandes líneas de fractura, a las que cabe denominar «divisorias del aprendizaje». Éstas incluyen la «divisoria digital» —ligada a que se acceda o no a la panoplia informática—, pero son mucho más vastas y significativas.

La transición de las sociedades de base agraria a las sociedades industriales, iniciada hace unos dos siglos en una pequeña porción del planeta, generó dinámicas de interacción asimétrica que configuraron a extensas regiones como áreas subdesarrolladas. El segundo tema medular que aquí se considera es la incidencia de las divisorias del aprendizaje en la reconfiguración de la problemática del subdesarrollo, durante la transición a la sociedad del conocimiento.

Es tiempo de anticipar, aunque sea muy brevemente, lo que entendemos por desarrollo y subdesarrollo.

Nos basamos en dos nociones bastante trabajadas en las últimas décadas. Una es la de desarrollo humano, entendido como el conjunto de procesos que expanden las capacidades y las potencialidades de los seres humanos, su libertad para elegir y hacer realidad formas de vida dignas. La segunda noción es la de desarrollo sustentable o sostenible, definido como el conjunto de modalidades para atender a las necesidades y expectativas de las generaciones actuales que, al mismo tiempo, salvaguardan las posibilidades de desarrollo de las generaciones futuras, en particular a través de la preservación del medio ambiente. A estas dos caracterizaciones, tan relevantes como compatibles, queremos agregar una tercera, que recoge una inspiración clásica, según la cual el desarrollo se sustenta a sí mismo en la medida en que se construyen hoy las bases materiales y, sobre todo, culturales, que mañana serán necesarias para preservar y expandir las libertades humanas. La concepción normativa resultante, que podríamos denominar *desarrollo humano auto-sustentable (DHAS)*, es lo que aquí se designará, para abreviar, como desarrollo a secas.

El enfoque adoptado informa una concepción, que se irá elaborando a lo largo del libro, pero que conviene asumir desde ya: no existe una escalera del desarrollo.

La afirmación se explicita desdoblándola en otras. Las naciones y regiones hoy consideradas «desarrolladas» se encuentran, desde el punto de vista del DHAS y en términos promediales, bastante mejor o meñor mal que las otras y, sobre todo, en una situación tal que las diferencias, además de cuantitativas, son cualitativas, de sustancia y no sólo de grado en lo que hace a las condiciones de vida de gran parte de la población. Pero el «Norte» no ofrece un modelo para un hipotético ascenso del atraso al progreso: ello no es viable ni deseable.

Los países desarrollados recorrieron trayectorias diferentes, que no pueden ser copiadas, porque fueron posibles en sus específicos contextos históricos, porque los tiempos del mundo son otros, porque ciertos procesos exitosos suelen cerrar tras de sí el camino recorrido, incluso porque el enriquecimiento de algunos se ha basado no poco en el empobrecimiento de otros. Más aún, aunque aquellas trayectorias fueran imitables en algunos aspectos, tampoco deberían serlo, no sólo porque son muchas las carencias materiales y espirituales que se detectan en el Norte, sino porque otras afloran en los procesos de transformación y desestabilización que —podemos pronosticarlo con certeza— no dejará de generar la evolución conjugada del cambio técnico y las relaciones de poder. Así, aunque se tomara al Norte como meta, se trata de un blanco móvil, por lo cual apuntar a su posición presente conlleva una alta probabilidad de errar. En suma, no es casual que los procesos históricos de desarrollo que pueden ser considerados exitosos, en alguna medida significativa, tengan en común su heterodoxia, su apreciable cuota de originalidad.

Más aún, no se puede seguir simplemente los pasos que ayer recorrieron los países ricos, subiendo la escalera del progreso desde el atraso, porque éste es, además, subdesarrollo: un complejo de situaciones heterogéneas en la configuración de las cuales inciden, por supuesto, fundamentales factores internos, pero también las relaciones externas de subordinación, económica ante todo, pero en más de un sentido también política e incluso ideológica. Por consiguiente, los países subdesarrollados presentan ciertas dinámicas propias que los pautan como algo bastante distinto de un estado anterior o un peldaño inferior en el camino o la escalera del desarrollo.

La industrialización contribuyó en el pasado a afianzar las relaciones de dependencia, respecto a los pocos países que concentraron las capacidades tecnológicas, de gran parte de las otras regiones del planeta, que, sin mengua de su inmensa diversidad, tuvieron en común una integración de tipo periférico en la economía mundial. Esas relaciones no han desaparecido con la emergencia, apenas incipiente, de la sociedad del conocimiento, aunque algunas de sus modalidades más características están cambiando de forma acelerada, planteando problemas quizás todavía más arduos que los del pasado.

En las dinámicas contemporáneas se detecta una tendencia profunda a una «nueva división internacional del trabajo», en la cual el Norte —cuya composición geográfica difiere pero poco de la de ayer— se configura como un oligopolio de la investigación y la innovación. Esa inmensa asimetría es una clave contemporánea de la dependencia y,

también, de la marginación lisa y llana de amplias regiones del planeta; conlleva asimismo la amenaza de un reparto muy desparejo de los daños globales.

Semejante comprobación previene por sí misma contra toda veleidad autárquica como alternativa para el desarrollo. Esta daría hoy resultados bastante peores que los del pasado inmediato, sobre todo si se la acompaña con un rechazo generalizado a la ciencia y a la tecnología. Estrategias de ese tipo constituyen un pasaporte garantizado hacia las penurias sociales y ambientales.

Cuando la investigación y la innovación, para bien y para mal, por acción o por omisión, van incidiendo cada vez más en la vida cotidiana de toda la gente, son imprescindibles los esfuerzos y las luchas en el interior de los procesos de cambio técnico, apuntando a su democratización. No tiene destino cualquier opción que renuncie a incidir en la orientación de la ciencia y la tecnología, cosa imposible sin grandes esfuerzos para multiplicar los aprendizajes colectivos y las capacidades propias para la generación de conocimientos.

No se trata, pues, ni de imitar al Norte ni de ignorarlo. Debemos intentar comprender semejanzas, diferencias y posibilidades, y comparar panoramas y tendencias a partir del análisis de las especificidades de cada región. Miramos, por tanto, las cuestiones de la innovación y del aprendizaje desde un Sur, el nuestro, América Latina, buscando el diálogo con los otros Sures y con el Norte o los Nortes. Estamos convencidos de que, hoy más que nunca, hace falta trabajar para robustecer las capacidades propias y autónomas, a fin de poder intervenir realmente en las decisiones de los problemas globales, todo lo cual es justo lo opuesto de la autarquía. Y requiere aprender de todos, sin copiar a nadie.

No se nos escapan las inmensas dificultades que, para encontrar caminos de progreso en lo social y ambiental, se plantean en todas partes, aunque no de la misma forma. ¿Cuáles son, por ejemplo, los márgenes de maniobra y de autonomía que los procesos de globalización dejan a los países del Sur? En lo que ayer se denominó Tercer Mundo, y más allá también, junto a avances indudables, se registran deterioros angustiosos, así como una decadencia bastante difundida de la esperanza. Pero también en el Primer Mundo, cuyo poder y prosperidad consolida una nueva revolución tecnológica, aflora la sociedad dual o a dos velocidades e incluso la marginación de muchas personas. La transición de sociedad que, repitámoslo, afecta a todo el planeta, aunque de manera muy despareja, estimula y demanda nuevas reflexiones globales.

Este libro aspira a realizar una pequeña contribución al intercambio de ideas, a partir del análisis conjunto de las dinámicas de la innovación y de las divisorias del aprendizaje. Ello lleva naturalmente a preocuparse por la configuración social de la agenda de investigación: ¿cómo y por qué se decide qué y para qué se investiga en ciencia y tecnología?

El nuevo papel de la ciencia y los modos cambiantes de producir conocimientos replantean, en condiciones distintas a las de ayer, preguntas bastante antiguas, pero sin respuestas aceptadas por todos. Por ejemplo: ¿cuándo y en qué medida se justifica que un país pobre gaste recursos públicos en ciencia básica o fundamental? Más urgente

aún: ¿por qué vías se puede promover la generación endógena de tecnologías aptas para apoyar una expansión sustentable de la producción? Y por encima de todo: ¿cómo orientar la agenda de investigación sesgándola hacia una contribución eficiente y sostenible a la lucha contra la miseria y la inequidad?

Cuestiones como las esbozadas ponen sobre el tapete una pregunta central: ¿cómo pueden la equidad y la innovación relacionarse de manera que una potencie a la otra? Son enormes las dificultades para avanzar en tal dirección; pero la comparación de ciertas experiencias históricas, conjugada con la discusión de los procesos sociales contemporáneos de cambio técnico, sugiere algunas posibilidades. En cualquier caso, el desencuentro entre equidad e innovación —bastante más frecuente que su simbiosis— constituye una traba mayor para el desarrollo del Sur. En el Norte, donde la desigualdad creció mucho durante las dos décadas finales del siglo XX, parece también un problema muy serio. Éste no puede ser abordado por la vía de congelar o aun desandar los procesos de cambio técnico. Asumir el desafío, más que frenar la innovación, necesita de «otra innovación», distinta tanto por lo que hace por cómo lo hace. No son pocas las personas de buena voluntad que, en todas partes, se dedican a enfrentarlo. Quizás se esté configurando así una de las fuentes de la esperanza propias del siglo XXI.

En una novela de Kafka, el señor K. se pierde una y otra vez cuando procura hallar el camino que debiera conducirlo al castillo, sin recibir, a partir de sus angustiosas consultas, orientaciones que le resulten de utilidad. ¿Cuántos de los que buscan una sociedad mejor no se han sentido así en los últimos tiempos? Se trata de una sensación recurrente, desde hace por lo menos medio siglo, entre quienes trabajan por hacer de la ciencia y la tecnología una herramienta contra el subdesarrollo. Décadas atrás, en las luchas por el desarrollo del Tercer Mundo, se entrevistó a Don Quijote cabalgando de nuevo. La historia y el tiempo hicieron su obra: como lo dijera al fin de su vida el hidalgo inmortal, «ya en los nidos de antaño no hay pájaros hogaño». Quedan los compromisos y, tal vez, los aprendizajes. No hay vía real, ni mapas seguros, sino senderos serpenteantes y riesgos distintos, pero también oportunidades nuevas. Si se las trabaja con tesón, modestia e inventiva, no es imposible seguir navegando, como Ulises en busca de Itaca, siempre que se recuerde dónde se quiere ir.

PRIMERA PARTE

El ascenso de la innovación

Nuestro propósito inicial es analizar la importancia creciente de la innovación técnico-productiva, vista como un conjunto de procesos sociales a través de los que se introduce lo nuevo en ciertas prácticas colectivas relevantes. Intentaremos describir y ejemplificar tales procesos, atendiendo a su evolución histórica, destacando la intervención de muy variados actores, poniendo de manifiesto hasta donde nos sea posible sus dimensiones institucionales y culturales.

La mirada a largo plazo enseña que la innovación técnico-productiva se ha basado cada vez más en el conocimiento científico y, a la inversa, ha incidido sobre la evolución de este último de múltiples maneras. Se configura así un haz de relaciones complejas entre investigación e innovación, que constituyen una característica importante de nuestra época y, por acción u omisión, una cuestión sustantiva de la política.

La innovación como problema complejo

1.1. ¿Qué se entiende por innovación técnico-productiva?

Sin aspirar a eliminar toda ambigüedad o vaguedad en el uso del concepto, conviene clarificar a qué nos referimos cuando hablamos de innovación. Ésta, entendida como generación de cambios o novedades de cierta relevancia, tiene lugar desde siempre en todas las esferas del quehacer humano. Aquí nos ocuparemos de la introducción de lo nuevo en las prácticas colectivas vinculadas con lo técnico-productivo, a la que, en aras a la brevedad, denominaremos innovación, a secas, pero sin que ello suponga en modo alguno la atribución de un valor o incidencia superiores a los de otras formas de innovar.

Aun restringiéndonos a los ámbitos mencionados, subsiste la ambigüedad del concepto, como lo evidencia la pregunta: ¿para quién es nueva la innovación? Puede serlo a escala del mundo o de la nación, para una empresa, para una localidad o para un colectivo de otra índole. La selección del criterio dependerá de las preocupaciones que motiven el estudio del tema.

Se habla de «nuevo bajo el sol» para denotar innovaciones que tienen carácter mundial, lo cual no significa que se pueda acceder a ellas desde todas partes del mundo; esta constatación, tan obvia, suele ser descuidada. Recordarla ayuda a captar por qué la introducción, en un país o región, de algo bien conocido en otra parte puede, sin embargo, tener la complejidad y el impacto de una «novedad total». Aun lo que sólo constituye un cambio si se fija la atención en un espacio de tipo «micro» —una empresa, por ejemplo— suele tener impactos relevantes, lo que lleva a estudiar lo «nuevo bajo un cierto techo».

La introducción de computadoras constituye, sin duda, una innovación de gran incidencia, pero, según los grupos o lugares que se considere, los impactos realmente significativos estarán constituidos por la «innovación bajo el sol», o por la novedad en la región, o por lo «nuevo bajo este techo».

Cuando estamos pensando en cambios productivos, aparece naturalmente la distinción entre «innovación de proceso» —vale decir, en la manera de producir— e «innovación de producto», en lo que resulta de la producción. Pero, dependiendo de su uso, una misma innovación puede ser de proceso o de producto, en la forma de hacer las cosas o en las propias cosas que se hacen. Una máquina nueva representa, para quien la introduce en la práctica, una innovación de producto, mientras que constituye una innovación de proceso para quien la aprovecha a fin de cambiar sus procedimientos productivos.

Semejante distinción suele relacionarse con diferentes impactos sociales. Una innovación de proceso a menudo torna obsoletos ciertos procedimientos productivos y, por

ende, ciertas capacidades, o permite obtener los mismos resultados con menos mano de obra; puede darse, así, una relación significativa entre innovación y desocupación. A la inversa, una innovación de producto con frecuencia da lugar a nuevas actividades y, por ello, amplía las posibilidades ocupacionales. A veces, ambos fenómenos son generados por la misma innovación.

A esta altura, conviene poner de manifiesto el parentesco entre innovación y resolución práctica de problemas: cómo hacer algo diferente, aprovechar cierta oportunidad, afrontar una carencia o una amenaza, disminuir la dependencia respecto de algo o alguien. Los problemas pueden tener rasgos muy variados; las innovaciones también.

Tal parentesco contribuye a destacar, a la vez, las similitudes y las diferencias entre invención e innovación. Ambas tienen en común el papel central de la creatividad, tan relevante para la tecnología como para las artes, las letras y las ciencias. La creación técnica suele estar dirigida a objetivos bastante precisos, hace uso de todo lo que se considere útil y, cada vez más, constituye una actividad «intensiva en conocimiento». Por su aprovechamiento de lo hecho antes —en el campo específico como en la acumulación de saberes en general—, es un proceso altamente condicionado por la historia, de naturaleza evolutiva, que puede rastrearse incluso en cambios radicales; ejemplo eloquente de esto último es el largo proceso que culminó con la patente de la máquina de vapor, por James Watt, como «agente general» de la industria.

Anotemos también que el pasado puede ser tanto una inspiración como un freno para la creatividad tecnológica. En el fundamental capítulo «Maquinaria y gran industria», del primer tomo de *El capital*, Marx (1988: 466, nota 103) lo dice así:

Hay muchos ejemplos de cómo, al comienzo, la vieja forma de un medio de producción influye sobre la forma nueva... una de las primeras locomotoras ensayadas tenía dos patas que levantaba una después de la otra, como si fuera un caballo. Hace falta una larga experiencia práctica y una ciencia más avanzada para que la forma llegue a ser determinada completamente por el principio mecánico y, por ello mismo, completamente emancipada de la forma tradicional del instrumento.

Manifestaciones de la creatividad ambas, invención e innovación no son actividades idénticas. Un invento, incluso notable, no da lugar necesariamente a una innovación; puede suceder que quienes lo crean no se interesen por sus usos potenciales, que quienes lo conocen no perciban los problemas que podría resolver, que las relaciones políticas y las ideas predominantes dificulten los cambios, o que el uso del invento en cuestión no resulte conveniente desde el punto de vista económico. La potencia del vapor, por ejemplo, es conocida desde el comienzo de la era cristiana. En el siglo I, Herón de Alejandría describe un torniquete a vapor que, si bien podría haber tenido aplicaciones prácticas relevantes, permaneció como una mera curiosidad, porque en realidad no apuntaba a resolver ningún problema reconocido como tal en ese momento: no constituyó, por tanto, una innovación en sentido estricto. En otras palabras, la posibilidad técnica de hacer algo nuevo no genera de por sí la innovación, que es la efectiva

implantación de la novedad en cierto espacio práctico. Así, la innovación aparece como el encuentro o síntesis entre la capacidad potencial de hacer algo nuevo y la percepción de una oportunidad o necesidad de aprovechar tal capacidad. En general, semejante síntesis surge de la relación entre actores distintos: se trata pues de un fenómeno de interacción social.

Joseph Schumpeter (1957), el estudioso que situó la innovación en el centro de la temática económica, describía las innovaciones como la introducción de «nuevas combinaciones», de procedimientos y objetos que serán o no nuevos, pero que son utilizados de manera que, en el contexto de referencia, resulta original. Esto último debe ser enfatizado: en la innovación siempre hay algo de creación, nunca se reduce a la yuxtaposición de cosas conocidas. En frase mil veces citada, Schumpeter lo planteaba así: «Agregue cuantos carruajes quiera, que no por ello obtendrá un ferrocarril».

Una innovación puede basarse en determinados inventos, que a menudo son sus inductores directos. La innovación que representó la iluminación eléctrica, por ejemplo, estuvo basada en la invención del filamento incandescente, aplicación práctica, a su vez, de un principio físico descrito por el francés Joule; pero aun en tales casos, la innovación no se reduce a la invención. A partir del invento de Edison mucho hubo que hacer —en términos de desarrollo tecnológico (los filamentos se fundían por efecto del calor, cuestión resuelta simultáneamente por el inventor norteamericano y un rival inglés), manejo económico y adecuación institucional— para resolver por esa vía el problema del alumbrado público. Esto se repite una y otra vez, hasta nuestros días, como lo testimonia la primera computadora electrónica, el primer semiconductor o el primer láser: más aún, la búsqueda de soluciones a las ineficiencias de las innovaciones de «etapa temprana» suele ser una fuente importante de nuevos descubrimientos e inventos (Rosenberg, 1994: 259, 260).

Por otro lado, esa notable «nueva combinación» de objetos bien conocidos que es el *container* muestra que es posible transformar las prácticas del transporte sin hacer uso de lo que suele llamarse un invento. Cabe notar, sin embargo, que si bien siempre pueden encontrarse —y seguirán encontrándose— innovaciones que sólo recurran a nuevas combinaciones de objetos o principios conocidos, las que más trastocan las prácticas corrientes están cada vez más basadas en inventos, es decir, en objetos o principios totalmente nuevos.

Es frecuente considerar que la innovación aparece sólo cuando lo nuevo —producto, proceso, servicio, dispositivo— se comercializa. Aunque la transacción en el mercado pueda dar cuenta de la efectiva incorporación de tal novedad a ciertas prácticas, no adoptaremos ese criterio definitorio. No parece necesario ni conveniente restringir el análisis de los fenómenos innovativos a los espacios sociales configurados por las relaciones mercantiles. Ello no es adecuado ni siquiera en las economías de mercado: una innovación puede tener lugar sin ser comercializada, en el sector público, en diversos espacios asociativos, y también dentro de una empresa privada. Algo nuevo puede surgir, ser desarrollado, probado y adoptado en el interior de una empresa, y constituir una innovación con independencia de que después se comercialice o no de forma autónoma.

Recordemos que el transistor fue inventado en los Laboratorios Bell, dependientes de la gran empresa de telecomunicaciones norteamericana ATT, a partir de problemas internos de la compañía —necesidad de incrementar la fiabilidad de los componentes electrónicos utilizados en telefonía— lo que dio lugar a importantes cambios en sus prácticas productivas (Rosenberg, 1995: 138). Habría sido, por tanto, una innovación importante aun en el caso de que no hubiera sido comercializada a través del sistema de patentes. Por otro lado, es bien conocido que ciertos cambios técnicos efectivamente implementados, en especial cuando son de aplicación militar, no sólo no son comercializados sino que se procura evitar que lo sean.

Sin desmedro de lo recién dicho, es claro que la innovación técnico-productiva —la efectiva introducción de «nuevas combinaciones» en las prácticas colectivas vinculadas con la producción de bienes y servicios— presenta, en el mundo de hoy, una imbricación cada vez más estrecha con la valorización comercial de los cambios y, por consiguiente, con los dominios de las finanzas. Sobre estas cuestiones volveremos más de una vez en las páginas que siguen.

A esta altura, conviene prevenir contra una impresión habitual —a la que podrían haber contribuido ciertos ejemplos mencionados antes—, según la cual lo que importa en este terreno son sólo los grandes cambios. Se denomina *innovaciones radicales* a las que constituyen un punto de viraje en la evolución de una cierta rama de actividad, porque reconfiguran profundamente lo que hace la gente que allí trabaja, sus relaciones mutuas e incluso sus interacciones con otros sectores de la sociedad. Algunas de esas innovaciones marcan épocas, y su gravitación histórica puede llegar a ser muy grande. Pero todo ello no debiera ocultar las consecuencias de los cambios menores, graduales, con frecuencia acumulativos, que constituyen las denominadas *innovaciones incrementales*. Aunque puedan pasar desapercibidas, los estudiosos del cambio técnico han puesto de manifiesto la enorme incidencia que tuvo la sucesión de modificaciones pequeñas en la evolución de ciertas tecnologías e industrias. Entre los ejemplos destacados, figura la reducción de costos en paralelo con la mejora de rendimientos que experimentó la industria del ferrocarril hacia fines del siglo XIX, sin que ninguna «innovación radical» tuviera lugar. Se ha sostenido también que, tanto en la producción de rayon como en el refinamiento de petróleo, las mejoras incrementales y acumulativas contribuyeron más al avance tecnológico que los cambios mayores.

La innovación técnico-productiva constituye, pues, un proceso continuo y discontinuo a la vez, en el que ciertos cambios radicales dan lugar a prácticas completamente nuevas, susceptibles de ser consideradas mutaciones mayores, al tiempo que la acumulación de cambios pequeños, o mutaciones menores, va configurando transformaciones graduales, incluso imperceptibles, que a veces desembocan en la aparición de novedades sustantivas.

La analogía con la evolución biológica, en la perspectiva de Darwin y sus continuadores, fue sugerida ya por el propio Schumpeter. Muchos estudiosos han contribuido a desarrollar la visión schumpeteriana, elaborando un enfoque evolucionista del cambio técnico. Entre ellos, los destacados economistas Richard Nelson y Sydney Winter

(1982), además de asimilar la innovación con la resolución de problemas, han subrayado que cada «nueva combinación» se convierte, a su vez, en una pieza para otras combinaciones potenciales. La innovación técnico-productiva aparece, pues, como un proceso abierto, donde *el cambio llama al cambio*.

1.2. Los momentos de la innovación

En las innovaciones que surgen como consecuencia de invenciones, éstas constituyen las promesas y aquéllas sus concreciones. Ahora bien, cuando lo que interesa es el impacto social y económico de los cambios ligados a la producción, hace falta distinguir no sólo entre invención e innovación, sino también entre innovación y difusión. Hay inventos que no dan lugar a innovaciones, pues no se introducen de forma efectiva en ningún contexto de prácticas. También es posible que una innovación sea utilizada por poca gente, en actividades de repercusiones muy limitadas. Aunque el uso no se extienda, las consecuencias pueden ser grandes, como lo recuerda el caso de ciertas innovaciones bélicas, con inmensas repercusiones a pesar de su mínima difusión. Pero, por lo general, las innovaciones influyentes son las que se difunden y utilizan por mucha gente.

En los procesos que generan lo que se suele llamar innovación conviene, pues, distinguir tres «momentos»: la invención, la innovación propiamente dicha, y la difusión. Como en casi cualquier clasificación de actividades sociales, las fronteras no son nítidas; diversos casos pueden corresponder a más de un «momento». Se trata de procesos a la vez continuos y discontinuos, donde no existen separaciones netas, como las que pueden establecerse entre los números pares y los impares; los «conjuntos» de actividades típicas de cada «momento» no son en realidad «disjuntos», pero son diferentes: si se descarta la distinción entre invención, innovación y difusión, muy poco se puede comprender de los procesos sociales de cambio técnico y de sus variaciones a lo largo de la historia.

La difusión da cuenta de la propagación de lo nuevo. En ese sentido, un gran estudioso de ese proceso insiste en el carácter comunicativo de la difusión: «Difusión es el proceso por el que una innovación se comunica a través de ciertos canales a lo largo del tiempo entre los miembros de un sistema social» (Rogers, 1995: 5). Dicha comunicación, realizada a través de los más diversos medios y que implica siempre formas de interacción, puede o no dar lugar a adoptar lo nuevo, aunque siempre producirá cambios: «La difusión resulta en una especie de *cambio social*, definido como el proceso por el que ocurren alteraciones en la estructura y función de un sistema social. Cuando se inventan y difunden nuevas ideas, que resultan adoptadas o rechazadas, dando lugar a ciertas consecuencias, se produce *cambio social*» (ibid: 6, cursiva en el original).

Al revés de lo que a veces parece darse por sentado, la difusión de las innovaciones no tiene lugar necesariamente de forma automática o rápida. Entre la introducción del molino de agua y su adopción masiva, según el gran medievalista Marc Bloch, pasaron

alrededor de mil años. Por supuesto, las demoras no suelen tener tamaña magnitud, pero el ejemplo subraya la existencia de obstáculos a veces muy grandes a la difusión. Éstos pueden ser el resultado de acciones deliberadas, como las del gobierno inglés cuando, a comienzos del siglo XIX, prohibió la exportación de ciertos avances de la industria textil y, en especial, la emigración de los artesanos altamente calificados que sabían cómo usarlos (Landes, 1979: 165).

La difusión es un proceso que presenta rasgos y problemas específicos, que importan de forma especial a los países periféricos, por lo cual nos interesa destacarlo desde ahora, para retomar el tema más adelante. Por otro lado, ese proceso a menudo no se reduce a una simple copia de procedimientos conocidos, sino que suele requerir una serie de alteraciones al producto o proceso original; tales modificaciones pueden ser necesarias, sea para generalizar su uso, sea para adecuarlo a un contexto distinto, aunque sólo se aspire a reproducir lo que ya se está haciendo. Por supuesto, no siempre es así: el uso de la radio de transistores —innovación de producto— se difundió con notable rapidez, sin apenas modificaciones funcionales, por casi todo el mundo. A la inversa, el mero propósito de imitar puede generar acciones innovadoras; por ejemplo, si se sabe que un cierto problema ya ha sido resuelto en algún lado pero se desconoce los detalles de la solución, esto puede generar tanto el estímulo para buscarla como la posibilidad de hallar algo diferente.

La difusión multiplica las combinaciones de cosas conocidas para atender a necesidades o problemas diferentes. Ciertos productos finales se convierten en insumos intermedios, más baratos y polifuncionales, para construir otros productos, como si se tratara de armar un rompecabezas a partir de piezas modulares; éstas últimas pueden ser elementos tecnológicos, como los *chips* de la microelectrónica, ayer muy caros y hoy disponibles a precios razonables para diseñar soluciones a la medida de situaciones concretas. La aplicación adecuada a un caso determinado puede dar lugar a una combinación nueva.

En suma, al demandar adaptaciones significativas e incluso propiciar innovaciones incrementales, la difusión es en sí misma parte del cambio. Es la relativa continuidad del proceso de introducción de lo nuevo lo que así queda de manifiesto: una cierta transformación de las prácticas productivas que, desde el punto de vista de lo «nuevo bajo el sol», forma parte de la difusión, puede ser una innovación en tanto «nueva bajo este techo» o en esta localidad.

Una consecuencia de lo comentado es que, si bien muchas veces el acceso a las innovaciones consiste en algo parecido o idéntico a comprar un equipo nuevo y ponerlo a andar, en otras ocasiones la difusión demanda capacidades creativas análogas a las que se ponen en juego en la innovación misma.

Las diferencias y semejanzas apuntadas entre innovación y difusión permiten considerar una faceta relevante de las dinámicas sociales de cambio técnico-productivo; nos referimos a los *procesos trunco de difusión*, que en el subdesarrollo constituyen un fenómeno recurrente.

La introducción de algo nuevo en las prácticas técnico-productivas despliega, por lo general, su mayor influencia cuando se llega a una etapa en la que los principios bási-

cos de las innovaciones en cuestión son adaptados a la resolución de una amplia gama de problemas, mediante diseños e implementaciones a la medida de usuarios específicos y diferentes. Es entonces cuando se consume realmente la transformación asociada a ciertos principios tecnológicos nuevos, mediante su más amplio aprovechamiento. La diversidad implica que este estadio tenga un carácter muy «local»; los actores que introducen las novedades en ámbitos donde las particularidades gravitan mucho —muy a menudo, pequeñas empresas con alta capacidad tecnológica— deben tener una estrecha relación con los usuarios de esas novedades, desde el momento en que se plantea el problema, pasando por los períodos de diseño, prueba y puesta en práctica de las soluciones, hasta el seguimiento de estas últimas y su eventual modificación. No es casual que en los países muy industrializados se priorice de forma tan notoria el fomento de la pequeña empresa innovadora de base tecnológica. Se intenta crear las condiciones para que el proceso de difusión se complete, llevando el «oxígeno innovativo» a todos los actores que lo requieran. Cabe denominar *capilarización tecnológica* a esta etapa en la cual culmina la introducción efectiva de lo nuevo en las prácticas productivas.

Entre los actores de esta suerte de «capilarización» que procuramos describir sucintamente, se destacan los *sastres tecnológicos*. Éstos se desempeñan como grupos capaces de entender un problema particular, de buscar una solución a partir del acervo existente —y también, de identificar y realizar la investigación conducente a la creación del «conocimiento tecnológico» original que haga falta—, de diseñarla luego y construirla a la medida del usuario, en forma tal que resulte adecuada a sus requerimientos y recursos específicos. Estos «sastres» son, por definición, innovadores: conectan una oportunidad con una necesidad.

Conviene insistir en que la oportunidad es económica además de tecnológica; se estima que, al presente, más del 80% del costo del diseño adaptado a un usuario, en el terreno de la microelectrónica o de la biotecnología, consiste en valor agregado de conocimiento local. Se ha llegado, en algunas ramas de enorme repercusión, a una etapa en la que los precios de una significativa cantidad de equipos y componentes estandarizados —las piezas del rompecabezas— resultan accesibles a muchos usuarios potenciales.

La importancia de los sastres tecnológicos proviene, en primer lugar, de que el «supermercado tecnológico mundial» de productos y procedimientos *pret-à-porter* es relativamente rígido: son legión los problemas para los que no brinda solución, dado que las ofertas disponibles son inadecuadas, por razones de tamaño, precio, sofisticación excesiva, condiciones de operación diferentes, etc. En segundo lugar, pero no menos importante, el «sastre» permite al usuario un diálogo sobre necesidades y posibilidades tecnológicas, que apenas si existe en la transferencia de soluciones *pret-à-porter*; esto incide en la decisión misma del usuario respecto a la conveniencia de embarcarse en algo nuevo, y en cómo aprende a manejarse en las nuevas condiciones.

Cabe sostener que la existencia de sastres tecnológicos puede democratizar el acceso a la transformación productiva. Pensemos en una empresa de tamaño reducido, de tipo familiar, que se desenvuelve en un área tradicional: aunque su supervivencia dependa de su transformación, para llevarla a la práctica puede tropezar con grandes barreras, tanto

objetivas como subjetivas, con la carencia de recursos y de conocimientos y con la desconfianza frente a lo que se desconoce. Para superar tales barreras, lo que saben los productores directos —sobre su empresa, lo que hace, sus fortalezas y debilidades— debe ser incorporado de manera efectiva a la construcción de una alternativa técnico-productiva viable. La incorporación de tecnología avanzada es mucho más que la compra de máquinas; requiere diseñar un sistema que integre equipos, formación de gente, organización de la producción, mantenimiento, control de calidad, comercialización, de modo tal que se aprovechen y complementen las capacidades disponibles. Una gran empresa puede contratar sus propios «modistos»; los productores pequeños y medianos dependen en alto grado de la calidad del entramado de relaciones externas, en las que pueden llegar a encontrarse con los «sastres» que les convienen.

Las observaciones precedentes sugieren que el tejido social innovativo —el conjunto de los actores colectivos involucrados y sus interacciones— ha de ser bastante denso, y el contexto general propicio a cierto tipo de cambios, para que se arribe al estado de la capilarización tecnológica. Se requieren múltiples capacidades, incluyendo las que permiten poner en juego las reservas de creatividad y esfuerzo. Hace falta, por ejemplo, contar con técnicos competentes, lo que a su vez demanda un esfuerzo importante de investigación propia y ámbitos donde se pueda aprender, a través de la práctica, a resolver problemas; deben existir empresas para las cuales la innovación constituya una herramienta imprescindible en la preservación y ampliación de sus mercados; son necesarias también instituciones que colaboren en el cumplimiento de las condiciones antedichas. Cuando requisitos semejantes están ausentes, las nuevas posibilidades quedan al alcance sólo de los actores con mayores recursos y/o de aquellos cuyas demandas pueden ser atendidas por la oferta estandarizada; en tal caso, la «capilarización tecnológica» no llega a los agentes productivos o usuarios más pequeños, más débiles desde el punto de vista técnico o financiero, y con necesidades específicas. En tales circunstancias, el proceso de difusión se trunca.

1.3. Los caminos de las transformaciones tecnológicas

¿Cuáles son las formas «típicas» de los procesos de cambio técnico? Los factores que los condicionan son siempre múltiples y entrelazados; no obstante, centrando la atención en los elementos que en cada caso mayor influencia tienen, en tanto inductores de innovaciones, cabe distinguir tres tipos de caminos de transformación tecnológica: los «naturales», los «inducidos» y los «sobre-impuestos».

En el entendido previsible de que las diferencias entre unos y otros serán a menudo difusas, empecemos por los primeros. Ciertos procesos de cambio técnico transcurren por «caminos» muy condicionados por lógicas propiamente tecnológicas.

Se habla así de la «trayectoria natural» a lo largo de la cual evoluciona una cierta tecnología (Nelson y Winter, 1982: 258-262), como lo ejemplifica el proceso de miniaturización de componentes electrónicos que condujo a la microinformática, a través de

la exploración de ciertas posibilidades cognitivas, cuyo aprovechamiento resultaba cuestión de «sentido común» para científicos e ingenieros.

Los caminos «naturales» de las transformaciones tecnológicas suelen ser moldeados por dos grandes fenómenos, que Nathan Rosenberg ha puesto de manifiesto. Uno de ellos es el «desequilibrio tecnológico», que ocurre cuando un avance abre nuevas posibilidades que no se pueden aprovechar si se mantienen inalterados otros aspectos del proceso productivo, lo cual puede traducirse en cuellos de botella. En las primeras décadas del siglo XIX, cuando Charles Babbage intentaba construir su «máquina de diferencias», concibió un diseño lógico notable, que anticipó en más de cien años a las computadoras electrónicas, pero que se frustró, en aquel tiempo, por el «desequilibrio» con las técnicas manufactureras de la época, que no permitían fabricar la gran cantidad de piezas exactamente iguales que la implementación del diseño requería.

Otro fenómeno relevante, también estudiado en profundidad por Rosenberg, es la «convergencia tecnológica», que tiene lugar cuando una cierta tecnología encuentra aplicaciones en ámbitos muy diversos, en los que se registra una confluencia de procedimientos. La extensión del uso de la máquina de vapor y del motor de combustión interna ejemplifican claramente el fenómeno. La convergencia tecnológica ocurre cuando una innovación se transforma en «solucionadora de problemas» en un número creciente de contextos diferentes. La multiplicación de los usos de las tecnologías de la información y la comunicación ofrece el más importante ejemplo contemporáneo de semejante tipo de procesos.

Desequilibrios y convergencias en la tecnología condicionan trayectorias y encadenamientos, que pueden considerarse «naturales» en tanto que son inducidos sobre todo por oportunidades y problemas primordialmente técnicos, pero cuyos derroteros no son fáciles de anticipar o de describir. Por el contrario, suelen alejarse mucho de sus orígenes y resultan con frecuencia imprevisibles.

Babbage no terminó de construir su máquina, pero ese «desequilibrio», que su labor contribuyó a poner de manifiesto, llevó, andando el tiempo, a un avance crucial para la producción moderna, la estandarización de piezas y partes como procedimiento manufacturero, comenzando por la del paso de rosca de los tornillos, lo que permite utilizar, en cualquier parte, tornillos fabricados en otra. Se encuentra aquí un nuevo ejemplo de cómo, en el cambio tecnológico, *unas cosas llevan a otras*, a veces por senderos muy poco directos. Se podría decir que, en este caso, la estandarización fue una innovación que respondía a una demanda planteada por una máquina, como problema que debía ser resuelto para poder implementar el proyecto de Babbage.

Una vez tras otra se comprueba, asimismo, una equivocada apreciación del potencial «convergente» de ciertas tecnologías que, con el transcurso de los años, generan cambios importantes. Incluso en tiempos recientes, en las etapas iniciales de la historia de Internet, grandes empresas públicas y privadas se mostraron indiferentes a tecnologías vinculadas, como las de «conmutación digital» (Castells, 2001: 37). A pesar de ello, como es por demás notorio, llegó a ser notable la convergencia tecnológica desplegada a medida que las oportunidades generadas por estas tecnologías fueron siendo aprovechadas en los terrenos más variados.

Dentro de la diversidad y complejidad que los ejemplos apuntan, los caminos naturales de la transformación tecnológica resultan, en gran medida, inducidos por lógicas internas a la tecnología y a la producción de determinados bienes y servicios, si bien lo que sucede resulta siempre condicionado por elementos de oportunidad y factibilidad extra-técnica. Sea para mejorar algo existente, para aprovecharlo de otra forma o para solucionar cuellos de botella, los principales «motores» de la innovación son, en el tipo de procesos que venimos considerando, de carácter «interno».

Ahora bien, tales caminos sólo pueden recorrerse, de manera más o menos sinuosa pero «natural», cuando existen capacidades para generar innovaciones y tejidos productivos que pueden aprovecharlas. Desde la Revolución Industrial, todos los grandes caminos «naturales» de transformación tecnológica se abrieron en el «Norte».

Cuando los principales «motores» de la innovación tienen, en algún sentido, carácter «externo» a las dinámicas propiamente técnicas, cabe hablar de caminos inducidos de transformación tecnológica. Los inductores del cambio pueden ser demandas evidentes, que al final se traducen en acciones deliberadas, privadas o públicas, mediante premios, subsidios y otros estímulos; las innovaciones pueden también ser inducidas por demandas sociales más bien difusas, hasta por un cierto «clima» cultural, o por la aparición de elementos nuevos en otros ámbitos, como la creación en el sector financiero del «capital de riesgo»; las políticas gravitantes pueden tener un propósito tecnológico explícito, mediante una infinidad de modalidades, o ser de carácter implícito, como las regulaciones ambientales que llevan a alterar ciertos procesos productivos.

Por cierto, en muchos casos los motores «internos» y «externos» tienen importancia similar. Las grandes modificaciones de la técnica han recorrido caminos tanto «naturales» como «inducidos»; en el auge de la microelectrónica se entrecruzaron la miniaturización, impulsada por avances cognitivos, con la promoción deliberada de alternativas a la producción en masa, con su alto costo energético. Cabe incluso sugerir que es en la confluencia de ambos tipos de caminos donde suelen gestarse las modificaciones mayores. Por ejemplo, según Castells (2001: 31), «Internet nació de una insólita encrucijada entre la gran ciencia, la investigación militar y la cultura libertaria», lo cual significa que apareció en el punto de encuentro de un camino de tipo bastante «natural» con otros dos de carácter «inducido».

Los caminos inducidos de transformación tecnológica suelen evidenciar los efectos de tendencias de larga duración. Pero, como ha mostrado el acelerado avance técnico-productivo de algunos países del Este asiático durante la segunda mitad del siglo XX, algunos de esos caminos pueden abrirse —mediante acciones coherentes, sostenidas y eficaces— en pocas décadas.

Cuando el acceso al conocimiento técnico tiene lugar sobre todo mediante la importación de productos terminados, con poco margen para el ejercicio de la creatividad endógena, podemos decir que se trata de caminos sobre-impuestos de transformación tecnológica. En términos generales, son los que han primado en el subdesarrollo.

Ahora bien, la «sobre-imposición» de la evolución tecnológica ha sido, en América Latina al menos, bastante más notoria en la industria que en el agro o en la salud,

donde la irreductible especificidad de ciertas condiciones contextuales ofreció espacios significativos para la creatividad endógena, estimulada a menudo por la inexistencia de soluciones internacionales para los problemas locales. Este último fenómeno se detecta en todos los niveles de actividad, y a menudo ha dado lugar al desarrollo de capacidades locales; si se busca con cuidado, también en el sector industrial de los países periféricos se encuentran muchos casos en los que las actividades propias de investigación y desarrollo han logrado abrir caminos naturales de avance tecnológico. Pero en no pocos casos su recorrido fue bloqueado, a la corta o a la larga.

Así por ejemplo, en Uruguay a comienzos de los años 80 del siglo pasado se recorrió, a partir de la demanda de la empresa nacional de telecomunicaciones, uno de esos caminos para la construcción de pequeñas centrales télex digitales —las disponibles entonces en el mercado internacional eran mucho más grandes de lo requerido, e inabordable por su costo—, acumulándose conocimientos y capacidades a través de un sendero natural evolutivo, que permitió construir el primer conmutador de paquetes para comunicación de computador a computador con diseño propio, demandado por la misma empresa. Sin embargo, el proceso innovativo se cortó, pues poco tiempo después se volvió a la importación «llave en mano» de sistemas completos, como ocurre la mayor parte de las veces en el subdesarrollo.

Se podrían multiplicar los ejemplos que muestran que los caminos naturales de cambio técnico-productivo, si bien más estrechos y tortuosos que en el Norte, existen y son recorridos en el Sur, aunque a menudo se les abandona, desperdiciando oportunidades y capacidades acumuladas sobre la marcha.

Cuando esto último sucede, no existe, por lo general, una causa única que lo explique, sino más bien un círculo vicioso de factores que se refuerzan mutuamente. Uno que nunca está ausente, en un caso semejante, es la desatención al desarrollo de las capacidades endógenas para resolver problemas; fomentar tales capacidades exige a la vez formar a la gente y construir espacios donde el conocimiento avanzado pueda ser aplicado.

Los caminos «sobre-impuestos» de transformación técnico-productiva no son el resultado ineluctable de las debilidades locales: aunque no se pueda innovar a gran escala, suele haber posibilidades para hacerlo a escalas más modestas, en las que se va aprendiendo al andar. Ahora bien, es característico del subdesarrollo que ello deba hacerse remando contra la corriente: sin acciones deliberadas que propicien «caminos inducidos» o defiendan los «caminos naturales» en ciernes, priman los «caminos sobre-impuestos». Recorrer estos últimos puede ser una vía de modernización que incluya acceso a Internet, robots en la industria y muchos otros dispositivos técnicos, incluyendo varios muy deseables, particularmente en la salud. Ello no es suficiente, sin embargo, para llegar a disponer de las capacidades endógenas requeridas a fin de resolver de forma eficiente multitud de problemas con rasgos específicos, ni para construir un aparato productivo con dinamismos auto-sostenidos.

1.4. Una mirada de conjunto

En este capítulo hemos iniciado la discusión de los procesos de innovación técnico-productiva, procurando poner de manifiesto tanto sus especificidades como sus estrechas conexiones con otras formas de introducción de lo nuevo.

El tipo de fenómenos innovativos a los que nos estamos refiriendo tiene aspectos técnicos e institucionales. Entre los primeros, y sin mengua de su diversidad, lo que tiene que ver con las máquinas y las herramientas ha constituido, a lo largo de la historia, un espacio privilegiado para la innovación, tanto por la cuota de creatividad que se requiere como por la extensión de sus impactos productivos, sociales y culturales, según lo expone la obra clásica de Lewis Mumford (1971). La creciente automatización de las máquinas constituye una de las tendencias más gravitantes en el acontecer de los últimos siglos.

Ahora bien, cuanto más relevante es el cambio técnico, más vinculado suele estar a transformaciones institucionales; un ejemplo entre tantos lo ofrece la proliferación de reglamentaciones y organismos de regulación que jalaron la introducción y difusión del automóvil.

Más aún, la innovación institucional puede constituirse en un motor y condicionante destacado de la introducción de novedades técnicas. Un caso notable de ello lo constituye la creación de los laboratorios empresariales de Investigación y Desarrollo (I+D), a partir de la segunda mitad del siglo XIX, sobre todo en la industria química alemana, si bien el ejemplo más famoso es el laboratorio que Edison instaló en Menlo Park, Nueva Jersey; considerados por Freeman como una de las innovaciones institucionales más importantes de la historia, tales laboratorios se generalizaron en las grandes empresas del siglo XX y generaron una gran cantidad de innovaciones técnico-productivas, tanto «radicales» como «incrementales».

Otro ejemplo notable de cómo la innovación técnico-productiva depende de la innovación en otras esferas lo ofrece la transformación de las universidades; como lo discutiremos con cierto detalle más adelante, la aparición durante el siglo XIX de la llamada «universidad de investigación», y su difusión durante el siglo XX, constituyeron un factor fundamental en la creciente vinculación entre investigación científica e innovación tecnológica.

Esa vinculación ha contribuido en gran medida a consolidar el carácter acumulativo y difícilmente reversible del cambio técnico. Éste se basa cada vez más en un conocimiento sistematizado y difundido de las propiedades de la naturaleza y de los procedimientos que permiten manipularla con arreglo a fines dados; a diferencia de lo que ocurrió en ciertas etapas del pasado, las técnicas no dejan de usarse porque se pierdan u olviden, sino porque son sustituidas por otras que resultan más eficientes con respecto a determinados propósitos, que pueden por cierto cambiar. Una vez que se aprendió a utilizar la electricidad, es poco probable que se pierda la capacidad de usarla. La panoplia tecnológica disponible varía, en general, por ampliación y no por disminución.

Pero esa ampliación continua de posibilidades no significa, obviamente, que todas coexistan, sino que siempre unas serán preferidas a otras, por lo cual la innovación técnico-productiva es tanto «destrucción» como «creación», a nivel personal, de las organizaciones y de las sociedades en su conjunto. Surgen y desaparecen actividades y habilidades, rutinas y oficios. La imprenta desplazó a las elaboradas técnicas de copia de manuscritos, y los linotipistas desaparecieron con las nuevas tecnologías de la información.

Ahora bien, ese carácter en buena medida acumulativo y expansivo del conocimiento técnico no implica, en modo alguno, que los cambios asociados sigan un curso inexorable o necesariamente único. La historia sugiere más bien que, dada una oportunidad, problema o necesidad, los procesos innovativos pueden o no tener lugar, y que si lo hacen, pueden recorrer rutas alternativas, aunque una vez que una es preferida y luce con éxito, las otras tienden a cerrarse, pues los hábitos, las pericias y los intereses impulsan a seguir en la misma dirección, al menos mientras los obstáculos no resulten demasiado grandes, o hasta que nuevos problemas susciten soluciones de tipo diferente.

La larga serie de innovaciones centradas en «la máquina» llegó a un punto de viraje con la Revolución Industrial, a partir de la cual se afirmó el predominio técnico de la civilización occidental. Desde entonces, la innovación técnico-productiva sigue registrándose en la mayor parte de las regiones; las que tienen impactos importantes se producen sólo en algunos lugares pero alcanzan prácticamente a todos. Sin embargo, en etapas anteriores, el acervo tecnológico de otras civilizaciones era superior, y es difícil sostener que las trayectorias innovativas no podían haber sido bastante diferentes, tanto en términos comparativos como al interior de cada civilización. El conocimiento del acontecer científico-técnico se ha profundizado mucho y, por eso mismo, ha mostrado cuán improbable es hallar explicaciones acabadas de la revolución científica o de la emergencia de la industria moderna. El pasado de la innovación técnico-productiva la muestra como un proceso social complejo, en estrecha interacción con otros no menos complejos y, por ende, abierto a posibilidades varias.

Nada de lo social le es ajeno

En el capítulo anterior ofrecimos una cierta caracterización de la innovación; en éste procuramos poner de manifiesto algunos factores principales que intervienen en ese proceso, profundamente imbricado en el conjunto de las relaciones sociales.

2.1. Las capacidades para innovar

En la teoría biológica de la evolución por selección natural, el proceso clave es «la descendencia con modificaciones»; ello significa que los seres vivos se reproducen conservando sus caracteres, pero también presentando, de tiempo en tiempo, mutaciones que dan lugar a variaciones de los tipos existentes y a la competencia entre formas alternativas, primando las que de alguna manera ofrecen mayor poder de adaptación al medio, sobre todo en lo que hace a su potencial para reproducirse.

En el enfoque evolucionista del cambio técnico-productivo, el proceso clave es la interacción entre rutinas e innovaciones. Las rutinas son las formas establecidas de hacer algunas cosas, relativamente adaptadas a ciertas condiciones dadas; las organizaciones funcionan a partir de rutinas o procedimientos conocidos, que en alguna medida establecen lo que sus integrantes han de hacer y cómo han de relacionarse entre sí. La innovación, o mutación, es un cambio de rutinas, la sustitución de la forma habitual de hacer las cosas por otra diferente, ya sea porque la anterior ha devenido insatisfactoria, ya sea porque se apreció una posibilidad mejor. Al captarse una dificultad o una oportunidad, se plantea un problema, para cuya solución se propone alguna alternativa práctica con aspectos novedosos. Se trata de una mutación técnica u organizativa —a menudo, ambas cosas a la vez— que puede plasmarse en una nueva rutina. Para hacer determinadas cosas, ciertas rutinas podrán adaptarse mejor que otras al contexto general, en cuyo caso tenderán a prevalecer y serán las preferidas, es decir, resultarán seleccionadas.

En la biología, las mutaciones son consideradas como el fruto del azar, mientras que en la actividad técnico-productiva las innovaciones requieren capacidades para identificar y resolver problemas. A ellas nos referimos en este apartado. Antes, conviene anotar una observación sobre el alcance de la metáfora tomada de las ciencias de la vida. En la evolución biológica, «darwinista», las mutaciones ocurren y se transmiten en el nivel de la información genética. En el cambio técnico, las innovaciones ocurren en el plano de las prácticas sociales y la evolución es de naturaleza «lamarckiana», pues las modificaciones involucran acciones deliberadas y los caracteres adquiridos se transmiten

mediante saberes prácticos o teóricos, tácitos o formalizados, por lo que las mutaciones y los conocimientos están estrechamente imbricados.

Una de las razones de que la innovación constituya un proceso social —modelado por las relaciones entre distintas personas y por las interacciones entre diferentes grupos— radica en la variedad de capacidades necesarias para que la innovación tenga lugar de manera sostenida. Hacen falta, entre otras, capacidades para: (i) obtener conocimiento nuevo; (ii) utilizar conocimientos; (iii) innovar en sentido estricto, es decir, introducir en las prácticas sociales cosas nuevas o maneras nuevas de hacer las cosas; (iv) estimular la búsqueda y demanda de conocimientos e innovaciones; (v) desarrollar actividades técnico-productivas dinámicas.

(i) Una innovación no requiere necesariamente la obtención previa de un conocimiento nuevo. Sin embargo, para que las actividades innovativas tengan cierta continuidad en un campo dado, es necesario explorar y comprender en profundidad una gama creciente de saberes vinculados; para ubicar y reconocer, donde se encuentre, el conocimiento que puede ser útil, es preciso mantenerse al día con «el estado del arte» en varios terrenos; todo ello es muy poco viable sin capacidades para generar conocimientos, es decir, para investigar. Ya distinguimos entre invención e innovación: quien investiga a menudo no innova y viceversa; el innovador no tiene por qué ser un investigador. Pero, si no estamos pensando en agentes individuales sino en ámbitos sociales, y si no nos referimos a novedades esporádicas sino a actividades sistemáticamente presentes en tales ámbitos, la disponibilidad de capacidades para la investigación es parte de los requisitos para la innovación.

(ii) Para adaptarse a contextos cambiantes y, en general, para alterar rutinas, es imprescindible manejar variados conocimientos y poder aplicarlos. La capacidad para ello se forja en dos tipos de actividades, no necesariamente separadas: por un lado, los procesos de formación, en sus diversos niveles y modalidades, los aprendizajes en los marcos educativos; por otro lado, los procesos de aprendizaje mediante las oportunidades prácticas de aplicar nuevos conocimientos, en particular a la solución de problemas concretos —*learning by doing, by using, by solving*—, según ha sido destacado por diversos estudiosos. Las capacidades que así se forjan son las que se usan para identificar el tipo de conocimiento que hace falta para llevar a cabo una cierta innovación, para ubicar las fuentes y los interlocutores a través de los cuales es viable aproximarse a tal conocimiento, y también para participar en los diálogos que posibiliten el manejo eficiente del conocimiento en cuestión.

(iii) Lo característico del agente, individual o colectivo, que introduce algo nuevo en las prácticas sociales, es la capacidad, «organizativa» en sentido amplio, de combinar creativamente recursos para emprender una acción, de resultados inciertos pero dotada de una cuota significativa de viabilidad. Puede tratarse de la creación misma de una organización, en particular, una empresa, o de su reorientación. En general, la nueva combinación involucra a distintas personas, de la organización y de fuera de ella, incluye equipos y otros recursos materiales, hace uso de varias fuentes de información, asesoramiento y financiación, pone en juego apoyos de diferente índole. Si se obtiene así,

en un cierto contexto y con relación a determinados fines, un rendimiento productivo superior, esa innovación será «positivamente seleccionada»; en otras palabras, arraigará en su entorno y comenzará a difundirse.

(iv) El párrafo anterior se refiere a capacidades de personas o pequeños grupos, mientras que a continuación nos ocupamos de atributos de colectivos mucho más amplios, en particular, regiones o naciones. El dinamismo innovativo en tales espacios depende de forma crucial de las capacidades para fomentar la demanda por nuevas soluciones y modificaciones de rutinas. Semejante demanda puede provenir de las ramas productoras tanto de bienes como de servicios; entre estos últimos, el sector de la salud ha tenido y tiene inmensa relevancia. La historia muestra asimismo cuán gravitante puede ser la iniciativa pública como demandante de innovaciones, en particular cuando tiene a su cargo sectores estratégicos, como la energía o las comunicaciones, si bien ni esto ni nada garantiza de por sí que el Estado cumpla efectivamente ese papel potencial.

Ahora bien, las «capacidades para generar dinamismo innovativo», cuando existen, parecen a menudo ser más propiedad de la sociedad en su conjunto, o de una cierta articulación de actores, que de algún agente o sector en especial. En efecto, tales capacidades suelen estar vinculadas con «variables lentas», como los estilos de desarrollo y las pautas culturales. En esa dirección apunta la hipótesis de que el dinamismo innovativo, para tener carácter sostenido, ha de ser promovido de forma efectiva en gran parte del tejido social y no sólo en ámbitos relativamente aislados. Por todo ello, este cuarto tipo de capacidades para la innovación no se reduce a los tres anteriores —los que se vinculan con la investigación, el aprendizaje y la innovación en sentido estricto—, y depende en gran medida de las políticas, no como decisiones de coyuntura sino en tanto orientaciones de largo plazo, que sintonizan con aspiraciones sociales profundas y favorecen la emergencia de aspiraciones de cambio, siendo así adecuadas para forjar articulaciones sostenidas.

(v) La incertidumbre es inherente a la innovación, por lo que no se puede trazar *a priori* sus derroteros; pero para encontrar hay que buscar, concentrando esfuerzos en los terrenos que parezcan más prometedores, a la luz de las propias fuerzas y de la evaluación de las tendencias predominantes.

La prospectiva, entendida como labor de «vigía» —que otea rumbos, teniendo en cuenta al mismo tiempo las posibilidades de la nave y su meta, los obstáculos eventuales y la dirección del viento—, forma parte del quinto tipo de capacidades necesarias para la innovación que aquí procuramos describir. Son las requeridas para impulsar especializaciones dinámicas, que aprovechen las potencialidades de la región o el sector, tanto en la producción como en la innovación. Ello tiene especial importancia en contextos de cambio rápido, donde las adaptaciones exitosas son las que pueden modificarse con frecuencia a sí mismas, por retroalimentación, a partir de lo aprendido sobre la marcha. Y es todavía más importante cuando se actúa en ámbitos de pequeña dimensión, donde hay que elegir muy bien dónde se concentrarán los esfuerzos. La historia muestra ejemplos exitosos de especialización que alcanza al diseño de equipos y a las tecnologías de punta, construidos a partir del propósito de mejorar los rendimientos de los sectores primarios, como el de los lácteos en Dinamarca, el de la madera en Finlan-

dia y el del hierro en Suecia. Hoy día se abren más posibilidades que antes, debido a la disponibilidad —ya destacada— de elementos técnicos sofisticados que pueden servir para «armar rompecabezas» adecuados a condiciones específicas. En general, las especializaciones potenciales exigen una visión de conjunto de toda la «cadena» de conocimientos asociados, para asegurar —combinando compra, adaptación y generación de técnicas— que no haya eslabones ausentes.

El ascenso de la innovación, hasta alcanzar el papel destacado que desempeña en el mundo de hoy, ha tenido lugar en estrecha relación con el despliegue de las capacidades para forjar convergencias de actores y actividades en torno a especializaciones productivas con alto «valor agregado» de saberes, creatividad y formación.

Adelantándonos a lo que será nuestro tema en un capítulo próximo, observemos que las capacidades descritas no actúan por separado sino que, cada vez más, las posibilidades de innovar y adaptarse a nuevas condiciones dependen de la conjugación de esas diferentes capacidades: ése es uno de los principales motivos por los que la innovación constituye una cuestión «sistémica».

Es un grave error, con consecuencias muy caras para los países periféricos, asumir que esas características de la innovación en nuestro tiempo tienen vigencia sólo en los llamados sectores de alta tecnología. Volvamos por un momento a la metáfora biológica que inspira al enfoque evolucionista del cambio técnico. La aparición de formas de vida más complejas implica que los «programas» genéticos, que regulan el desarrollo de los seres de las distintas especies, deban contener una información muy vasta, sofisticada y diversificada. De manera parecida, la complejidad creciente de las actividades ligadas a la producción y distribución de bienes y servicios —su organización, regulación y aprovechamiento diferencial, las relaciones de cooperación y conflicto involucradas— trae consigo la expansión y diferenciación de una multitud de saberes, proceso que, de una u otra manera, afecta a todas las actividades. Así lo han comprobado durante las últimas décadas incluso los productores de sectores tradicionales, donde se ha hecho muy difícil mantener niveles de actividad sin incorporar equipos y procesos nuevos, sin transformar la organización y la gestión, sin apostar por una mayor formación de los trabajadores.

Para no ser objeto de una «selección negativa» —la que afecta a los grupos con escaso poder de adaptación—, la incorporación sistemática de conocimiento a lo que se hace se ha convertido en un requisito general. No es suficiente; pero es difícil prescindir de ello.

Por ello se presta tanta atención —a escala local, nacional o regional— a los «sistemas de aprendizaje e innovación». Se trata de los conjuntos de actores colectivos y de las relaciones entre ellos, que tienen que ver con la creación y utilización de las capacidades para la innovación a las que nos referimos en este apartado. El enfoque pone sobre el tapete una pregunta capital: ¿esas distintas capacidades pueden conjugarse a distancia o tienen que estar presentes todas ellas en un mismo ámbito?

La respuesta debe, quizás, empezar por señalar dos tendencias contrapuestas. La expansión notoria del acervo de conocimientos científicos y tecnológicos, junto con una

de sus manifestaciones más notables, el auge de las tecnologías de la información y de la comunicación, implican que, para resolver un problema en un determinado lugar, se pueda recurrir a una multitud de datos y especialistas disponibles en otros lugares. Pero ello es sólo la mitad de la cuestión. La complejidad y diversificación de las formas de vida en el planeta incrementó la dependencia de cada grupo de seres vivos respecto a su contexto ecológico, a las condiciones propias del medio con el que interaccionan, mutando y adaptándose en mayor o menor medida. La expansión y diferenciación de saberes se conjuga con la diversidad económica, social y cultural, de tal modo que el potencial innovativo tiene una fundamental dimensión ecológica: es muy dependiente del contexto. Un cierto colectivo puede encarar con relativa eficacia sus problemas propios, y en particular recurrir eficientemente al acervo general de conocimientos, en la medida en que puede desplegar y conjugar las distintas capacidades para la innovación. De lo contrario, su dinamismo innovativo será más bien la excepción que la regla.

El interés del tema no es sólo teórico, sino que está en la raíz de una pregunta tan práctica como repetida: ¿comprar o hacer? Optar sólo por lo segundo sería simplemente absurdo; lo grave es que la opción casi exclusiva por lo primero resulta, en el mundo periférico, muy frecuente en los hechos y aún en los dichos, al punto que puede considerarse como un rasgo específico del subdesarrollo.

Por supuesto, ningún país puede proponerse «hacer» todo; cuanto menores sean sus capacidades, mayor será la necesidad de concentrar sus esfuerzos en hacer bien unas pocas cosas para, a partir de allí, ir ampliando el espectro. De lo que se trata, fundamentalmente, es de aprovechar al máximo lo que han hecho otros para poder hacer, en relación con los propios problemas, lo que otros no han hecho, lo que no se puede comprar —que es siempre mucho. Para ello, hay que estar al día en materia de conocimientos y sus aplicaciones, lo que exige capacidades endógenas de investigación y de resolución de problemas: en muchos terrenos, la complejidad y la especificidad de los asuntos involucrados implican que, si no se sabe «hacer», ni siquiera se puede «comprar bien».

Una larga lista de adquisiciones «llave en mano», incluso de fábricas enteras, que generaron costosas ineficiencias —por una combinación de ignorancia, apresuramiento y corrupción—, se extiende por el mundo subdesarrollado. Pero también en éste se encuentran ejemplos de compras realizadas con signo muy distinto. La empresa pública chilena del cobre, Codelco, puso en funciones hace no mucho la mina de gran tamaño «Radomiro Tomic», con tecnología de punta y un 60% de ingeniería nacional, exigiendo la asociación de los proveedores extranjeros con empresas locales. Cuando empresas públicas estratégicas y de gran visibilidad actúan así, dirigiendo «hacia adentro» parte de la demanda tecnológica y estableciendo altos niveles de exigencia, pueden no sólo estimular las capacidades endógenas sino también convencer a propios y extraños de que tales capacidades existen, lo que constituye uno de los nudos problemáticos en el subdesarrollo. En esta perspectiva, se ha llegado a plantear la creación de un «tribunal de alzada» tecnológico, al que pueda recurrir la oferta técnico-productiva nacional cuando considere que ha sido dejada de lado frente a la oferta extranjera sin que exista mérito para ello.

Existe una larga lista de casos en América Latina —vinculados con la informática educativa, los sistemas de telecomunicaciones, las vacunas, los paquetes tecnológicos agropecuarios, y muchos otros— en los que se pagó cara la opción de comprar fuera en bloque tecnologías que resultaron inadecuadas, y en los que resultados mucho mejores podrían obtenerse abriendo espacios a la creación local. Para afrontar «el peligro del subdesarrollo voluntario», al decir de Freeman (1992a: 48), es imperioso no olvidar que «realizar I+D endógena e importar tecnología son estrategias complementarias», no opciones excluyentes.

2.2. El papel de las políticas

Como surge de lo discutido hasta ahora, las capacidades para innovar dependen de no pocos factores, algunos localizados en ciertos tipos específicos de prácticas y relaciones sociales, otros vinculados con rasgos culturales generales, las actitudes y los valores prevalecientes. En este apartado, nos ocuparemos de las conexiones entre esas capacidades y las políticas.

La historia muestra que ningún país industrial avanzado dejó de prestar gran atención al tema. Una primera explicación de ello es que, en ausencia de políticas explícitas, podrían operar sin cortapisas ciertas tendencias negativas para la capacidad innovativa.

Uno de los riesgos más evidentes que en tal caso se puede correr es el de la escasa inversión en ciencia y tecnología. Por lo general, los agentes privados no tienen demasiados motivos para correr el riesgo de dedicar recursos a la investigación científica, cuyos resultados son inciertos, a largo plazo y que a menudo pueden ser utilizados por agentes que no han colaborado en su obtención. Ésta es una cuestión compleja y en pleno cambio, pero resulta claro que, sin un activo involucramiento público, la creación científica será un eslabón débil en la cadena innovativa.

La afirmación precedente alcanza, muy en particular, al caso de las ciencias sociales y humanas, no sólo por la dificultad grande para obtener recursos que afecta a la mayor parte de ellas, sino también por su contribución potencial, tanto a la creación cultural como a una comprensión menos parcelada de las dificultades y posibilidades que nuestras sociedades tienen por delante. Olvidarlo puede tener especial gravedad en el mundo del subdesarrollo, donde una y otra vez se vuelve a «descubrir la rueda» y se comprueba, al acumularse los fracasos, que el desarrollo no se reduce al crecimiento económico ni transcurre de acuerdo con modelos generales, sino que involucra, de maneras específicas a cada sociedad, todas las grandes facetas de la actividad humana. La argumentación apunta, pues, al apoyo integral a la creación de nuevos conocimientos.

Según ya se argumentó, las capacidades para generar conocimientos forman parte insoslayable de la capacidad para la innovación. A este respecto, conviene subrayar que en el manejo de lo nuevo es clave la disponibilidad de técnicos y profesionales bien preparados y vocacionalmente creativos; para llegar a disponer de gente con tales caracteres, su formación debe tener estrechos vínculos con ambientes y docentes involucrados en las tareas de creación.

Cabe, en suma, sostener que las capacidades innovativas se verán muy comprometidas si las políticas públicas no impulsan la investigación. El argumento no se restringe a las tareas científicas: las incubadoras de empresas de base tecnológica no suelen ser iniciativas rentables, pero colaboran mucho en el surgimiento de ciertos actores que, en las condiciones actuales, desempeñan un papel relevante en la innovación. Por consiguiente, en éste como en otros casos, a menudo los niveles requeridos de inversión no pueden ser alcanzados sin políticas públicas orientadas a ello. Más en general, el involucramiento en tareas de I+D de un conjunto significativo de empresas ha mostrado ser, a la vez, una condición necesaria para el dinamismo productivo y algo difícil de lograr sin políticas explícitas de largo aliento, que vinculen a empresas de distinto tipo con centros de investigación y, más en general, que conjuguen esfuerzos públicos y privados.

La utilización efectiva del conocimiento involucra a personas, grupos y organizaciones muy distintas, con intereses no siempre compatibles y, en cualquier caso, diferentes, con frecuencia poco relacionados entre sí, hasta el punto de que algunos ignoran la existencia misma de otros con los que podrían colaborar con provecho para ambos, como tantas veces sucede con equipos de investigadores y potenciales innovadores. Este es el riesgo de subutilización de capacidades por dispersión y fragmentación de las mismas, procesos que encierran a distintos agentes en sus propios circuitos, con graves perjuicios desde el punto de vista de los intereses generales y a menudo también de los particulares.

Este problema llega a ser muy grande en el subdesarrollo. La comparación con lo que ocurre en los países industriales avanzados pone de manifiesto, por ejemplo, el número muy escaso de ingenieros y científicos que se desempeñan en la esfera productiva; también resulta significativo el exiguo respaldo financiero a las actividades innovativas, como se comprueba comparando la disponibilidad de préstamos preferenciales, subsidios directos y otros estímulos.

Dado semejante panorama general de subutilización de capacidades, se justifica una política pública orientada a promover la circulación de información, los diálogos y las colaboraciones en torno a la generación, transmisión y uso de conocimientos.

Un tercer riesgo, estrechamente vinculado con los dos que acabamos de mencionar, es el planteamiento a corto plazo. Ésta es una característica compartida por agentes varios, y muy comprensible, sobre todo cuando están librados a sus propias fuerzas y éstas no son grandes. Bien se conoce la propensión de gran parte de los agentes económicos privados a no arriesgar inversiones y esfuerzos que sólo podrán fructificar, si lo hacen, a la vuelta de muchos años. Pero los plazos cortos pueden emerger en ámbitos muy distintos: por ejemplo, un grupo de investigadores financiado por poco tiempo y cuya supervivencia no es segura, ¿se arriesgará a acometer un problema relevante, con solución trabajosa e incierta pero potencialmente fecunda, o preferirá dedicarse a una cuestión más rutinaria, que puede resolver a tiempo para renovar la financiación? Ahora bien, todo lo que tiene que ver con ciencia, tecnología e innovación —desde la formación de la gente hasta la construcción de especializaciones dinámicas— sólo puede dar frutos en el largo plazo. Si el Estado ha de velar por el interés general, éste es un espacio natural para la política pública.

Si no se prepara el futuro, a partir de una labor prospectiva sistemática, las oportunidades pueden devenir ocasiones perdidas y los peligros convertirse en realidades negativas y difícilmente modificables; basta aludir, entre tantas otras cuestiones, al medio ambiente, las nuevas técnicas biológicas o a los problemas de salud vinculados con el envejecimiento de la población, para que los ejemplos sobren. Sucede que, para bien pero también para mal, el conocimiento ha llegado a ser una de las grandes cuestiones públicas de nuestra era.

En concreto, las actividades científicas y tecnológicas, en tanto que factores de riesgo en sí mismas, han devenido objeto de la regulación estatal e internacional. Más allá de lo que se haga en realidad, ésta es considerada imprescindible en lo que tiene que ver con el potencial destructivo deliberado, con la investigación y el desarrollo de procesos y productos para la guerra. En actividades no bélicas, grandes discusiones se plantean sobre el grado y las formas de intervención pública para controlar los perjuicios que pueden causar las diversas técnicas a los seres humanos y a la vida en general. Ejemplos como la generación de energía nuclear o las modificaciones genéticas ilustran bien la relevancia política que ha adquirido esta dimensión de la innovación basada en la ciencia y la tecnología. Y ofrecen un argumento adicional en pro de la promoción de las ciencias sociales y humanas como parte de la política pública, incluso apuntando a la creación de instancias independientes de investigación y reflexión, que puedan contribuir al debate ciudadano y a la decisión democrática en torno a los eventuales perjuicios asociados con actividades como las mencionadas.

Conviene, todavía, destacar un riesgo más de los ligados al conocimiento que merece ser objeto de políticas públicas. Nos referimos a su desigual distribución, que se manifiesta en la educación, en la orientación de la investigación y en el potencial para la innovación. La nueva centralidad del conocimiento implica que las diferentes posibilidades de acceder a él acentúan seriamente la desigualdad social, lo que nos llevará a estudiar con algún cuidado más adelante las divisorias del aprendizaje. Esa desigualdad ya está presente en la generación de conocimientos, cuando se define qué cuestiones han de recibir atención prioritaria; a la vista de los costos crecientes de las tareas científicas y tecnológicas, y de la potencial inmensidad de los temas que se pueden abordar, la disponibilidad de recursos condiciona en gran medida la agenda de investigación; lo que está en juego, por ejemplo, no es sólo cuánto se invierte en salud, sino también qué enfermedades se estudian más y qué soluciones accesibles se buscan para qué tipo de pacientes. «En 1992, menos del 10% del gasto mundial en investigación médica se dedicó a la lucha contra lo que supone el 90% del volumen mundial de enfermedades» (PNUD, 2002: 7).

El tema de la agenda de investigación se vincula cada vez más con la producción, en la medida en que, a diferencia de lo que ha sucedido en el pasado con las prácticas productivas consuetudinarias, la generación de los más diversos bienes y servicios depende cada vez más de la capacidad de incorporar conocimientos adecuados y actualizados; esto requiere, por un lado, que esos conocimientos sean generados y, por otro, que sus potenciales usuarios, en tanto productores directos, puedan efectivamente acce-

der a ellos. Ahora bien, es muy frecuente —en los países periféricos sobre todo, pero no sólo en ellos— que los potenciales productores tengan carencias no sólo para identificar posibles soluciones a sus problemas, entenderlas y aplicarlas, sino también para constituirse en interlocutores aptos para plantear tales problemas a quienes pueden colaborar a resolverlos.

Las observaciones del párrafo precedente esbozan diversas cuestiones que justifican pensar en términos de «políticas sociales científico-tecnológicas», destinadas a compensar las desigualdades ligadas al conocimiento y a respaldar las capacidades innovativas de sectores postergados. Cabe anotar que, en este terreno como en el que más, el asistencialismo tiene grandes limitaciones; de lo que se trata es de apoyar actores potenciales, viendo a la gente, en palabras de Amartya Sen, más como agentes que como pacientes.

2.3. Actividades y actores

La innovación se despliega a partir de la puesta en juego de capacidades diferentes; suele requerir políticas deliberadas; se trata, a la vez, de promover la construcción de esas capacidades y de articular las actividades que cada una de ellas permite realizar. Aquí nos proponemos ejemplificar la diversidad de acciones y actores necesarios para que la innovación efectivamente ocurra.

Ya nos hemos referido a los distintos grupos que pueden considerarse «actores productores» de conocimientos e innovación. Existen tanto en la órbita pública como en la privada. Incluyen los centros de enseñanza superior, los institutos de investigación, los laboratorios de I+D y otros organismos, pero también ámbitos menos formales. Entre los primeros, se destaca el papel real o potencial de las universidades que combinan enseñanza e investigación, y de esa manera contribuyen tanto a la generación de conocimientos y a la formación de investigadores como a la preparación de profesionales y técnicos en ámbitos creativos, lo cual colabora a forjar las aptitudes para encarar problemas nuevos. En América Latina, un conjunto de universidades públicas reúne la mayor oferta de conocimientos de la región. Los centros estatales de investigación con frecuencia tienen cometidos específicos, dedicándose por ejemplo al sector agropecuario o a parte de él, a las tecnologías industriales, a la minería o la energía; su relevancia es alta en el Norte y muy variada en el Sur. Como antes se subrayó, los laboratorios de I+D de las empresas privadas han sido grandes actores del cambio técnico, desde la segunda mitad del siglo XIX en adelante; hoy siguen, en su mayor parte, concentrados en el Norte. En términos relativos son pocas las empresas de los países subdesarrollados que presentan actividades de I+D formalmente organizadas, pero ello no significa que tales actividades no tengan lugar; como lo discutiremos más adelante, la «producción de innovaciones» en el mundo periférico tiene un carácter muy informal, y aun intersticial, pues suele generarse en los márgenes o «entre los poros» de las actividades económicas predominantes.

Los procesos sociales de innovación involucran de forma activa no sólo a quienes la «producen» sino también a los «actores receptores» de conocimientos e innovación. La idea es que no se trata necesariamente de receptores pasivos o, mejor dicho, que la efectividad de la innovación depende mucho de lo activos que sean sus receptores y usuarios, tanto al plantear sus problemas y demandas como en la búsqueda de soluciones y en el mejoramiento sobre la marcha de las mismas. Aquí lo que está en juego es la capacidad de usar conocimiento por parte de los productores directos, que son, valga la redundancia, los responsables inmediatos de cómo se introduce lo nuevo en las prácticas productivas.

La importancia de semejante capacidad ha sido, a justo título, ampliamente destacada en relación con ese receptor fundamental de innovaciones que es el empresariado. Se presta menos atención a otro sector clave en la adopción de nuevas prácticas técnico-productivas, el actor sindical. La actitud colectiva de los trabajadores ante los cambios, resistiéndolos activa o pasivamente, aceptándolos tal como vienen, o interviniendo para modificarlos, tiene una incidencia a menudo descuidada en las formas que en realidad adoptan esos cambios y en sus consecuencias, positivas o negativas. A diferencia del actor empresarial, que concentra el poder de decisión en este terreno, el actor sindical es, por lo general, un receptor desinformado y no consultado; por ende, con tendencia a la pasividad, y también muy vulnerable. La introducción de modificaciones en los procesos productivos pone en cuestión empleos, remuneraciones, tareas y calificaciones, lo que una y otra vez genera resistencias varias. Como veremos más adelante, algunas experiencias sugieren que los resultados pueden ser distintos a partir de la consulta, la información y la participación de los trabajadores, cuando se ofrecen posibilidades de recalcificación y cuando los saberes de estos productores son valorados y aprovechados durante la implementación y adaptación de las nuevas técnicas. Éste es uno de los principales motivos de que el cambio tecnológico aparezca, a la vez, como una arena de conflictos y como un proceso abierto a alternativas sociales diferentes.

El papel difícil de sustituir que desempeña en la innovación un tercer tipo de protagonistas, a los que cabe denominar *actores de conexión*, resulta claro si se observa que la mayor parte de los actores «productores» o «receptores» de conocimientos no tienen como principal meta y preocupación la innovación propiamente dicha. Los investigadores concentran sus esfuerzos en el «descubrimiento» de nuevos resultados o aplicaciones, y no suelen tener la formación y los instrumentos para ocuparse de la «diseminación» de sus hallazgos, lo que en general incluye esfuerzos específicos de divulgación y adaptación. Por otro lado, las personas, grupos y organizaciones involucradas en la producción y distribución de bienes y servicios tienen sus propias prioridades y urgencias, que pueden, en último término, ser atendidas por innovaciones, en tanto que medios para ciertos fines.

Comprender la innovación como un proceso social lleva a centrar la atención —como lo enseñaba Jorge Sabato, el gran estudioso latinoamericano del tema— en «el problema de las interacciones». Sin conexiones entre actores diferentes, es difícil que haya innovación. Las conexiones, cuando tienen lugar, surgen de combinaciones varia-

bles de acciones deliberadas y factores «ambientales» generales. Cuando la innovación es un fenómeno habitual, suelen existir actores cuyo propósito definitorio consiste en establecer las conexiones que la posibilitan; como ejemplo, puede mencionarse a los organismos empresariales, las agencias públicas y las oficinas universitarias de fomento de la innovación; intentan ser sus «catalizadores».

Existe una gama vasta y difusa de actores potenciales de conexión o promoción de las actividades de innovación. Ejemplo relevante de «actor potencial de conexión» es el sector financiero, sin cuyo respaldo es muy difícil mejorar cualitativamente la producción, aprovechar la oferta tecnológica local y correr los riesgos de ensayar alternativas nuevas. Los actores potenciales incluyen gran parte de los organismos públicos que —al ocuparse de problemas de salud, empleo, vivienda, etc.— tienen la posibilidad de conectar necesidades con capacidades para afrontarlas de forma creativa, y recursos para respaldar la forja de conexiones.

Los niveles y la orientación de la innovación dependen en alto grado de los valores y las actitudes prevalecientes. Por ello, ciertos actores potenciales de promoción de la innovación se ubican en la esfera de la educación, la comunicación y la cultura. Entre ellos se incluyen los organismos e iniciativas orientados a acercar la ciencia y la tecnología a la gente, en especial a niños y jóvenes, como los museos interactivos, clubes de ciencia y actividades vinculadas. En este terreno, nunca se insistirá demasiado en el papel potencial de los comunicadores sociales, tanto en la atención que le dedican como en la forma de presentar sus diversos aspectos; su contribución puede ser muy grande al hacer conocer las capacidades locales de creación en ciencia y tecnología, así como al presentar las oportunidades y problemas vinculados en una forma que colabore a la comprensión y al involucramiento de la ciudadanía. Lo que pase con la innovación, para bien y para mal, es muy sensible al «ambiente», a las señales que provienen de las políticas públicas en general, de quienes más influyen en la formación de opiniones, de las prioridades que en los hechos evidencian los grupos y organizaciones con más peso en la sociedad.

Hemos procurado presentar la innovación como campo de actividades variadas y específicas. Su riqueza indica que promover el uso creativo y socialmente beneficioso del conocimiento exige bastante más de lo que a menudo se dice. Es, por supuesto, imprescindible impulsar tanto la «oferta» que surge de la investigación como la «demanda» potencial de las empresas y de los productores en general. Hacen falta actores que generen conocimientos y formen gente calificada; tales recursos son imprescindibles pero insuficientes; se requieren actores con la preparación adecuada para recurrir a ellos y con los incentivos para hacerlo; por consiguiente, también son necesarios «actores de conexión» entre unos y otros, pues los vínculos entre ambos no son automáticos y deben adaptarse en todo momento a situaciones cambiantes. Pero ni aun así se puede garantizar el dinamismo innovativo.

Como proceso social que involucra a tan variados actores y actividades, la innovación está íntimamente ligada a la cultura. Depende de valores y actitudes a menudo sutiles y difíciles de captar, como los imaginarios tecnológicos y la dosis de autoestima

colectiva, lo que diversos grupos saben, quieren, creen que se puede hacer o no, y se sienten o no capaces de realizar. Involucra a la población en general y a los principales ambientes de socialización, ante todo la educación y la comunicación social.

2.4. La orientación de la innovación

El auge contemporáneo de la innovación técnico-productiva significa, entre otras cosas, que ese conjunto de actividades involucra de forma directa a un número cada vez mayor de personas y a una cantidad de insumos materiales que crece todavía con más rapidez. Pero ello no implica, por cierto, que todos los problemas susceptibles de generar innovaciones reciban similar atención, ni que todas las rutas sean exploradas; lo que se observa es más bien lo contrario, en una gama que va desde ciertas cuestiones y estrategias que concentran ingentes recursos, pasando por las más diversas situaciones intermedias hasta problemas o alternativas de hecho relegados, sin que sea fácil explicar cómo se establecen prioridades y se escogen caminos. Surge de manera natural, pues, la interrogante acerca de los factores que orientan la innovación.

Un debate vigente durante largo tiempo, tanto en la literatura económica como en la discusión de las políticas, encaró la pregunta en términos dicotómicos: un enfoque veía la innovación configurada o «arrastrada» por la demanda —*demand pull*— mientras que el enfoque contrapuesto la consideraba impulsada o «empujada» por la tecnología —*technology push*—. Ambos puntos de vista encuentran sólido respaldo en los hechos, pero no parece posible atribuir primacía causal general a uno u otro factor.

Las necesidades —actuales y a veces anticipadas, genuinas o incluso más o menos artificialmente inducidas— constituyen, en potencia, un estímulo importante para los cambios de todo tipo. Lo serán de hecho en tanto que sean percibidas como tales, de modo que lleguen a constituir, de una manera u otra, un problema que demanda soluciones y que ofrece beneficios a quienes las hallen, lo cual puede poner en marcha esfuerzos orientados a encontrar maneras nuevas de hacer ciertas cosas. La introducción del ferrocarril ofreció una respuesta adecuada a la necesidad de transportar bienes a mayor escala, de manera más rápida y confiable, planteada por cierta gente que tenía mucho para ganar con tal innovación, y podía pagar por usarla —y que constituye, así, lo que se denomina una «demanda solvente».

Ahora bien, muchas necesidades no llegan a expresarse de esa forma; por ejemplo, puede suceder que quienes las sienten carezcan de los conocimientos requeridos para plantear sus problemas o de los medios para estimular la labor de las personas que podrían buscar soluciones; en el último caso, la demanda no es «solvente», mientras que en el primero ni siquiera es formulada como tal. Ejemplos de ambas situaciones aparecen de forma recurrente en el área de la salud.

También es posible que, explícita o implícitamente, se suponga insoluble el asunto; ¿cuánto tiempo pasó antes de que se considerara posible calentar una habitación sin hacer un fuego dentro de ella?

Ciertas necesidades sólo son reconocidas como tales, de modo que se conviertan en estímulos para los esfuerzos innovativos, cuando los conocimientos científicos y/o tecnológicos esbozan la posibilidad de atenderlas. Y a menudo es la disponibilidad de ciertas técnicas lo que lleva a preguntarse quiénes podrían convertirse en usuarios y, por tanto, en demandantes de ellas. Ya existían poderosas computadoras antes de que, fuera de los ámbitos militar y académico, se expresara alguna urgente necesidad de usarlas; la demanda, que llegó a ser enorme, resultó en algún sentido creada por la oferta. Los equipos médicos que utilizan el láser son el resultado del aprovechamiento de una cierta oportunidad, abierta por una línea de investigación científica y tecnológica que no fue originada ni orientada por la demanda de tales equipos.

En suma, ciertas innovaciones pueden ejemplificar la tesis de la orientación por la demanda y otras parecen apoyar la tesis del empuje desde la tecnología, mientras que en una cantidad de casos resulta artificioso intentar ubicarlos de un lado u otro de la frontera entre tales explicaciones.

En realidad, la cuestión depende no poco de si se entiende la innovación como *evento*, concentrando la atención en el momento mismo en el que algo nuevo modifica cierto conjunto de actividades, o si se la piensa más bien en términos de *proceso*, considerando las sucesivas etapas de su gestación y, a menudo, de su paulatina introducción en un espacio de prácticas colectivas. La elección de un punto de vista u otro tiene mucho que ver con las preocupaciones que llevan a considerar el tema; ambos aportan elementos de interés. Sin desmedro de reconocerlo, cuando se está estudiando las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad, corresponde entender la innovación como un proceso.

Cuando se adopta este último punto de vista, resulta muy variable la gravitación del mercado y de la tecnología en la innovación. Muy a menudo nos encontraremos con interacciones entre ambos factores, a las que ya hicimos alusión al considerar los «motores internos» y los «motores externos» del cambio tecnológico. Y, en general, lo que reaparece es la comprensión de la innovación como fenómeno resultante del encuentro entre una necesidad, que puede llegar a plantearse como demanda, y una oportunidad de resolverla, susceptible de constituir una oferta tecnológica.

Las interacciones entre «demanda» social y «oferta» tecnológica han variado en las distintas épocas. Esto se ve de forma clara cuando consideramos un aspecto fundamental del problema de la orientación de la innovación, planteado por la siguiente pregunta: ¿existe, frente a cada problema o dificultad, una única manera «mejor» de encarar la solución o adaptación? Ésta es la cuestión de la «unicidad» de las innovaciones.

Si bien se trata de un asunto bastante complejo, la respuesta a esa pregunta es por lo general negativa. En ciertas ocasiones, una misma necesidad da lugar a innovaciones que compiten entre sí, sin que una de ellas resulte claramente superior; en otras, el hecho de que se consoliden innovaciones «dominantes» no implica la inexistencia de alternativas válidas. Ejemplo bien conocido de lo primero es la convivencia —y competencia— de los métodos anticonceptivos modernos; ejemplo de lo segundo es el tipo de refrigeradores que tenemos, heredero de una opción tecnológica hecha en 1930 frente a una alternativa que algunos especialistas consideran superior.

Vale la pena detenerse un momento en esto último, pues resulta ilustrativo. La cuestión es cómo se provoca el enfriamiento: puede ser, como ahora, a través de un compresor movido por un motor eléctrico, que condensa un líquido, descargando en la habitación el calor que éste había absorbido en el refrigerador al vaporizarse. La otra alternativa era un refrigerador a gas, en el que el amoníaco refrigerante se vaporizaba al ser calentado con una llama y se disolvía en agua, enfriando así la caja. La ventaja de este segundo método radicaba en no tener partes móviles, por lo cual, además de no romperse, no hacía ruido; el zumbido del refrigerador eléctrico nos acompaña todavía. Hacia 1930 había prototipos operativos de ambos sistemas; para explicar el «triunfo» del segundo, se ha apuntado a la enorme inversión en I+D y a la agresividad de las campañas de promoción llevadas a cabo por un pequeño grupo de grandes empresas que entendieron que la alternativa elegida era más rentable, entre las que estaban General Electric, General Motors y Westinghouse (Rogers, 1995: 138).

El carácter no ineluctable de la innovación tiene una importancia mayor. Una cosa es reconocer que algunos problemas no admiten cierto tipo de soluciones en el estado actual del conocimiento, como, por ejemplo, el transporte por telequinesia; y otra es invertir el argumento y afirmar que hay un tipo de soluciones a ciertos problemas que no admite alternativas válidas, técnicas o técnico-económicas. La importancia de comprender que, en general, esta segunda formulación es incorrecta —histórica y prácticamente incorrecta— radica en que obliga a aceptar la responsabilidad por la opción. En un conjunto muy amplio de casos será posible diseñar soluciones diversas para un mismo tipo de problemas, dependiendo de un complejo número de factores, que van desde consideraciones de elemental buen sentido económico hasta otras que hacen referencia a valores, gustos, tradiciones y, no por cierto en último término, el poder. Más adelante se retomará este punto, al analizar la innovación como expresión de intereses y, también, de antagonismos.

Cuando se acepta que, en general, la innovación o las innovaciones que se concretan en la realidad no están determinadas de forma unívoca por las características del problema con el que se vinculan, la dicotomía entre necesidades y tecnología puede replantearse en los siguientes términos: ¿las opciones adoptadas al solucionar problemas reflejan preferencias de la demanda o rigideces de la oferta tecnológica? La respuesta, como se adelantó más arriba, depende en alto grado de la historia. Más en concreto, cabe argumentar que, cuanto más avanza la tecnología, menos limita las alternativas de innovación. Por supuesto, nunca es válido en este terreno decir que «todo marcha»; el mundo material, o como se prefiera llamarlo, impone restricciones difíciles de ignorar. Lo interesante y cambiante es que la ampliación y diversificación de las posibilidades tecnológicas desborda ciertos límites y elimina algunas rigideces inevitables del pasado, incluso del más reciente, con lo que la importancia potencial de las demandas en la orientación de la innovación tiende a incrementarse sustantivamente.

Asistimos, en efecto, a una verdadera explosión en los grados de libertad que la tecnología ofrece al diseño de productos y procedimientos. Toda la panoplia de las llamadas «nuevas tecnologías» —electrónica, informática, biotecnologías, nuevos materiales,

nuevas formas de energía— apunta justamente a la permanente ampliación de los límites impuestos a lo que puede ser construido mediante los artificios de los seres humanos.

De forma paralela, a pesar de una relativa homogeneización en el acceso a un conjunto de tecnologías —no a todas—, las diferencias de «estilos innovativos» no han desaparecido: en algunas sociedades se prioriza la seguridad, en otras la comodidad o la elegancia del diseño; en ciertos casos, la innovación está muy condicionada por la pequeña dimensión del país, o por la preocupación predominante por ahorrar energía y preservar el ambiente, o por la atención muy difundida a la ampliación de las posibilidades de los discapacitados.

En suma, dentro de los límites impuestos por las posibilidades tecnológicas, que tienden a ser cada día menos estrechos, se abre una gama cada vez más amplia de «alternativas innovadoras», por lo que cobra creciente importancia la expresión de las demandas. Éstas inciden en la selección de unas alternativas en lugar de otras, en la orientación general de los esfuerzos innovativos y también en las direcciones prioritarias de la investigación; así, las demandas que logran expresarse establecen conexiones entre las tecnologías de hoy y las que vendrán.

Como se ha observado hace ya tiempo, la gravitación creciente de la tecnología en nuestras sociedades no apunta hacia una suerte de «determinismo tecnológico», sino más bien al contrario, pues el grado en el que las técnicas determinan los procesos sociales no se hace mayor, sino menor, cuando las posibilidades tecnológicas se multiplican. A la inversa, la propia acumulación de conocimientos científicos y tecnológicos hace cada vez menos probable que el curso de la investigación pueda verse determinado sólo por factores externos a ella, pues sus avances sucesivos se apoyan en —y dependen de— un conjunto en expansión de resultados anteriores. Asistimos a una interacción cada vez más diversificada entre posibilidades técnicas y demandas sociales, que multiplica las modalidades de consumo y las formas de aplicación del conocimiento.

Vale la pena, pues, ensayar una *tipología de demandas*, mirando con cierto cuidado las formas en que llegan o no a expresarse las necesidades sociales vinculadas con la técnica.

Es preciso tener en cuenta la habitual distinción entre demandas solventes y no solventes, pero conviene ir más allá. Una demanda solvente reúne dos características: es una necesidad formulada de manera concreta, y está respaldada por cierto poder de compra. Se inscribe, pues, dentro del primer tipo de demandas por innovaciones que proponemos distinguir; a saber:

(i) *Demandas explícitas y fuertemente respaldadas por alguna forma de poder*

Un ejemplo típico es la demanda militar de innovaciones; otro ejemplo es la demanda de medicamentos y procedimientos curativos para enfermedades con alta incidencia en países prósperos. A lo largo de la historia, el poder militar y el poder económico han sido grandes inductores de innovaciones.

La demanda puede entrar por los ojos pero no ser solvente, pues quienes necesitan ciertas cosas nuevas no tienen cómo pagarlas; es lo que sucede con el SIDA en tantos lados, particularmente en el África Subsahariana. Tenemos así un segundo tipo:

(ii) *Demandas explícitas con débiles respaldos*

Numerosos casos de este tipo se vinculan con las necesidades básicas insatisfechas de mucha gente; incluyen múltiples problemas que demandan innovaciones técnico-productivas, y lo hacen de manera explícita, pues la satisfacción de esas necesidades es a menudo un objetivo nacional ampliamente reconocido, incluso como un derecho con rango constitucional. Así, el derecho a una vivienda digna constituye una demanda explícita de innovaciones, por ejemplo de nuevos materiales —más baratos que los disponibles, pero que garanticen objetivos básicos, como el aislamiento térmico— o de nuevas formas constructivas, que permitan la auto-construcción con unos niveles adecuados de eficiencia. En los países subdesarrollados, el retroceso del gasto público en el bienestar social ha disminuido mucho los recursos que pueden apoyar esas y muchas otras manifestaciones de lo que podríamos llamar *la demanda innovativa de las políticas sociales*, cuyos respaldos son, pues, en términos generales, muy débiles.

Hay otras necesidades que se plantean de forma bastante menos concreta que las recién mencionadas, lo que lleva a distinguir entre *demandas explícitas*, como las que hemos venido considerando, y *demandas difusas*. La propia denominación de estas últimas sugiere que no es fácil clasificarlas en subgrupos; sin embargo, vale la pena notar que algunas de esas demandas traducen necesidades muy reconocidas y muchas veces formuladas, mientras que otras responden a tendencias profundas, no demasiado reconocidas y hasta «subterráneas», ligadas a las aspiraciones y especificidades culturales de ciertos grupos sociales, o a las dinámicas subyacentes a determinados procesos sociales. Distinguiremos en consecuencia otros dos tipos:

(iii) *Demandas difusas y manifiestas*(iv) *Demandas difusas y latentes*

Las del tipo (iii) apuntan a la solución de «situaciones problemáticas», que han llegado a ser percibidas por mucha gente, pero sin que hayan sido circunscritas de forma precisa, como problemas bien delimitados, por lo que en principio no plantean reclamos concretos de innovación. Se quiere que disminuyan ciertas agresiones al medio ambiente, o que se encuentren maneras de viajar más rápido sin aumento de costos, o que se consigan formas seguras, cómodas y baratas de control de la natalidad. Algunas demandas de este tipo son encaradas por empresarios innovadores, para quienes el volumen de consumidores potenciales de un cierto producto o procedimiento, orientado a resolver determinado aspecto de una «situación problemática» general, justifica el riesgo de invertir dinero y tiempo en la búsqueda de una solución. En otros casos, las cuestiones son afrontadas por el Estado en representación de los ciudadanos afectados, por ejemplo prohibiendo que los vehículos emitan gases contaminantes por encima de un cierto nivel, lo cual puede poner en marcha una cadena de esfuerzos para encontrar diversas soluciones, desde la refinación más perfecta de las gasolinas hasta el diseño de nuevos dispositivos para los automóviles.

Un ejemplo del cuarto tipo de demandas, las de índole difusa y latente, lo ofrece la profunda vocación por el confort en la vida cotidiana que existe en ciertas sociedades.

Ello no se expresa realmente a través de una demanda concreta de lavavajillas o compactadoras familiares de basura, sino mediante la alta apreciación social con la que puede contar toda innovación que ahorre trabajo manual en el hogar.

En ciertas ocasiones, es posible detectar tendencias profundas, inscritas en los procesos generales del cambio social, que constituyen una demanda potencial de innovaciones, difusa y apenas percibida, pero que contribuyen a orientar en el largo plazo y «por abajo» las direcciones innovativas. Como ejemplo de ello podría aducirse la emergencia de la gestión burocrática, que Weber interpretó como la mejor adaptada al desarrollo del capitalismo, ya que deviene más refinada «cuando más se "deshumaniza", cuando más completamente alcanza las peculiaridades específicas que le son contadas como virtudes: la eliminación del amor, del odio y de todos los elementos sensibles puramente personales, de todos los elementos irracionales que se sustraen al cálculo» (Weber, 1977: 732). Este enfoque, elaborado en las primeras décadas del siglo XX, apunta a la configuración de una necesidad creciente de cálculo automatizado, que por entonces ni era explícita ni podía encontrar oferta tecnológica capaz de atenderla; décadas después, al calor de las explícitas y poderosas demandas de la guerra, se construyó una capacidad técnica que, más tarde todavía, fue canalizada por algunos empresarios y por los Estados hacia el manejo, mediante computadoras electrónicas, de algunos aspectos de la «situación problemática» planteada por la expansión de la gestión burocrática caracterizada por Weber.

La tipología propuesta —sin duda, de carácter muy primario— puede ayudar a visualizar la diversidad de demandas y necesidades vinculadas con el cambio técnico-productivo, lo que constituye un capítulo importante dentro del gran tema de las influencias socio-culturales que inciden en la orientación de la innovación.

Las conexiones entre actores sociales y demandas innovativas varían según las modalidades de estas últimas. En el caso de las demandas explícitas y con fuertes respaldos, existen grupos y organizaciones que las ponen sobre el tapete y garantizan la retribución de quienes puedan encontrar soluciones a los problemas planteados, y esto, a su vez, estimula la emergencia de actores orientados a resolver ese tipo específico de cuestiones. Una vez más, referirse a la demanda militar o a la demanda solvente de salud ahorra mayores comentarios. Cuando existen demandas explícitas pero poco respaldadas, la aparición de innovadores efectivos suele depender de que ciertos actores —muy a menudo el sector público, pero también organizaciones no gubernamentales, así como entidades estatales o privadas con vocación de fomentar la investigación— asuman tales demandas y les proporcionen recursos. En el caso de las demandas difusas y manifiestas, ya observamos que suelen aparecer «interpretadores» —empresarios innovadores— que concretan determinados aspectos de las mismas y actúan en el supuesto de que las soluciones que puedan fabricar, por ejemplo pequeños autos eléctricos para movilizarse en urbes congestionadas, encontrarán respaldos *a posteriori* en la forma de una clientela significativa; una demanda difusa da lugar así a otra de tipo explícito.

La conversión de una modalidad de demandas en otra por la intervención de ciertos colectivos constituye uno de los aspectos más interesantes y significativos de la cone-

xión entre demandas y actores. A menudo ello sucede cuando un «grupo latente» —por ejemplo, el conjunto de los familiares de personas afectadas por una determinada enfermedad— se convierte en un «grupo organizado», consciente de sus posibilidades y movilizado para aprovecharlas. En el ejemplo, dicha movilización puede expresarse presionando a los poderes públicos, reuniendo fondos, estimulando investigaciones, etc.; así, la acción colectiva transforma una demanda explícita débilmente respaldada en otra con apoyos más o menos fuertes.

En este marco, podríamos señalar dos consecuencias de la actividad ecologista. Desde la Revolución Industrial, por lo menos, los cambios técnicos y productivos fueron creando una «demanda difusa y latente» de innovaciones que pudieran contribuir a proteger y aun «reparar» el medio ambiente. Ello constituyó una tendencia profunda, casi subterránea, hasta avanzada la segunda mitad del siglo XX, cuando la conjunción de accidentes muy graves y movilizaciones relevantes la convirtieron en «demanda difusa y manifiesta», al configurarla como «situación problemática» general. Desde entonces, se han multiplicado los ejemplos de «explicitación» de tal demanda, en particular a través de la actuación de grupos ciudadanos que se organizan para reclamar soluciones a aspectos concretos de la problemática ambiental.

A menudo, esas acciones colectivas son inductoras de innovaciones de una manera indirecta, por la negativa, si se quiere. Así, la oposición que suscita la solución nuclear para las demandas energéticas puede fomentar la innovación vinculada a las formas más limpias de energía, aunque semejante resultado no está garantizado, ya que, como es obvio, inciden otros factores, y es posible que se expanda el uso de combustibles fósiles. El rechazo de los productos genéticamente modificados y el reclamo de mayores garantías de salud vinculadas con la producción de alimentos constituye un ejemplo destacado de cómo la diversidad conflictiva de demandas, explícitas y difusas, incide en la orientación de la innovación, impulsando ciertos caminos y dificultando otros.

En definitiva, la innovación técnico-productiva es un poderoso vehículo de desestabilización social —que modifica y aun trastoca rutinas, actividades y vínculos—, pero no «desde fuera» de la sociedad, sino como un proceso social dentro de ella.

Las capacidades prácticas son, a la vez, tecnológicas y económicas, pues dependen tanto de lo que se sabe hacer como de los recursos y costos involucrados. Ellas configuran un espacio de posibilidades, y también un marco de restricciones, porque no se puede concretar lo que no es realizable. Pero lo realizable cambia con el paso del tiempo y está condicionado por la sociedad. No está fijado de manera absoluta, sino que depende de factores en estado de permanente variación, que incluyen los saberes elaborados, las aptitudes disponibles y los problemas que deben ser atendidos con carácter prioritario. Esa transformación en las capacidades recibe un impulso fundamental de la dinámica social general, en la que incide, a su vez, en grado no menos relevante. En tal sentido, nada de lo social es ajeno a la innovación.

Un fenómeno interactivo, distribuido y conflictivo

En este capítulo estudiaremos más de cerca algunas interacciones que se establecen en los procesos de innovación, lo que pondrá de manifiesto que la capacidad de introducir lo nuevo en las prácticas colectivas está repartida entre variados actores y, al mismo tiempo, que esos procesos son conflictivos por su propia naturaleza.

3.1. Relaciones entre productores y usuarios

Al ocuparnos, en la sección 2.3, de los distintos actores involucrados en los procesos de innovación, anotamos que la efectividad de tales procesos depende mucho del grado y la forma en que participen los «actores receptores» de conocimientos e innovación. Hay toda una gama de posibilidades, que van desde la adopción pasiva, «llave en mano», de un nuevo dispositivo o procedimiento, hasta el involucramiento activo en la elaboración de las soluciones, a partir de la formulación misma del problema; en este último caso, quienes incorporan innovaciones influyen en sus caracteres e impactos hasta un punto tal que ellos mismos han de ser considerados también como innovadores.

Por consiguiente, no sólo debe tenerse en cuenta que en la innovación intervienen distintos actores, sino que es preciso también analizar con atención los diferentes tipos de relaciones que se establecen en la práctica entre tales actores. Bajo el epígrafe «relaciones entre productores y usuarios», se ha venido prestando creciente atención desde los años 80 del siglo pasado a las influencias sobre la innovación de los distintos tipos de vínculos que se establecen entre «actores productores» de innovaciones y «actores receptores» de las mismas, o usuarios.

Uno de los pioneros de este enfoque sostiene que, en la industria automotriz, gran parte del cuantioso gasto proveniente de la demanda no ha generado innovaciones radicales, que sí han sido provocadas, en cambio, por ciertos usuarios muy competentes y exigentes, en áreas donde los gastos son minúsculos (Lundvall, 1988: 357). Estos usuarios «provocadores de innovaciones» aparecen por doquier; son los que tienen la capacidad no sólo de plantear sus problemas específicos, sino también de hacer escuchar sus puntos de vista sobre cómo resolverlos.

Se notará que ello supone bastante más que la vinculación casual y esporádica, «a distancia», entre demandantes y oferentes de soluciones tecnológicas; hace falta que los contactos frecuentes entre determinados productores y usuarios lleguen a establecer lazos deliberados de retroalimentación, de modo que la relación sea en sí misma generadora de innovaciones. A estos procesos alude la denominación abreviada «interacción usuario-productor».

Aquí el centro de la cuestión son los mecanismos de intercambio de información entre agentes que ocupan posiciones económicas distintas y, muy en especial, la posibilidad de que ese intercambio se transforme en aprendizaje. Cuando las vinculaciones se establecen «a distancia», quienes necesitan innovaciones pueden o no acceder a la información estandarizada proveniente de quienes ofrecen soluciones, y viceversa. En la interacción usuario-productor, lo que sucede es que uno y otro actor aprenden.

Mientras que la microeconomía tradicional tiende a poner el foco en las decisiones, tomadas en base a una determinada cantidad de información, nosotros pondremos el énfasis en los *procesos de aprendizaje*, que cambian permanentemente la cantidad y el tipo de información disponible para los actores (Lundvall, 1988: 349).

El enfoque da lugar así al concepto fecundo de «aprendizaje por interacción» —*learning by interacting*— que apunta a detectar la emergencia de capacidades innovadoras en ciertas relaciones sociales «de proximidad».

Convertir las relaciones entre productores y receptores de innovaciones en procesos interactivos en los que ambos aprenden es lo que intentan hacer, entre otros, los «sastres tecnológicos», caracterizados en la sección 1.2, y ejemplificados por las pequeñas empresas proveedoras de bienes y servicios tecnológicamente complejos, a la medida de las necesidades específicas de determinados usuarios.

Pero la construcción de ese tipo de interacciones no es, en general, nada fácil. Mencionemos algunas de las dificultades que aparecen en la práctica, y también ciertas ventajas, siguiendo de cerca las manifestaciones de algunos actores «de terreno» (Snoeck, Sutz y Vigorito, 1992).

Es llamativo consignar que tanto usuarios como productores señalan ciertas dificultades similares: indefinición de interlocutores válidos, falta de comunicación y comprensión recíproca, incertidumbre, ausencia de confianza. Los usuarios destacan que, para procurar una relación más estrecha con los productores potenciales de las innovaciones que requieren, se sienten impulsados por estímulos como los siguientes: posibilidad de adecuar el producto a sus propias especificaciones funcionales, factibilidad de introducir nuevos equipos de manera modular, facilidades para realizar modificaciones sobre la marcha y actualizar diseños. Por su parte, los productores entienden que la comprensión de las necesidades propias de los usuarios posibilita una mejor realización técnica; incluso llegan a señalar que, al delimitarse así un problema que no se resuelve consultando un manual, se encuentran frente a un desafío intelectual que los convoca a mayores esfuerzos.

La falta de confianza adquiere una dimensión especial en el subdesarrollo, tema sobre el que volveremos. Suele suceder que entes públicos impongan condiciones de contratación más exigentes a proveedores nacionales de tecnología que a los extranjeros. La desconfianza ha sido registrada incluso en casos en los que el «usuario» es una empresa pública, cuyas necesidades de innovación han sido anteriormente atendidas a entera satisfacción por productores nacionales. Pero aún en tales situaciones puede

acontecer que los expertos internacionales se opongan a recurrir a las capacidades existentes en el país. Se generan así demoras —que agudizan la incertidumbre entre los productores— o, peor, decisiones que frustran las interacciones innovativas.

En los países periféricos, sobre todo en los pequeños, la importación de equipos complejos puede llegar a ser poco eficiente porque, como lo destacan a menudo sus usuarios, la oferta estandarizada incluye una serie de funciones que no se precisan, pero que incrementan los costos, y a veces no incluye algunas que son imprescindibles. Encontrarse con tal situación es lo que con frecuencia impulsa a buscar proveedores locales, a los que se pueda plantear requerimientos de diseño adecuados a las características de la actividad productiva propia y a la disponibilidad de fondos. Esta ventaja suele llevar a otra, la de realizar el mantenimiento de equipos complejos sin necesidad de financiar venidas de técnicos del exterior, pues el productor local de esa innovación ofrece una capacidad «cercana» para mantener y hasta mejorar sobre la marcha tales equipos.

Cuando la desconfianza no bloquea la relación, deviene posible afrontar otras vallas, como la ausencia de lenguaje común, las carencias de conocimientos técnicos de los usuarios y la eventual falta de familiaridad de los innovadores con la lógica propia de las actividades de aquéllos. Dificultades de esta naturaleza son, justamente, las que una interacción sostenida va disipando. A veces el proceso se pone en marcha porque el usuario, consciente de la complejidad del problema y de las limitaciones de sus conocimientos técnicos, recurre a un agente idóneo, de su confianza, para que busque un proveedor de soluciones adecuadas y opere como intermediario en la relación.

Para que los proveedores «próximos» puedan tener ventajas sustantivas sobre los «distantes» se requiere —al menos en las regiones periféricas— que lleguen a conocer bien las condiciones de trabajo de sus potenciales usuarios y el contexto en que se desenvuelven. Como ya se apuntó, el equipo técnico potencialmente innovador resulta a veces motivado a buscar algo nuevo por el desafío intelectual que le plantea una situación distinta de la que generó la oferta estandarizada disponible. Semejante estímulo para la tarea creativa no siempre se registra como es debido.

Una de las principales consecuencias de las interacciones usuario-productor es la frecuente generación de innovaciones «útiles». Se ha estudiado mucho el éxito comercial de las innovaciones, pero tal éxito no siempre implica que las soluciones introducidas en la práctica hayan resultado realmente satisfactorias para el usuario. El estudio de la utilidad de la innovación y de sus condicionantes es cuestión central para los países débiles en lo que hace a la generación de innovaciones; en condiciones de escasez extrema o, por lo menos, significativa, es vital minimizar el «desperdicio tecnológico»; además, en medios de cultura técnica poco sólida, los fracasos totales o parciales, ligados a innovaciones productivas que no cumplen con las expectativas de los usuarios, pueden alimentar las resistencias al cambio.

Llegamos así a una conclusión de alcance muy general: tanto en la orientación de la innovación —de la que nos ocupamos ya en la sección 2.4— como en la difusión de lo nuevo —tema abordado en la sección 1.2—, la naturaleza de las relaciones entre productores y usuarios puede tener gran incidencia.

La idea clave es que «todos los saberes importan» en la innovación. Si ésta es solución de problemas, entonces la definición correcta del problema es crucial, y para ello el usuario resulta imprescindible. La innovación no es sólo un fenómeno de creación sino también de adopción, de incorporación efectiva de lo nuevo a ciertas prácticas. Hace falta tener muy en cuenta esta faceta, tanto para captar algunas causas del uso desigual de innovaciones como para entender ciertas dificultades importantes que traban a menudo la generalización de las nuevas prácticas.

En un texto pionero sobre el tema, Lundvall (1985: 31) plantea dos interrogantes: «¿Podemos explicar las desviaciones respecto del rango y dirección óptimas de las innovaciones por propiedades específicas de las relaciones usuario-productor? ¿Podemos desarrollar un conjunto de políticas y recomendaciones basadas en dicho análisis?» Estas preguntas orientaron una investigación sobre el impacto de la microelectrónica en la economía danesa, que puso de manifiesto que una causa fundamental de inadecuación de las innovaciones es la asimetría en materia de conocimientos entre usuarios y productores. Así, por ejemplo, convencido de las ventajas genéricas de la automatización, el proveedor proponía ofertas técnicas demasiado automatizadas y complejas para las necesidades del usuario, que, sin embargo, no las cuestionaba, por no sentirse con capacidad para ello. Semejante asimetría apareció en dicha investigación como uno de los factores que alimentan la frecuente actitud pasiva de los receptores de innovaciones, que no se esfuerzan por adaptarlas a sus propias necesidades.

Si algo así se constató en las relaciones entre empresas de un mismo país, técnicamente avanzado además, no podrá sorprender que la asimetría de conocimientos entre proveedores de países industrializados y usuarios de regiones periféricas redunde en la inadecuación mayor o menor de numerosas innovaciones, con consecuencias bastante más graves que las registradas en un medio técnico-productivo comparativamente sofisticado y homogéneo como el danés. Refiriéndose a este último, afirma el mismo autor algo que, para el subdesarrollo, sugiere toda una estrategia:

Pudo comprobarse que la falta de competencia del lado del usuario estaba reforzando la trayectoria insatisfactoria de las innovaciones. Esta tendencia puede inspirar una política tecnológica más orientada hacia el fortalecimiento de la competencia de los usuarios de lo que lo está la vigente en la actualidad. La extensión de una nueva orientación de ese tipo hacia «usuarios finales», trabajadores y consumidores, puede llegar a tener implicaciones radicales (Lundvall, 1985: 44).

3.2. Los diversos actores que originan innovaciones

Hemos destacado el carácter interactivo que suelen tener los procesos de innovación; no menos importante es constatar que las capacidades para poner esos procesos en marcha pueden radicar en muy distintos actores sociales.

Avanzando desde lo analizado en la sección precedente, notemos que los usuarios pueden incluso ser los actores que generan las innovaciones. Una investigación acerca

de los orígenes de ciertos cambios técnicos, llevada a cabo en Estados Unidos, mostró que, en algunas clases de productos, la mayoría de las innovaciones había sido generada no por los productores de equipos, sino por los usuarios, sobre todo en los casos de los instrumentos científicos y de la maquinaria para producir semiconductores (von Hippel, 1988). Algo análogo ocurre de forma habitual en el campo de la tecnología médica, donde se destaca el protagonismo innovativo de quienes usan y mantienen los equipos. En esas situaciones, el usuario potencial no sólo plantea sus demandas con profundo conocimiento de causa, sino que además desempeña el papel principal en la búsqueda de soluciones.

La idea que surge al comprobar que el usuario puede, en ciertos casos, llegar a ser el innovador principal, cuestiona las concepciones predominantes en lo que hace a las políticas y las recomendaciones para la innovación. Ésta, explícita o implícitamente, es vista, por lo general, como un «proceso concentrado» alrededor de lo que hace un protagonista —el productor de bienes o servicios— que tendría siempre garantizado el papel estelar. Por el contrario, al captar mejor la actividad real o potencial de los usuarios, emerge la noción de que *la innovación es un proceso «socialmente distribuido»*, porque las capacidades requeridas para echarlo a andar y hacerlo avanzar están repartidas, de maneras cambiantes, entre agentes diferentes.

Esta noción de la innovación como un proceso distribuido ha llevado, en ciertas ocasiones, a cambios sustantivos en las políticas orientadas a fomentar la competitividad de ramas estratégicas en países muy industrializados.

Por ejemplo, en Estados Unidos el declive durante los años 80 en la industria de equipos para la fabricación de semiconductores fue encarado como sugiere la cita siguiente:

Los hacedores de políticas norteamericanos están actualmente preocupados porque las firmas americanas que producen equipamiento para procesar semiconductores están perdiendo su liderazgo. El asesoramiento convencional diría que esas firmas deben ser apoyadas de alguna manera en su capacidad de innovar de modo que los usuarios de dicho equipamiento —los que fabrican semiconductores— no se queden también atrás. Pero la investigación muestra que la mayor parte de las innovaciones en equipamiento son hechas por los usuarios. Parecería, por tanto, que la causalidad ha sido revertida: las firmas americanas de equipamiento se están quedando atrás porque la comunidad de usuarios con la que se relacionan se está quedando atrás. Si esto es así, la orientación de la política debería cambiar: quizás los fabricantes de equipo podrían ser apoyados mejor ayudando a los usuarios de equipamiento para que vuelvan a innovar en «la punta» (von Hippel, 1988: 9-10).

El libro recién citado (página 107) maneja la noción de «usuario líderes», caracterizado como aquel «que enfrenta necesidades que se harán generales en el mercado, pero meses o años antes de que se hagan comunes», por lo cual «está en posición de beneficiarse grandemente de la obtención de soluciones para dichas necesidades». En contraposición a un cierto tipo de usuario tradicional, conservador por naturaleza y para el que vale más

lo bueno conocido que lo mejor por conocer, emergen ejemplos de ese otro tipo de usuarios, que pueden ser fuente de inspiración para fabricantes en busca de innovaciones.

Ahora bien, como se indicó en la sección precedente, no es fácil que los usuarios desempeñen un papel activo en la innovación; mucho menos lo es que lleguen a convertirse en sus principales protagonistas. Cabe decir que, por lo general, los usuarios son «tomadores de innovaciones»; la caracterización es similar a la de «tomadores de precios», que se refiere a los vendedores en mercados dominados por los compradores: unos y otros carecen de poder para influir realmente en lo que está en juego, y deben resignarse a tomar lo que se les ofrece.

En el caso de la innovación, tal poder está ligado de manera directa al conocimiento. Proveedores y usuarios suelen actuar dando por sentado que los expertos son los primeros, suposición a menudo próxima a la realidad, lo que induce actitudes que tienden a hacerla aún más cierta.

Sea como sea, suele establecerse de hecho una jerarquía, en la que quien dispone de la capacidad técnica para proponer una solución a una necesidad dada, tiende a imponer su punto de vista acerca de cómo debe resolverse la cuestión.

Sin embargo, aun en el subdesarrollo es posible hallar casos locales en los que el impulso hacia la innovación viene del usuario.

Ejemplos de ello pueden encontrarse en la ingeniería biomédica. A menudo, los médicos especialistas detectan insuficiencias significativas en el equipamiento, sofisticado y estandarizado a la vez, en el que basan su labor; su familiaridad con los principios básicos del funcionamiento de los equipos les permite concebir posibles cambios que podrían resolver los problemas que confrontan, y hasta pasar desde la concepción del aparato nuevo o modificado a su realización a nivel de prototipo. Esos médicos son verdaderos «actores generadores» de innovaciones. A partir de su aporte, una empresa de base tecnológica, ya existente o creada expresamente para ello, puede encarar la fabricación del prototipo. Que esto último ocurra en realidad o no depende también, por supuesto, de muchos otros factores. Las posibilidades no son pequeñas cuando existe un mercado para el producto y se dispone de la capacidad de producir a costos bastante más bajos que los internacionales. Así, aun en regiones alejadas de la «punta» tecnológica mundial, el usuario, en tanto que innovador, puede promover la apertura de nuevas direcciones industriales.

Estas consideraciones son especialmente relevantes dado el punto de mira en que nos ubicamos para observar estos fenómenos. Es frecuente focalizar los estudios de la innovación en cómo, dónde y quiénes comercializan nuevos productos y procesos. Un cierto desplazamiento de la cuestión pone en el centro de atención las perspectivas de contar con innovaciones satisfactorias, es decir, aptas para solucionar problemas de la mejor manera posible. No pocas experiencias sugieren que ello depende en gran medida de la capacidad que tenga una sociedad para estimular y fortalecer el papel de los usuarios en sus relaciones con los productores de innovaciones.

Volvamos a una pregunta ya planteada, que constituye un hilo conductor para el tratamiento del tema: ¿quiénes tienen en una sociedad dada capacidades de innovación?

Sugerimos la siguiente respuesta: todos aquellos que, ante la necesidad de resolver problemas en el ámbito en el que se desempeñan, son capaces de establecer diálogos interactivos con quienes disponen de conocimientos complementarios para construir soluciones.

Por consiguiente, en distintos campos esas capacidades pueden estar más o menos distribuidas entre diversos actores, incluyendo los «generadores» y los «receptores» de innovaciones, así como los que hemos denominado «actores de conexión».

Éste no es el sentido habitual que se le da al concepto «capacidad de innovación». Pero la caracterización que proponemos no es otra cosa que la extensión al conjunto de las relaciones sociales de la noción de innovación como un proceso generado por el encuentro entre necesidad y oportunidad técnica, cuyos resultados se forjan en la interacción entre agentes distintos.

Vistas así las cosas, lo fundamental es que los innovadores y las capacidades de innovación no se concentran en algún estrato particular de la actividad productiva: las innovaciones que pueblan la sociedad pueden ser originadas tanto por quien las imagina en condición de productor y vendedor como por quien las imagina como usuario. Por consiguiente, es posible encontrar capacidades para innovar en todas partes: en las empresas que producen innovaciones, sin duda, pero también en las organizaciones que demandan innovaciones y, después de obtener su concreción, las incorporan. Municipios, hospitales, asociaciones civiles, instituciones de enseñanza, grupos de interés, cooperativas: desde cualquier espacio social se puede participar en los procesos de innovación.

Se dibuja así una orientación para las políticas públicas, cuya consideración iniciamos en la sección 2.2. Hay actividades en las que, para fomentar la aparición de innovaciones, no basta con garantizar la formación de núcleos bien delimitados de especialistas; a la inversa, aun en la hipótesis de que muchos usuarios fueran realmente innovadores, el círculo debe completarse con fabricantes capaces de dialogar con ellos, de reconocer y aprovechar las nuevas oportunidades. La elaboración y efectiva adopción de soluciones satisfactorias se bloquea si faltan esos eslabones u otros necesarios. Como diría Jorge Sabato, la política debe priorizar «el problema de las interacciones». La cuestión medular es la formación de una trama de interconexiones que potencie de manera recíproca a todos los actores requeridos.

En esa trama influyen, por acción o por omisión, muchos grupos y personas que, por lo general, se consideran completamente al margen de la cuestión. A la hora de repensar el sistema educativo y otros grandes temas conexos, conviene notar que la concepción de la innovación como proceso distribuido apunta a sus vínculos profundos con la cultura técnica de la sociedad en su conjunto.

3.3. Sobre cultura y cambio técnico

Nuestras formas de imaginar cómo es y cómo debería ser el mundo inciden en nuestras prácticas y viceversa. La cultura y el cambio técnico se condicionan e influyen mutuamente, por vías algunas veces evidentes, otras muy sutiles, y en conjunto de gran

complejidad. Sólo aspiramos a poner la cuestión sobre el tapete, y a poner algunos ejemplos.

En su dimensión activa —las maneras prácticas de convivir— la cultura descansa sobre dos procesos interrelacionados: el proceso de individualización y la interacción entre individuos. Ambos momentos remiten a y son condicionados por las imágenes o ideas que se hacen las personas del orden social. La manera en que la persona se crea a «sí misma» como individuo y el modo en que establece vínculos sociales se encuentran entrelazados con las representaciones existentes acerca de lo que significa «sociedad». Es decir, por mediación de los imaginarios colectivos las personas conciben su individualidad y la sociedad se reconoce a sí misma como tal (Lechner, 2000).

Podemos llamar «imaginarios tecnológicos» a las facetas de los imaginarios colectivos más directamente vinculadas con las representaciones que los distintos grupos humanos se forjan de la técnica, de sus significados y consecuencias, de lo que en ese campo quieren y pueden o no hacer.

A quien se interesa por las influencias recíprocas entre cultura e innovación, el libro clásico de Lewis Mumford, *Técnica y civilización*, le ofrece iluminantes enfoques. Su primer capítulo se titula «Preparación cultural». Allí se describe el largo período que hizo posible la emergencia de la «máquina» y su aceptación o imposición en la sociedad. Vemos cómo la percepción cambiante de ciertos fenómenos abre el camino a la intervención humana, antes rechazada por la convicción de su inviabilidad o de su carácter inhumano o herético. Se nos muestra también cómo ciertas aspiraciones socio-culturales inspiran prácticas que funcionan como «llamadores» de innovaciones, que posibilitan un mejor ejercicio de esas prácticas y su expansión más allá de los ámbitos en los que se originaron.

Son nociones muy profundas, como las de espacio y tiempo, las que se modifican en interacción con las capacidades para incidir en el mundo material (ver Mumford, 1971: 35-38):

Durante la Edad Media las relaciones espaciales tendían a ser organizadas como símbolos y valores. El objeto más alto de la ciudad era la aguja de la torre de la iglesia que apuntaba hacia el cielo y dominaba todos los edificios menores, como la Iglesia dominaba sus esperanzas y temores. [...] Entre los siglos XIV y XVII se produjo un cambio revolucionario en Europa occidental acerca del concepto de espacio. El espacio como jerarquía de valores fue sustituido por el espacio como sistema de magnitudes. [...] En el nuevo cuadro del mundo, la dimensión no significaba importancia humana o divina, sino distancia.

El prolongado y más bien callado avance de la técnica durante el Medievo, que hizo eclosión con los ingenieros del Renacimiento, introdujo la cultura de la medición, que hoy puede parecer tan natural como la respiración, pero que apenas si lo ha sido a lo largo de la historia. Medir distancias, a escala propia de las actividades humanas,

colaboró a imaginar el espacio como algo homogéneo, uniforme, infinito, continuo, inmutable e independiente de todo soporte material, según llegaría a presentarlo la concepción newtoniana del mundo.

En una sección famosa, «El monasterio y el reloj», Mumford (ibid, pp. 29, 31, 32) se refiere al surgimiento del hábito de medir el tiempo:

La aplicación de métodos cuantitativos de pensamiento al estudio de la naturaleza tuvo su primera manifestación en la medida regular del tiempo, y el nuevo concepto mecánico del tiempo surgió en parte de la rutina del monasterio. [...] El monasterio fue la sede de una vida regular, y un instrumento para dar las horas a intervalos o para recordar al campanero que era hora de tocar las campanas es un producto casi inevitable de esta vida. [...] Así, pues, no estamos exagerando los hechos cuando sugerimos que los monasterios —en un momento determinado hubo 40.000 hombres bajo la regla benedictina— ayudaron a dar a la empresa humana el latido y el ritmo regulares y colectivos de la máquina; pues el reloj no es un medio sólo para mantener la huella de las horas, sino también para la sincronización de las acciones de los hombres. [...] El reloj, no la máquina de vapor, es la máquina clave de la moderna edad industrial. [...] El reloj, además, es una máquina productora de energía, cuyo «producto» es minutos y segundos: por su naturaleza esencial, disocia el tiempo de los acontecimientos humanos y ayuda a crear la creencia en un mundo independiente de secuencias matemáticamente mensurables: el mundo especial de la ciencia.

En esta presentación, el reloj aparece como respuesta innovadora a una necesidad organizativa, como estructurador de prácticas y de representaciones del mundo, también como máquina por excelencia.

El reloj nos presenta un tiempo que es el marco absoluto de referencia para los cambios, pues transcurre de manera uniforme e independiente de todo acontecimiento. Para la ciencia newtoniana,

el tiempo fluye, cambie o no alguna cosa; en la propia naturaleza el tiempo está *vacio* [...] Los cambios están *en* el tiempo; no son el *tiempo* en sí. Esta distinción entre el tiempo y la transformación concreta se halla en los propios cimientos de la física clásica. Lo mismo que el espacio no implica materia, el tiempo no implica movimiento ni cambio en general (Capek, 1973: 53).

Con esa concepción del tiempo, la física clásica elaboró la teoría de las ecuaciones diferenciales como representación y predicción del movimiento, de los cuerpos celestes ante todo, pero también de los proyectiles y de las máquinas. A medida que éstas fueron siendo construidas mediante técnicas más precisas y complejas, se empezó a recorrer el camino inverso, que lleva a concebir el desempeño de una máquina como representación de una fórmula matemática, y de todos los procesos reales «modelizados» por tal fórmula.

Pero para que esto último ocurriera, hubo que recorrer un largo camino de «preparación cultural», el que va de Newton a Kelvin, según Lilley (1942):

Lord Kelvin fue, en mucho sentidos, el trabajador científico típico del siglo XIX. Sus actividades incluían lo que hoy llamaríamos investigación fundamental, pero también problemas tecnológicos muy detallados, así como de aplicación de la ciencia a los negocios, siendo él mismo un brillante hombre de negocios. Ese tipo de hombres tenía el hábito de pensar que a través de máquinas era posible abordar de forma natural los problemas de la vida y, a la inversa, eran capaces de concebir que una ecuación diferencial podía representar el movimiento de una máquina. Tampoco tenían ninguna dificultad para revertir el proceso de pensamiento haciendo máquinas que representaran y resolvieran la ecuación. Para los contemporáneos de Newton, en cambio, una ecuación diferencial era la representación del movimiento lunar o de un proyectil, y en ningún caso esa representación podía ser usada inversamente para resolver la ecuación. Por esta razón no podían concebir la máquina como un método para abordar los problemas matemáticos de su tiempo.

Fue también en el siglo XIX cuando Babbage se propuso construir una máquina que resolviera problemas matemáticos en general, para lo que sólo en la segunda mitad del siglo XX se contó con técnicas adecuadas. El paradigma de la máquina asociada al surgimiento de la industria moderna puede ser, como es habitual suponer, la máquina de vapor o, como lo sostiene Mumford, el reloj; hoy, en ese sentido, «la máquina» es la computadora.

La expansión de las actividades y actitudes propias de la burocracia fue creando —ya lo hemos señalado— un ambiente social y cultural propicio para la introducción de la computadora. Y ésta, a la inversa, ha influido mucho en los imaginarios colectivos.

Un notable ejemplo de ello tuvo lugar tres décadas atrás, cuando la publicación del informe del Instituto Tecnológico de Massachusetts, *Los límites del crecimiento*, que en esencia propiciaba el crecimiento cero a nivel mundial para evitar una catástrofe inminente por agotamiento de los recursos naturales; en efecto, una de las razones del impacto generado fue la presentación de tal perspectiva como un conjunto de datos emanados de una máquina de cálculo automático. Esos fenómenos han sido considerados manifestaciones de la «fetichización» de la computadora, consistentes básicamente en

adjudicar al modelo computacional un poder independiente que trasciende el modelo mental que le sirve de base. Dada la preeminencia de este fetichismo computacional, nunca se reiterará suficientemente que la validez de cualquier cálculo hecho con computadoras dependerá por entero de la calidad de los datos y de los supuestos (modelos mentales) con los que sean alimentadas (Freeman, 1977: 85, 86).

Esta fetichización es una de las expresiones posibles de los imaginarios tecnológicos; por supuesto, se registran otras muy variadas y de signo contrapuesto. Entre los factores que las condicionan figuran la mayor o menor «proximidad» a los procesos

innovativos y el tipo de involucramiento, más o menos pasivo o activo, en los mismos. Al tema retornaremos más adelante.

Recapitemos. La consideración de la innovación como fenómeno socialmente distribuido nos condujo —en la sección 3.2— a relacionarlo con la cultura técnica de la sociedad, que incide tanto en la cantidad como en la calidad de las nuevas soluciones que se ofrecen. En esta sección, hemos señalado ciertas influencias de la cultura en general sobre los procesos innovativos y viceversa; esas interacciones van modelando los «imaginarios tecnológicos», que a su vez condicionan las actitudes y aptitudes relacionadas con la innovación. Intentando avanzar en la comprensión de estas cuestiones, en la próxima sección comentaremos la diferente incidencia de ciertas especificidades culturales en la orientación de la innovación en distintas zonas o países; por ese camino, llegaremos a relacionar nuestro tema con las relaciones de cooperación y conflicto.

3.4. De las especificidades culturales a la competitividad

Una perspectiva diferente acerca de las influencias culturales en la innovación surge de ciertos estudios sobre las claves de la competitividad en la economía contemporánea.

La *competitividad* de naciones y regiones, empresas y ramas de la economía, es su capacidad para producir bienes y servicios, obteniendo beneficios y satisfaciendo una demanda al alza, de manera que garanticen un crecimiento económico sostenido. La competitividad se liga directamente con los niveles de *productividad*, entendida como la relación entre lo que se produce y lo que se invierte para producirlo, en términos de tiempo de trabajo, recursos financieros e insumos materiales.

La visión tradicional de la competitividad se basaba en la concepción de las «ventajas comparativas», que son las que se sustentan en la disponibilidad de los insumos, como la mano de obra, los recursos naturales o el capital financiero. En esta visión, si un país dispone de ventajas para la producción de vinos y otro para la producción manufacturera, cada uno debe dedicarse a la especialidad en que su productividad es mayor, obteniendo lo otro mediante el comercio exterior. Se trata de una concepción «estática», en tanto considera fijas las diferencias de productividad y, sobre todo, porque propone opciones que consolidan la situación de partida: si un país concentra sus esfuerzos, por ejemplo, en la producción agrícola o minera, para la que tiene ventajas comparativas, no desarrollará capacidades en otros campos y, si es en estos últimos donde se registra el grueso del avance técnico, quedará retrasado frente a los países que aprovechan ese avance, con lo que su intercambio comercial tenderá a ser cada vez más desfavorable. Buena parte de la historia del subdesarrollo ejemplifica esa evolución. La concepción de las «ventajas competitivas», por el contrario, centra su atención en las dinámicas y procesos de cambio que permiten construir y mantener posiciones productivas y comerciales favorables.

Esta última es la concepción presentada, por ejemplo, en la obra de Michael Porter (1991), *La ventaja competitiva de las naciones*, en la que se analizan los factores que

explican algunos notorios éxitos económicos en términos directamente ligados a las capacidades para la innovación. De su enfoque nos interesa destacar la idea fecunda de que ciertas pautas culturales específicas, de carácter nacional o local, generan demandas muy exigentes, planteadas por usuarios expertos en los campos involucrados, lo que conduce a innovaciones satisfactorias también más allá de su lugar de origen, convirtiéndose, así, en ventajas competitivas. Algunos ejemplos ilustrarán la idea.

En el caso de la producción de máquinas de impresión alemanas, se configuró una demanda muy exigente que parte del consumidor final:

Los compradores alemanes de materiales impresos eran excepcionalmente sensibles a la calidad de la impresión. Por ejemplo, un lector alemán no tendría reparos en llamar al periódico para quejarse si su ejemplar estaba sucio o borroso, reclamación que sería bastante impensable en la mayoría de los países. Las imprentas alemanas se veían forzadas por los lectores a emplear máquinas de gran calidad (Porter, 1991: 255).

Ese refinado aprecio de libros y publicaciones constituye una pauta cultural de larga duración; ella ha contribuido a que los usuarios de las máquinas de impresión, los impresores, reciban desde hace mucho tiempo una concienzuda formación, sean metódicos en su labor y estén interesados en mejorarla mediante el diálogo con los fabricantes de equipos. Se dibuja así uno de los factores explicativos de la competitividad indiscutida de Alemania en ese tipo de maquinaria.

Algo parecido puede decirse sobre las vinculaciones entre la alta valoración que la cultura del Japón ha asignado siempre al arte de escribir, la capacidad innovativa de la industria japonesa de instrumentos para la escritura y su notoria competitividad a escala internacional.

Otro caso ilustrativo es el de los azulejos cerámicos producidos en Sassuolo, localidad de la región italiana de la Emilia Romagna, considerados entre los mejores y más hermosos que se producen. Aquí, la influencia cultural va mucho más allá de una cierta exigencia específica de calidad, planteada por diferentes usuarios en la cadena productiva, pues la incidencia en la competitividad surge de las tradiciones y formas de convivencia.

Las complejas interacciones entre los determinantes que tienen lugar en pleno corazón del más refinado mercado de azulejos de todo el mundo dieron a las empresas de la zona de Sassuolo ventajas singulares respecto a sus competidores extranjeros. Las empresas extranjeras han de competir no sólo con una empresa aislada, ni siquiera con un grupo de empresas, sino con toda una subcultura. La naturaleza orgánica de ese sistema es la ventaja más difícil de imitar y, por tanto, la más sustentable de las que tienen las empresas de Sassuolo (Ibid.: 302).

Llegamos al punto de encuentro de dos líneas de investigación en principio muy distintas, la que se ocupa de los factores de la competitividad y la que inquiere acerca

de las causas del mejor o peor funcionamiento de la democracia. A esta última cuestión ha dedicado Robert Putnam una obra muy comentada —*Making Democracy Work*— basada en una comparación de largo aliento entre las distintas regiones de Italia, que parece converger con el enfoque de Porter en torno a la noción de «cultura cívica».

Dice, en efecto, Putnam (1993: 160):

¿Cómo puede manifestarse a nivel «micro» la «macro» vinculación entre lo cívico y la economía? ¿A través de qué mecanismos la comunidad cívica contribuye a la prosperidad económica? Esta cuestión clave merece más desarrollo [...] aunque unas investigaciones independientes realizadas en los últimos años por economistas políticos italianos y norteamericanos han hecho ya algunas observaciones interesantes. Arnaldo Bagnasco fue el primero en llamar la atención acerca del hecho que, al lado de las «dos Italias», que incluyen el triángulo industrial del norte y el Mezzogiorno atrasado, existe la «tercera Italia», basada en una «economía difusa», de pequeña escala aunque tecnológicamente avanzada y muy productiva. Michael Piore y Charles Sabel extendieron este análisis apuntando a numerosos ejemplos de «especialización flexible» de tipo artesanal en el centro y norte de Italia —textiles y alta moda alrededor de Prato, productores de minifundiciones de acero en Brescia, la industria de motocicletas de Bologna, los productores cerámicos de Sassuolo, entre otras—. Tomando prestado el término de uno de los fundadores de la economía moderna, Alfred Marshall, los académicos han comenzado a denominar estas áreas «distritos industriales». Una de las características distintivas de estos distritos industriales, descentralizados pero muy integrados, es la aparentemente contradictoria combinación de competencia y cooperación. [...] Las redes de pequeñas firmas combinan una baja integración vertical con una alta integración horizontal a través de una extensiva sub-contratación a empresas de competidores temporalmente desocupados. Las asociaciones industriales ofrecen apoyo administrativo e incluso financiero, mientras los gobiernos locales juegan un papel activo proveyendo las infraestructuras y servicios sociales necesarios, como formación profesional, información sobre mercados de exportación y tendencias mundiales de la moda.

El corazón de la dinámica productiva de estos distritos industriales altamente competitivos es la habilitación de un ambiente en que los mercados prosperan promoviendo cierto tipo de comportamientos cooperativos. «La mayor parte de los observadores concluye que el factor clave de estos distritos industriales de pequeñas empresas es la confianza mutua, la cooperación social y un sentido desarrollado de deber cívico...» (Ibid.: 161). Sobre la confianza, tema crucial para la emergencia de ciertos procesos innovativos, volveremos cuando estudiemos la cuestión desde la perspectiva de los sistemas de innovación.

Putnam rastrea muy atrás en el tiempo la conformación histórica, en las distintas regiones italianas, de pautas diferenciales en materia de vocación asociativa, de predominio de la confianza o la desconfianza, de actitudes cooperativas o antagónicas. Su agudo y polémico estudio comparativo contribuyó mucho al interés y a las discusiones

que viene despertando una noción central que el autor maneja. Nos referimos al «capital social», entendido como un entramado de cultura asociativa y de confianza mutua que se traduce en capacidades, construidas a lo largo del tiempo, para manejar relaciones que son a la vez de competencia y de cooperación, de manera bastante satisfactoria, pese a que los intereses en juego sean sólo parcialmente convergentes. Factores como éstos generan lo que Cooke y Morgan (1998: 81) denominan «economías de asociación». Estas últimas provienen también de la «generalización de una cultura del aprendizaje», que colabora en particular a manejar los problemas de la introducción del cambio técnico y, sobre todo, en lo que se refiere a la necesaria recalificación de los trabajadores.

Los temas de la confianza y de la cooperación, de los mecanismos socio-culturales que promueven el sentido de deber cívico y de ese modo erigen barreras al desarrollo del oportunismo, han devenido centrales no sólo en el análisis del crecimiento económico nacional o regional basado en la innovación, sino también en el análisis de los procesos innovativos en sí mismos. En los estudios de la relación usuario-productor y de las formas de transferencia de conocimientos entre institutos públicos de investigación y empresas, así como en las propuestas de políticas de fomento de la innovación, los temas vinculados con la «cultura de la confianza» y las capacidades asociativas merecen especial atención. Ésta es una manera de visualizar la relación entre cultura e innovación que no debe perderse de vista, entre otras cosas porque apunta hacia cuestiones centrales asociadas a las nuevas conceptualizaciones de la democracia y la equidad en una sociedad en que la innovación —para bien y para mal, por presencia o por ausencia— gravita cada vez más.

A estas cuestiones retornaremos en los capítulos finales del libro. Aquí nos hemos asomado apenas al gran tema de las «influencias culturales en la innovación», manejando ejemplos de países distintos, aunque todos muy industrializados. ¿Qué se puede decir sobre semejante tema en relación con las regiones periféricas? Para contribuir tan sólo a plantear la cuestión, concluiremos el apartado señalando algunas modalidades de la innovación en América Latina.

Desde los trabajos pioneros de Jorge Katz (1986) sobre la industria metal-mecánica, se han llevado a cabo muchos estudios de casos sobre la innovación latinoamericana, tanto acerca de sectores industriales como de base regional. Esos estudios confirman la pertinencia de conceptualizaciones elaboradas en otras partes, como por ejemplo la importancia de las innovaciones menores en la evolución de la industria automotriz, o el papel de la aglomeración geográfica de pequeñas firmas muy integradas en el caso de la industria de zapatos en el sur de Brasil, que constituye un ejemplo llamativo de «distrito industrial», también, como veremos más adelante, un «sistema local o regional de innovación».

Se ha destacado asimismo, una y otra vez, que el «ambiente» latinoamericano se caracteriza por una alta inestabilidad macro-económica, lo que dificulta el de por sí arriesgado proceso de adopción de decisiones atinentes a la innovación. Aun en tales condiciones, se detecta algo bastante difundido en el contexto continental, que podría denominarse «capacidad para innovar en condiciones de escasez», y que tiene una presencia de larga duración en los imaginarios colectivos.

La escasez, que suele tener que afrontar un agente innovador concreto, se refiere a los recursos financieros, al personal calificado, a la información, a la maquinaria e insumos «de última generación», así como a las posibilidades de recurrir a una bien engrasada red de proveedores de servicios diversos.

Alguien que, por ejemplo, quiere innovar en materia de sensores electrónicos se encuentra con trabas para conseguir insumos, pues su demanda es demasiado pequeña para que un proveedor extranjero de circuitos de alta calidad se interese por la venta o, de hacerlo, cobre el precio que hubiera acordado en caso de venta masiva. Tiene también dificultades con el «envase» del dispositivo, ya que se trata de pocas unidades, muy concretas, que no permiten amortizar razonablemente el costo de la matriz para fabricar los envases. La cadena de problemas no se detiene allí: los instrumentos con los que trabaja suelen ser bastante antiguos, porque no tiene capacidad financiera para adquirir los de última generación, aunque los dispositivos que produce deben pasar los controles más exigentes en materia de exactitud y fiabilidad. A pesar de todo esto, logra innovar, en el sentido de diseñar y fabricar sensores con características novedosas que atienden necesidades insatisfechas de los usuarios.

El ejemplo anterior es real y, si bien circunstancial, refleja procesos comprobables en todos los sectores productivos, de América Latina y seguramente de otras zonas periféricas: cuando un insumo no está disponible, se combina de manera nueva elementos accesibles para lograr el mismo efecto; cuando los insumos están disponibles, pero la ecuación financiera no encaja, se les sustituye de modo análogo; máquinas diseñadas para cierto uso son utilizadas para funciones que nadie antes había imaginado; con utensilios existentes se fabrican dispositivos híbridos que cumplen la función del utensilio que hubiera debido comprarse pero que resulta inaccesible. No es sencillo hacer una tipología de la escasez y de las formas de su superación: por eso hablamos genéricamente de «capacidad para innovar en condiciones de escasez» para referirnos tanto al fenómeno del «ambiente» marcado por carencias, como a las aptitudes para afrontarlas.

Es importante señalar que esa formulación no está asociada al concepto de «tecnologías apropiadas». Esta última expresión se refiere a una vieja discusión acerca de las tecnologías más idóneas en situaciones en las que existe abundancia de mano de obra pero poco capital. Aquí apuntamos más bien a caracterizar prácticas concretas de innovación, a veces asociadas a tecnologías de punta, que permiten conseguir resultados comparables a los obtenidos en otras partes por caminos alternativos, híbridos, *ad hoc*, de difícil sistematización, que superan la penuria de recursos varios.

La hipótesis que emerge de distintas experiencias es, pues, que el enfrentamiento cotidiano con un cúmulo de dificultades más o menos sistemáticas puede, en ciertos casos, generar aptitudes para resolver problemas por vías difíciles de imaginar en medios mejor dotados. Las capacidades para hacerlo se apoyan en una tradición de responder a los desafíos de la escasez de recursos mediante combinaciones más o menos inusuales, que incluyen usos nuevos de objetos conocidos, adaptaciones que alargan la vida útil de instrumentos viejos y también manejo sofisticado de tecnología «de punta». Prácticas de semejante tenor inciden en algunos imaginarios colectivos, y constituyen

rasgos culturales que impulsan a buscar soluciones en condiciones desfavorables, mediante estrategias innovativas específicas.

3.5. La innovación como expresión de intereses

En las dos secciones anteriores se ha ejemplificado de manera sucinta la afirmación de que cultura y cambio técnico se influyen mutuamente; una afirmación similar puede hacerse también al hablar de las relaciones sociales. El impacto del cambio técnico sobre estas últimas es polifacético y patente. Un buen ejemplo de ello es el de las modalidades de socialización; algunas de ellas se han visto radicalmente transformadas por las sucesivas oleadas de innovaciones en los medios técnicos de comunicación.

La más reciente de esas innovaciones, por demás poderosa, es la que trajo al mundo real un término de la ciencia ficción, a saber, el ciberespacio. Una especialista en este tema, antropóloga y psicóloga clínica, describe así el fenómeno al comenzar su libro sobre «la vida en la pantalla»:

Llegamos a vernos de forma diferente cuando alcanzamos a captar nuestra imagen en el espejo de la máquina. Una década atrás, cuando llamé por primera vez a la computadora el segundo yo, las relaciones de transformación identitaria eran casi siempre uno a uno, una persona sola con una máquina. Eso ya no es así. Un sistema reticular que se expande rápidamente, conocido como Internet, relaciona a millones de personas en nuevos espacios que están cambiando la manera en que pensamos, la naturaleza de nuestra sexualidad, la forma de nuestras comunidades, nuestras identidades mismas (Turkle, 1995: 12).

Las influencias inversas, es decir, desde las relaciones sociales hacia el cambio técnico y la innovación, son bastante más difíciles de determinar. En realidad, hay que reconocer que existen, lo que implica aceptar que el conjunto de artefactos y procedimientos con que contamos hoy no es el resultado único e ineluctable de un proceso regido en forma exclusiva por una lógica interna al desarrollo tecnológico, cuestión que abordamos en la sección 2.4. Como dice un historiador «crítico» de la tecnología:

La tecnología no se desarrolla de manera unilineal: siempre hay un rango de posibilidades o alternativas que se van delimitando a lo largo del tiempo —al ser seleccionadas algunas y otras no— a partir de las opciones sociales de aquéllos en condiciones de elegir, opciones que reflejan sus intenciones, su ideología, su posición social y sus relaciones con otras personas en la sociedad (Noble, 1982:18).

Resulta difícil reconocer las alternativas técnicas y las motivaciones que llevaron a algunas a hacerse dominantes. Esa dificultad se explica por una suerte de hipótesis implícita, muy difundida: si una tecnología o una forma de organización del trabajo resulta dominante, ello se debe a su superioridad técnica respecto a las alternativas dis-

ponibles en la misma época. Esto no es necesariamente así. Tal hipótesis ha sido cuestionada desde varios ángulos.

Por ejemplo, el análisis de los procesos de trabajo ha generado explicaciones alternativas. Un caso clásico es el de la emergencia de la organización centralizada de producción —la fábrica—, que substituyó al sistema de división parcelaria del trabajo domiciliario desde fines del siglo XVIII, empezando en Inglaterra y generalizándose luego a toda Europa, Estados Unidos y el resto del mundo. ¿Por qué apareció —y resultó dominante— la fábrica? Hay muchas explicaciones tecnológicas de este hecho clave en la historia social; la más repetida es que las máquinas de hilar y tejer de «última generación» que iban apareciendo exigían fuentes de energía demasiado grandes para poder instalarlas a domicilio, lo que condujo a la concentración de obreros bajo un mismo gran techo. Se han propuesto también otras interpretaciones:

El secreto del éxito de la fábrica, la razón de su adopción, es que arrebató a los obreros y transfería a los capitalistas el control del proceso de producción. La disciplina y la vigilancia podían disminuir los costes en ausencia de una tecnología superior (Marglin, 1977: 71).

Sin afiliarse a una explicación como la anterior, de tipo unilateral o «monista», no cabe duda que tanto la preferencia de los capitanes de empresa por la fábrica como una buena parte de la superioridad de ésta respecto del sistema de trabajo a domicilio anterior tienen que ver con el mucho mayor control sobre los trabajadores que el nuevo sistema hacía posible.

Una vez consolidada la fábrica como forma dominante de la organización social del trabajo, resultó un factor muy eficiente de progreso técnico, entre otras cosas porque el capitalista fabril era el único actor social con interés y capacidad financiera para asegurar el funcionamiento del sistema de patentes de invención. A poco andar, la fábrica se hizo dominante también por su superioridad tecnológica; el punto a tener en cuenta es que esa superioridad no fue la única causa de su adopción, primero, y de su consolidación después.

A fines del siglo XIX, la «administración científica del trabajo» elaborada por F. W. Taylor hace explícita la propuesta —ampliamente adoptada— de «arrebatar a los obreros y transferir a los capitalistas el control del proceso de producción», aunque para Taylor quien debía detentar dicho control era la gerencia de la empresa. Los tres principios básicos de su esquema eran:

- i) «Los gerentes asumen ... la carga de reunir todo el conocimiento tradicional, que en el pasado ha sido poseído por los obreros, y luego la de clasificarlo, tabularlo y reducirlo a reglas, leyes y fórmulas... ii) Todo posible trabajo cerebral debe ser removido del taller y concentrado en el departamento de planeación y diseño... iii) El trabajo de cada obrero es totalmente planeado por la gerencia... que especifica no sólo lo que debe hacerse, sino cómo debe ser hecho y el tiempo exacto permitido para hacerlo... (Taylor, 1947, citado en Braverman, 1975: 138, 145).

Landes describe elocuentemente el tipo de trabajador al que la administración científica del trabajo debía «convertir en un autómatas, para ponerse y mantenerse a la altura del material» (Landes, 1979: 347):

Estos hombres (los trabajadores de las industrias de montaje) eran la aristocracia de la mano de obra industrial. Dueños de sus técnicas, capaces tanto de mantener sus herramientas en buen uso como de utilizarlas, cuidaban de aquéllas como si fueran suyas, aun cuando pertenecían a la empresa. En el trabajo eran realmente autónomos (ibid: 330, 331).

Limitar la autonomía del trabajador fue, así, una vez más, incentivo para la innovación.

Cincuenta años más tarde, una innovación muy importante en los procesos de modernización industrial, la automatización de las máquinas-herramienta, ejemplifica cómo opciones tecnológicas que terminan resultando dominantes fueron elegidas por quienes tenían la posibilidad de hacerlo, siguiendo sus intereses y sin atender casi a la eficiencia propiamente técnica de la alternativa adoptada. En la década de 1950 la Fuerza Aérea norteamericana perseguía el objetivo de lograr una mayor regularidad en las operaciones de diversas máquinas-herramienta de cortar metales a efectos de superar dificultades en la construcción de aviones de alta velocidad. Este objetivo podía lograrse a través de dos tipos de estrategia. Una consistía en registrar en una cinta perforada la operación hecha por un operario experto —que podía repetirse tantas veces como fuera necesario para obtener un resultado óptimo—; otra dejaba totalmente de lado la experiencia acumulada en el taller, centralizando en los departamentos de ingeniería la modelización de los movimientos necesarios, su descripción mediante ecuaciones y, luego, la programación de dispositivos comandados por dichas ecuaciones, el comando numérico. La primera opción era plenamente satisfactoria desde el punto de vista operativo y era barata, por lo que la innovación era accesible para pequeños y medianos talleres metalmeccánicos. Se impulsó, sin embargo, la segunda, mucho más cara y por mucho tiempo con resultados inferiores, pues la modelización de las operaciones de las máquinas-herramienta resultó bastante más compleja de lo que se había supuesto en un principio. ¿Por qué se insistió con esta solución, hasta lograr imponerla? Respecto de quienes la diseñaron, una vertiente explicativa es la siguiente:

El control numérico siempre fue algo más que una tecnología para cortar metales, sobre todo a los ojos de los diseñadores del Instituto Tecnológico de Massachusetts, que sabían poco de esos cortes: era un símbolo de la era de la computadora, de la elegancia matemática, de poder, de orden, de predictibilidad, de flujo continuo, de control remoto, de fábrica automatizada (Noble, 1982: 30).

Respecto de los que la adoptaron, la vieja cuestión del control aparece de nuevo. El gerente general de la principal empresa usuaria de esta innovación decía:

Con el sistema de cinta perforada el control de la máquina sigue estando en manos del maquinista —control de alimentación, de velocidad, número de cortes, resultados—, mientras que con control numérico éste pasa a manos de la gerencia. La gerencia deja de depender de los operadores y puede así optimizar el uso de las máquinas. Con control numérico el proceso está puesto firmemente en manos de la gerencia: ¿por qué no habríamos de tenerlo? (ibid: 34).

Afirmar que, en términos generales, la innovación expresa intereses no quiere decir necesariamente que toda innovación implique conflictos. La expresión de intereses puede darse de manera cooperativa entre los diferentes participantes en un cierto proceso, de producción o de otro tipo. Muchos ejemplos existen de situaciones en que la cooperación entre actores con intereses diversos da lugar a innovaciones interesantes y útiles. Uno muy sugerente, entre otras cosas porque apuntó deliberadamente a construir una alternativa inspirada y fundada en la armonización de intereses, lo constituye el proyecto «Utopía» —acrónimo en lenguaje escandinavo de «formación, tecnología y productos desde la perspectiva de la calidad del trabajo»— desarrollado en Suecia y Dinamarca en los años 80 del siglo pasado.

Este proyecto surge de iniciativas llevadas a cabo en la década de 1970 en esos dos países y en Noruega, con las cuales un conjunto de investigadores apoyaron los esfuerzos hechos por los sindicatos para influir sobre la tecnología que utilizaban a diario. Las experiencias realizadas mostraron que

los impedimentos para materializar los requisitos planteados por los sindicatos eran inherentes a la propia tecnología. Lo más que se podía hacer era influir en la introducción de la tecnología, el entrenamiento, el ambiente y la organización del trabajo, y sólo hasta cierto punto. Desde la perspectiva de los sindicatos, aspectos importantes como oportunidades para desarrollar nuevas habilidades e incrementar su influencia sobre la organización del trabajo se veían limitadas por la tecnología accesible (Graffiti, 1985: 2).

«Utopía» tenía como objetivo concreto combatir el proceso de descalificación de los obreros gráficos que acompañaba la introducción de las tecnologías existentes de automatización de sus procesos de trabajo. Con este fin se organizó un encuentro entre obreros e investigadores, a efectos de desarrollar alternativas tecnológicas y organizativas que aseguraran a la vez la calidad de vida en el trabajo y la de su resultado. Participaron en el proyecto el sindicato escandinavo de trabajadores gráficos e investigadores en computación y en ciencias sociales de universidades suecas y danesas, así como del Instituto Sueco de Investigación sobre la Calidad de Vida en el Trabajo. El proceso no fue nada sencillo, la armonización de estilos de trabajo fue complicada y no lo fue menos la «traducción y armonización tecnológica» de demandas tan diferentes como las de los trabajadores y las de la producción competitiva de periódicos, pero finalmente se diseñaron dispositivos innovadores que recogían las aspiraciones del proyecto, que luego se fabricaron y se instalaron en importantes diarios de la región. Es interesante

observar con cuánta claridad puede llegar a manifestarse la expresión de intereses en la innovación:

Se hicieron visitas a plantas de producción de periódicos, exhibiciones técnicas, proveedores y laboratorios de investigación en Escandinavia y en el extranjero. El estudio del desarrollo de tecnologías y prácticas de trabajo en periódicos norteamericanos jugó un papel muy importante como antítesis del desarrollo deseado (ibid).

Afirmar que en la innovación se expresan intereses no quita que la identificación, de tales intereses, así como de la forma concreta en que influyen sobre las innovaciones —sobre su concepción y su adopción—, sea tarea compleja y, en ocasiones, incierta. «Hay un punto donde el estudio del pasado tecnológico deviene paleontología», decía hace veinte años un matemático puesto a estudiar la historia de la computación (Rotta, 1980: xvi); la aceleración del cambio técnico extiende a casi cualquier campo la validez de dicha apreciación. Importa entonces tener presente, como principio general, que las innovaciones no responden sólo a imperativos tecnológicos, a «una única forma posible de hacer las cosas», sino que incorporan, en distinto grado y dependiendo del tipo de innovaciones de que se trate, orientaciones derivadas de intereses.

3.6. La innovación como espacio de antagonismos

Si en la innovación se expresan intereses, es natural pensar el marco en que se realiza como un espacio social donde se plantean conflictos y antagonismos. Algunas innovaciones individuales muestran con claridad los antagonismos que se manifiestan en torno a ellas; la producción de energía mediante reactores nucleares es quizás el ejemplo más apropiado. Líneas enteras de desarrollo tecnológico son igualmente objeto de intensas controversias, como las asociadas con la manipulación genética, sea en la órbita de la salud humana o en el de la agricultura.

En esta sección se abordarán de forma sucinta, sin pretender ofrecer un tratamiento acabado sino apenas una ilustración, dos ámbitos muy distintos de conflicto en torno a la innovación: el del trabajo y el de la privacidad ciudadana.

Antagonismos en el mundo del trabajo

La introducción de innovaciones en los procesos productivos ha sido y sigue siendo una fuente importante de conflictos. Un primer factor está asociado al empleo: las máquinas tienen no pocas veces entre sus objetivos reducir el personal necesario para producir lo mismo, o más. En los tiempos anteriores a la Revolución Industrial, ese tipo de invención no llegaba con frecuencia a ser innovación: las revueltas de los trabajadores, apoyadas muchas veces por las autoridades, lograban frenar el uso de las nuevas máquinas.

En el siglo xvii, en toda Europa, estallaron sublevaciones obreras contra una máquina de tejer cintas y galones, inventada en Alemania. El clérigo italiano Lancellotti narra en una obra aparecida en Venecia en 1636 (Lancellotti escribía en 1579), que «Anton Müller, de Dantzig, vio en esta ciudad, hace unos cincuenta años, una máquina muy ingeniosa que hacía cuatro y seis tejidos a la vez. Pero como el consejo temió que el invento convertiría en mendigos a gran cantidad de trabajadores, la suprimió e hizo estrangular o ahogar a su inventor» (Marx, 1988: 521-522, nota 194).

La Revolución Industrial confirmó el temor de aquel magistrado:

La historia universal no ofrece ningún espectáculo más aterrador que el de la extinción gradual de los tejedores ingleses de algodón, un proceso que se arrastró a lo largo de decenas de años hasta su desenlace en 1938. Muchos de esos desdichados murieron de hambre; muchos vegetaron por largo tiempo con sus familias, no teniendo para comer más que veinticinco céntimos por día (*op. cit.*: 525).

Entre las razones de la decadencia, las máquinas —y la organización social del trabajo— ocupaban lugar privilegiado. Marx cita las respuestas dadas, en 1827, por el rector de una parroquia ubicada en un distrito manufacturero, a las preguntas de un comité de emigración, alarmado por el estado de miseria de los trabajadores:

De esta manera, el pauperismo degradante o la emigración son los beneficios que la introducción de la maquinaria depara a las personas laboriosas. Se los ha reducido de artesanos respetables y hasta cierto punto independientes a envilecidos pordioseros que viven del degradante pan de la caridad. Pobreza degradante o expatriación: ese es el beneficio que los trabajadores reciben de la máquina. Artesanos respetables y en alguna medida independientes se convierten en miserables esclavos que viven del pan envilecedor de la caridad (*op. cit.*: 526, nota 198).

Varios ejemplos similares a éstos pueden encontrarse en el siglo xx, si bien muchas veces con un nivel menor de dramatismo, debido a los sistemas de seguridad social vigentes en los países más avanzados y, no menos importante, a la consolidación de organizaciones de trabajadores con capacidad para hacer oír sus demandas. Uno de tantos ejemplos es la invención, desarrollada a comienzos de los años 60 del siglo pasado en la Universidad de California, de una variedad de tomate «duro», capaz de ser cosechado por máquinas; la innovación complementaria, debida a un fabricante de maquinaria agrícola, fue la máquina cosechadora (Rogers, 1995:152-154). Los resultados en términos de empleo derivados de la introducción de estas innovaciones fueron los siguientes: nueve años después, quedaban en California 600 granjeros productores de tomates, de los más de 4.000 que había en 1962; en cuanto a los trabajadores empleados por esos granjeros, pasaron de 50.000 a 18.000 en el período, habiendo sido sustituidos por 1.152 máquinas. Los afectados llegaron a hacerle un juicio a la universidad,

que ganaron en primera instancia en 1987, reclamando que parte de las ganancias derivadas del uso de las patentes de invención fueran utilizadas para mitigar su situación; la corte de apelaciones revirtió parcialmente este logro, aduciendo que la universidad no tenía un mandato específico para apoyar a las granjas de pequeño porte. Lo cierto es que las granjas sobrevivientes fueron las más grandes y con mayor capacidad de hacer frente a los costos de la introducción de esta nueva maquinaria. Ante esta situación, un estudio de los procesos de difusión de innovaciones se preguntaba:

¿Qué habría ocurrido si los innovadores hubieran diseñado una máquina más pequeña, que hubiera podido ser adoptada por más granjeros de tomates? ¿Qué habría ocurrido si la Universidad de California hubiera realizado investigaciones sociológicas y económicas acerca del impacto de la mecanización de las granjas antes de 1962, de modo que las consecuencias destructivas de las nuevas tecnologías pudieran haber sido anticipadas y, en alguna medida, quizás mitigadas? (Ibid: 154).

Pero no son sólo el empleo y el salario las razones detrás del antagonismo entre innovación y trabajo. La naturaleza de este último cambia a raíz de las innovaciones introducidas y a menudo ello ocurre en detrimento de factores que los trabajadores tienen razones para apreciar, siendo quizás el más importante de ellos el bagaje de conocimientos y experiencia que llegaron a adquirir y que muchas innovaciones tienden a erosionar, cuando no a suprimir, lisa y llanamente. Justo en la dirección contraria apuntaba el proyecto «Utopía» recién mencionado. Ése fue un caso muy excepcional, sin embargo, porque la acción estaba dirigida a la innovación misma. Por lo general, el antagonismo entre innovación y trabajo se da a nivel de la difusión de innovaciones y de sus consecuencias.

Para superar las reacciones conflictivas, sobre hechos consumados, en varios países de Europa y en algún caso también en América Latina, las plataformas sindicales empezaron a incluir como reivindicación, desde mediados del siglo pasado, la participación de los trabajadores en las decisiones asociadas con la introducción de cambio técnico. Las condiciones de asimetría en la comprensión de la información asociada a dicha introducción llevó, en Francia por ejemplo, a que los sindicatos exigieran contar con asesores propios, lo que en dicho país fue establecido por ley y financiado por el gobierno durante la década de 1970. No puede decirse, sin embargo, que la armonización de intereses antes de introducir innovaciones que afectan el mundo del trabajo ni, mucho menos, la práctica de dotar a los trabajadores de apoyo para poder discutir en mejores condiciones, sean procedimientos corrientes en el mundo actual.

Sus formas cambian, los poderes relativos de quienes se enfrentan también, pero aun así persisten, ayer como hoy, antagonismos entre la innovación y el trabajo, cuyo origen, aunque se exprese en términos tecnológicos, es sobre todo social.

Antagonismos respecto a la privacidad ciudadana

Las tecnologías de la información y la comunicación y las sucesivas oleadas de innovaciones a ellas asociadas ofrecen cada vez más posibilidades de recoger, almacenar, ordenar y cruzar informaciones relativas al «perfil» del ciudadano, cuando es la administración pública quien aprovecha las nuevas oportunidades; al perfil de trabajador, cuando lo hace la gerencia; al perfil del consumidor, cuando lo hace una empresa privada que vende información referida a conductas pasadas, sea de preferencias o de pago de créditos, por ejemplo. No se trata de una innovación en sí misma —la recolección, almacenamiento y ordenamiento de información sobre personas, asociadas a funciones específicas de distinto tipo de organizaciones, viene de mucho tiempo atrás. Lo nuevo, provisto por los avances telemáticos, es la posibilidad de actualización e interconexión de archivos en tiempo real, con lo que se incrementa de forma notable la «transparencia» del administrado frente a la administración (Vitalis, 1981: 84).

La noción de privacidad está asociada a la capacidad de las personas para decidir que ciertas informaciones que les son propias sólo sean conocidas por quienes ellas mismas quieran. La violación de la privacidad ocurre cuando, sin consentirlo y aun sin saberlo las personas, diferentes organizaciones acumulan información sobre ellas, la piden a otras fuentes y sobre esa base toman decisiones sobre distintos aspectos de su vida, para otorgarles o negarles empleo, créditos financieros, documentación o cualquier otro tipo de respuestas a posibles demandas.

El antagonismo entre la privacidad y el poder acrecentado de diferentes organizaciones, públicas y privadas, para manipular información, está asociado con la innovación y comenzó a ser percibido con fuerza como tal a fines de la década de 1960 y comienzos de la década de 1970, cuando la potencia de las computadoras y de los mecanismos de transmisión de datos tuvieron un empuje extraordinario. Dicho antagonismo se planteó, principalmente, entre la esfera legislativa, en ocasiones estimulada por los medios de comunicación y diversas manifestaciones de la opinión ciudadana, y organizaciones que recolectaban datos, sea como actividad comercial o como parte de su funcionamiento en la órbita pública.

Las primeras legislaciones europeas sobre privacidad de los datos personales se remontan a comienzos de la década de 1970. La sueca, de 1973, se centra en la cuestión de quién tiene derecho a almacenar datos, qué tipo de datos puede almacenarse y cuál de ellos, para serlo, exige una justificación muy detallada; por ejemplo: preferencias políticas, ideas religiosas o antecedentes de alcoholismo. Dicha legislación establece la obligación de proporcionar a cualquier solicitante los datos almacenados sobre su persona, así como de corregirlos o actualizarlos y, eventualmente, eliminarlos, a su demanda. El control de quienes registran datos y el amparo del ciudadano en el derecho a su privacidad es ejercido por un organismo público creado por ley a esos efectos.

Algo similar ocurrió en Francia, donde en 1974 el Parlamento creó la Comisión de Informática y Libertades, como respuesta a demandas de la sociedad civil en contra de un gran proyecto de la administración pública para interconectar la mayor parte de

los archivos nacionales y algunos privados —filiatorios, migratorios, policiales, sanitarios, financieros, laborales, educativos, de la seguridad social—, denominado Proyecto Safari. Esta comisión elaboró una ley, aprobada en 1978, denominada «Informática, Ficheros y Libertades», que muestra tanto el temor instalado en la sociedad a una deriva «mecanicista» en la toma de decisiones como la voluntad de enfrentarla. Su artículo segundo establece:

Ninguna decisión judicial que implique una apreciación sobre un comportamiento humano podrá tener por fundamento un tratamiento automatizado de la información que suministre una definición del carácter o de la personalidad del interesado. Ninguna decisión administrativa o privada que implique una apreciación sobre un comportamiento humano podrá tener, como solo fundamento, un tratamiento automatizado de información que dé una definición del carácter o la personalidad del interesado (Ley Francesa N° 78-17, 6/01/78).

¡Todo un manifiesto anti-reduccionista!

En ocasiones, el antagonismo sobre la privacidad se da, nuevamente, en el terreno del trabajo. El poderoso sindicato metalúrgico alemán, IG Metall, planteó en su plataforma reivindicativa de mediados de la década de 1980 la eliminación de la práctica, recién inaugurada, de interconectar archivos de las diferentes gerencias dentro de las empresas. Dicha práctica conducía, en opinión del sindicato, a un control mucho mayor de los trabajadores y a la confección de perfiles en los que se basaban decisiones laborales; entre ellas, una de las más sensibles tenía que ver con quiénes recibían capacitación en las nuevas tecnologías y quiénes no. A este aspecto se le dio tanta importancia que en torno a él tuvieron lugar duros conflictos, incluso una huelga, que culminó con un acuerdo en torno al tipo de datos que la empresa podía almacenar sobre sus trabajadores y al uso que podía dársele a su tratamiento.

En la actualidad un espacio de antagonismos especialmente agitado es el de la privacidad en Internet. Nada nuevo bajo el sol: poco más de treinta años después de las primeras alarmas en torno a la invasión de la privacidad personal por la acumulación de ficheros electrónicos de datos, la alarma vuelve, incrementada:

En la era electrónica, los usuarios dejan huellas permanentes en diversas bases de datos. Cuanto más electrónicas devienen nuestras vidas, más huellas dejamos. Con la convergencia de medios de comunicación, de computadoras y de teléfonos, aun los programas que la gente mira, las estaciones de radio que escucha o los artículos que lee en línea pueden ser registrados en bases de datos electrónicas. Con el conjunto de estas informaciones se puede establecer un perfil muy detallado de las personas (Himanen, 2001: 103).

Frente a esta situación, un conjunto internacional de especialistas en informática, conocidos como *hackers* —cuyas innovaciones incluyen, entre otras, la propia Internet—, se dedica a desarrollar innovaciones de programación para proteger la identidad

de los usuarios de la red de redes. Estas innovaciones, dirigidas a usuarios civiles, utilizan técnicas de criptografía que algunos gobiernos, como el de Estados Unidos, consideran secretos militares. Si un programa tiene éxito en «ocultar» al usuario, suele aparecer al tiempo otro que anula su efecto, dando lugar a nuevos esfuerzos en pro de la privacidad electrónica. La innovación hace florecer nuevos medios técnicos, pero los problemas y antagonismos de fondo perduran.

Por último, entre los antagonismos planteados en torno a la cuestión de la privacidad están los asociados al tratamiento y utilización de datos de nuevo tipo, accesibles a raíz del avance del conocimiento en materia biológica. La «transparencia genómica» está al alcance de la mano, posibilidad técnica que puede resultar por demás útil a empresas aseguradoras o ascensoras en contratación de personal, pero que ya está abriendo nuevos frentes de conflicto.

La innovación en el mundo de hoy

4.1. Algunas tendencias fuertes de nuestro tiempo

La innovación no es cosa de hoy; su capacidad transformadora se manifestó en todas las épocas. Se trata de un fenómeno histórico, que en cada período se expresa de formas específicas, al igual que sus impactos. Cabe, por tanto, preguntarse cuáles son las tendencias asociadas con la innovación que resultan más representativas del tiempo actual. Cuatro parecen especialmente significativas: (i) la «aceleración innovativa»; (ii) la creciente relación entre investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación; (iii) la importancia económica del conocimiento; (iv) la polarización social inducida por las tendencias anteriores.

De esas cuatro dinámicas, las dos primeras se asocian principalmente con la innovación como proceso en sí mismo; las otras dos se relacionan de manera directa con grandes cambios en la sociedad en su conjunto, que serán considerados con más detalle en la segunda parte de este libro.

(i) Una primera tendencia que se destaca es la que cabe denominar «aceleración innovativa». El ritmo al que nuevas cosas se producen, nuevas formas de producir se transforman y, con ello, nuevos saberes aparecen y otros obsoletos, es probablemente más rápido hoy que nunca antes en la historia. Landes (1979: 19) afirma que un inglés de comienzos del siglo XVIII estaba más cerca de un legionario romano que de sus propios bisnietos en términos de los bienes y servicios existentes en sus respectivas épocas. Un ciudadano de cualquier país desarrollado de mediados del siglo XX se encontraba, respecto del apogeo de la Revolución Industrial, un siglo antes, en situación similar, salvo que en relación con sus nietos. A mediados del siglo XX no se habían materializado aún innovaciones como la píldora anticonceptiva, los microprocesadores, los organismos genéticamente modificados o Internet. En cincuenta años apenas, las transformaciones en las relaciones con la sexualidad, las comunicaciones, la información y la vida que se desplegaron en mayor o menor medida en buena parte del mundo han sido enormes.

Schumpeter consideraba la innovación como el motor principal del desarrollo económico y caracterizaba su forma de actuar con la metáfora «tormenta de destrucción creadora», apuntando a que lo nuevo, lo recién creado, al hacerse dominante, barría con el uso y, por ende, con la producción de lo anterior. Si él ya percibía, en la primera década del siglo XX, la innovación como «tormenta», hoy habría que hablar de una serie de huracanes que se suceden unos a otros sin solución de continuidad, más aún en la sociedad en sentido amplio que en la sola economía, dado el tipo de límites que la innovación técnico-productiva permite sobrepasar.

Merece subrayarse que el énfasis está puesto en la aceleración y no en la importancia intrínseca de las innovaciones. No es posible establecer una unidad de medida para la «importancia», en particular porque se trata de una dimensión valorativa y muy dependiente del contexto. En la introducción de su libro más reciente, Landes indica que uno de los efectos más dramáticos de la innovación industrial en el siglo XIX fue el incremento sostenido en la esperanza de vida, debido en particular a dos innovaciones: los métodos para producir en forma barata un tejido lavable —el algodón— que se usó, entre otras cosas, para la confección masiva de ropa interior, y la producción, también en masa, de jabón barato a partir de aceites vegetales. Ello trajo consigo una disminución de la cadena que va de la suciedad en las manos a las gastroenteritis infecciosas y permitió que «la higiene personal cambiara drásticamente, haciendo que la gente común de fines del siglo XIX y comienzos del siglo XX viviera a menudo de forma más limpia que los reyes y reinas de cien años atrás» (Landes, 1998: xviii, xix). No es posible comparar, en términos de importancia, estas innovaciones con las antes mencionadas, más recientes y mucho más comentadas. Lo que sí puede afirmarse es que en los últimos 50 o 60 años la sucesión de transformaciones mayores, provenientes de los más diversos ámbitos de la producción y con impactos variados sobre vida y costumbres, tuvo una rapidez no conocida en otro momento histórico.

Queda pendiente entender por qué se produce esa aceleración innovativa. No hay una razón única, ni siquiera principal, que pueda invocarse. Marx, a mediados del siglo XIX, suponía que ello ocurre por la dinámica interna del capitalismo, que necesita para perpetuarse la revolución permanente de lo que se produce y de sus métodos de producción. Max Weber, por su parte, a comienzos del siglo XX, consideraba característico del capitalismo avanzado «la incesante propagación de la burocratización de todas las formas de poder públicas y privadas y la importancia cada vez mayor del saber especializado» (1977: 752). En términos de innovación técnico-productiva esto implicó que su búsqueda dejara de ser una actividad esporádica dentro de las organizaciones para transformarse en sistemática, «rutinaria», «burocratizada», en el sentido de estar sujeta a procesos de planificación definidos desde la dirección y ser realizada cada vez con más frecuencia por personas con formación especializada. Esto resultó en una aceleración sostenida de la innovación, una especie de reacción en cadena, derivada de formas de organización social que no habían estado presentes, al menos con fuerza similar, en épocas anteriores.

Éstas son apenas dos perspectivas —tempranas— desde las que aproximarse a la aceleración innovativa del tiempo actual; otra que tiene especial interés y que describiremos brevemente está asociada con la creciente relación entre investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación. Esta es la segunda tendencia de las cuatro mencionadas al comienzo de esta sección.

(ii) La investigación científica y la innovación no siempre estuvieron juntas; no lo estuvieron, en particular, durante el período histórico en el que la innovación se transformó en uno de los motores principales del crecimiento económico, la Revolución Industrial. Esto no quiere decir que no hubiera investigación científica —que la había,

muy activa, aunque con formas institucionales muy diferentes de las de hoy en día—; tampoco quiere decir que quienes la protagonizaban no tuvieran vínculo alguno con la producción de novedades prácticas. Adam Smith reconocía de manera explícita su papel en la invención y mejora de máquinas, aunque sin referirse a «investigadores» o a «científicos», términos que aún no habían sido acuñados a fines del siglo XVIII. Su manera de caracterizar dicho papel resulta extraordinariamente aguda: «...filósofos u hombres de especulación, cuyo comercio no es hacer algo sino observarlo todo y que, en base a ello, son a menudo capaces de combinar, agrupados, los poderes de los más distantes y disímiles objetos» (1985: 8, primera edición, 1776). Tampoco ocurría que los artesanos que inventaban máquinas y las fabricaban y, más tarde, los que inventaban máquinas capaces de fabricar otras máquinas fueran analfabetos científicos. Por el contrario, solían tener conocimientos muy razonables de matemáticas y mecánica. Lo que se afirma es que las relaciones entre la producción de conocimientos científicos y la esfera de las innovaciones tecnológicas eran, en el mejor de los casos, esporádicas, y que el método de prueba y error implementado por artesanos de oficio resultaba suficiente incluso para desarrollar las innovaciones más importantes de ese período, entre las que destaca la máquina de vapor.

Esta situación comenzó a cambiar a partir de la segunda mitad del siglo XIX; las innovaciones más significativas de esa época no habrían sido posibles sin el nuevo conocimiento científico en el que estaban basadas, a diferencia de lo ocurrido con la máquina de vapor, que antecedió en varias décadas a la termodinámica, la disciplina científica que logró explicar sus principios de funcionamiento. Las turbinas y los motores de combustión interna, la iluminación eléctrica y los materiales sintéticos, el teléfono, el telegrafo, el teléfono y la radio, innovaciones que revolucionaron la producción, el transporte, las comunicaciones y la vida cotidiana, pudieron desarrollarse a partir de los avances en la comprensión del electromagnetismo y de la química orgánica. Las nuevas industrias asociadas con estas innovaciones fueron denominadas más tarde «industrias científicas», como forma de subrayar su asociación con resultados de investigación. Quienes «inventaban» en el seno de estas industrias ya no eran artesanos, sino profesionales con entrenamiento especializado, capaces de dialogar con investigadores académicos.

Las relaciones entre ciencia, tecnología e innovación entran así en una nueva etapa, de mucho mayor interacción e interdependencia. Esto no implica que a partir de fines del siglo XIX las raíces técnicas de la innovación se encontrarán sólo en la investigación científica; sí quiere decir que a partir de ese momento prácticamente todas las innovaciones radicales del siglo XX tendrán allí las suyas.

Pero la innovación, como se ha insistido en señalar, es un proceso social, que tanto induce cambios como los necesita. Junto a los nuevos conocimientos y las nuevas industrias en ellos basadas, floreció, acompañándolos, toda una serie de innovaciones sociales, sin las que seguramente las «tormentas de destrucción creadora» no habrían pasado de suaves brisas. Entre las más significativas se cuentan las asociadas con la producción sistemática de nuevo conocimiento: las universidades de investigación, donde se formaban no sólo investigadores sino ingenieros con sólida formación científica, y los

departamentos de Investigación y Desarrollo en las empresas, como ya mencionamos antes. A partir de este momento, la «formación para la creación», en las más variadas áreas, pasó a ser un factor clave del lugar que las naciones ocupaban en el mundo.

Las innovaciones sociales se mezclaron entre sí y con las innovaciones técnico-productivas: las empresas crecieron y contrataron más personal con formación universitaria; el conjunto de ideas que se podía llevar a la práctica se incrementó por esa razón, alimentado también de forma permanente por nuevos avances provenientes del mundo académico; las formas de la propiedad intelectual experimentaron modificaciones, al igual que el aparato financiero, para asegurar la eficiencia y viabilidad del conjunto; se diseñaron sistemas de normas y de control de calidad bajo responsabilidad pública; se crearon institutos estatales de investigación no universitarios, para asegurar que ciertas avenidas de investigación fueran recorridas con la velocidad y la claridad de objetivos características de las iniciativas estratégicas. El ambiente de los países que hoy denominamos desarrollados se adaptó a las necesidades de la innovación, y la innovación respondió expandiéndose y acelerándose. Las formas tomadas por esta adaptación recíproca resultaron bastante específicas: las de Alemania se diferenciaron de las de Estados Unidos; las de Japón, que «llegó» más tarde, resultaron tan exitosas porque no fueron copiadas sino desarrolladas de manera original.

Es importante destacar que a lo largo de ese proceso se fue gestando una dependencia profunda entre investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación. No es sólo la innovación la que reconoce raíces en la investigación; esta última se entremezcla cada vez más con aquélla, tanto porque el desarrollo tecnológico plantea de forma permanente preguntas de enorme interés, que son incorporadas a las agendas de investigación, como porque provee instrumentos que extienden el alcance y la profundidad de la indagatoria científica e, incluso, moldean el tipo de interrogantes que llegan a plantearse.

Muy lejos están los tiempos en que ciencia y tecnología se miraban a distancia; lejos queda también el momento en que se consumó lo que se ha dado en llamar «matrimonio de ciencia y tecnología», hace ya más de un siglo. Esa pareja constituyó por entonces un matrimonio de tipo clásico, con roles relativamente bien establecidos y diferenciados. La época actual es un tiempo de fronteras borrosas, de roles intercambiables, de hibridaciones recíprocas entre las diversas formas de creación y utilización de conocimientos correspondientes a la investigación, el desarrollo y la innovación, I+D+I.

(iii) La tercera característica que se evidencia con especial fuerza en el presente, aunque por cierto no resulta nueva, es la importancia económica del conocimiento, que compete bien y en ocasiones incluso desplaza a otros factores «clásicos» de crecimiento, como, por ejemplo la dotación de recursos naturales. Esto se muestra a través de varios indicadores. El primero de ellos es la estructura de costos de los productos más dinámicos en el mercado mundial, donde el conocimiento y la información —expresados en gastos de investigación y desarrollo, en estudios de mercado, en logística— suelen representar bastante más de la mitad del total. Un segundo indicador es la combinación

de alta inversión en investigación y desarrollo con una muy elevada participación del sector productivo en dicha inversión, como ocurre en los países altamente industrializados: promover el crecimiento del conocimiento forma parte de la estrategia competitiva de esas naciones y de sus empresas. Otro indicador destacado del fenómeno es el consistente incremento de la educación terciaria en los países desarrollados y en los que transitaron un camino de rápida industrialización en sectores dinámicos, los así llamados nuevos países industrializados, principalmente del Este de Asia. Dicha educación es muy costosa, tanto para las naciones como para familias e individuos: si se expande como lo está haciendo es, entre otras cosas, porque existe una clara asociación entre las capacidades para interactuar con el conocimiento provenientes de la educación superior y una mejor inserción en el mercado laboral.

Fenómenos como los apuntados respaldan la caracterización de «economía basada en el conocimiento y motorizada por la innovación» que De la Mothe y Paquet (1996: 23) proponen para la economía contemporánea. Si bien el conocimiento siempre fue importante, antes y después de que Bacon acuñara su famoso aforismo; «saber es poder», nunca antes tuvo un papel tan decisivo como hoy, para las naciones y para las personas.

(iv) Por último, el cuarto aspecto a destacar es la asimetría y la desigualdad que reinan en el tiempo actual, generadas en parte por la creciente importancia del conocimiento y la aceleración de la innovación. No quiere esto decir que las asimetrías y desigualdades configuren un fenómeno nuevo, sino que ellas tienden a agravarse, a hacerse más difíciles de superar, a exigir esfuerzos cada vez más grandes y sostenidos en el tiempo para encarar su progresiva reversión. Fernando Henrique Cardoso, uno de los teóricos más importantes de la llamada «teoría de la dependencia» en la década de los años sesenta, escribía en los noventa, poco antes de asumir la presidencia de Brasil:

La revolución creada por la «economía informacional», siguiendo la denominación de Manuel Castells, no alcanzó a todo el planeta de la misma manera. Parte de lo que hemos conocido como el Tercer Mundo se ha transformado en un vasto Cuarto Mundo de necesidad, hambre y desesperación. Ya no estamos frente a una periferia ligada a un centro capitalista por las relaciones clásicas de dependencia, y menos aún es el caso de relaciones de dependencia/asociación como las que yo solía describir en trabajos anteriores. Estamos siendo testigos de la situación dramática de países que no han sido capaces de ocupar el menor intersticio en el mercado mundial y cuya explotación ha dejado de tener interés para el centro (Cardoso, 1994: 444).

Manuel Castells estudió durante mucho tiempo las características de lo que denomina economía informacional, la economía del presente, entre las que destaca su carácter intrínsecamente asimétrico:

La ascensión del capitalismo global informacional está caracterizada en forma simultánea por el desarrollo económico y por el subdesarrollo, por la inclusión social y la exclusión

social, en un proceso que las estadísticas captan de forma aproximada. Hay polarización en la distribución de la riqueza a nivel global, hay una evolución diferencial de las desigualdades en el ingreso al interior de los países y hay un incremento sustantivo de la pobreza y la miseria a nivel mundial y en todos los países, tanto desarrollados como subdesarrollados (Castells, 1999: 82).

Las fortalezas relativas en materia de ciencia, tecnología e innovación tienen mucho que ver con esto: los procesos actuales de inclusión/exclusión reconocen entre sus causas más profundas las diferencias en las capacidades para relacionarse de forma creativa con el conocimiento existente y para generar nuevos conocimientos.

Las cuatro tendencias señaladas, que consideramos representativas del período actual, refuerzan mutuamente sus efectos. La aceleración de los tiempos de la innovación, que responde en buena medida a la interpenetración de investigación científica y desarrollo tecnológico, obliga a una rotación más veloz de los bienes de producción y, también, hace más rápida la obsolescencia de los saberes adquiridos y más estratégica la adquisición de nuevos saberes. Adaptarse a esos ritmos, condición de una inserción dinámica en la economía mundial, no es fácil, tanto por cuestiones de recursos como por otras, que tienen que ver con la cultura, las tradiciones, los valores, las instituciones, la historia. Dada la creciente importancia económica del conocimiento nuevo, las sociedades y los sectores dentro de una misma sociedad en mejores condiciones para relacionarse creativamente con él, disponen de mayores oportunidades para preservar o aun acrecentar sus niveles de participación en la riqueza creada. La brecha que los separa de los que pueden hacerlo en mucho menor grado o no hacerlo en absoluto se está ampliando, lo que da cuenta importante de las divergencias actuales en materia de desarrollo.

4.2. Transformaciones en la producción de conocimiento

Las tendencias entrelazadas hacia la «aceleración innovativa», la interpenetración creciente de la ciencia con la tecnología y la mayor relevancia económica de los conocimientos han dado lugar a significativas modificaciones en las propias modalidades de generación de conocimientos.

Múltiples reflexiones y estudios recientes afirman que esas modalidades están cambiando. Parece razonable preguntarse entonces en qué consistía la situación anterior a los cambios. Los análisis no parten de una imagen única del «antes»: diferentes aspectos son enfatizados por los especialistas que se han dedicado a este tema. Es probable que, al combinarlos, la imagen que surge no refleje cabalmente ninguna situación real y concreta, pero puede dar una idea de lo que se está transformando.

La situación imaginaria de partida podría ser descrita como sigue. Los investigadores, en cada ámbito disciplinario, definen con bastante libertad su agenda de investigación, de acuerdo con criterios que tienen fundamentalmente en cuenta el interés intrínseco de los problemas planteados u otros asociados al mundo académico. A veces pueden integrar

en su agenda de trabajo consideraciones extraacadémicas, pero ello responde a decisiones tomadas de forma autónoma. Los grupos de investigación son bastante estables, al igual que las condiciones de trabajo; los presupuestos de las instituciones permiten un moderado crecimiento de dichos grupos, así como la provisión de condiciones adecuadas en materia de infraestructura, equipamiento, intercambios académicos, etc. No se trata de un mundo idílico: el incremento de las aspiraciones a la vida académica es más rápido que las oportunidades de entrar en ella; la competencia por los siempre escasos puestos en lo más alto de la pirámide se hace cada vez más grande; así, la estabilidad y luego los ascensos se ganan duramente, pagando con la moneda específica de ese mundo, las publicaciones. De allí el aforismo que pretende describir un modo de vida: «publicar o perecer».

Queda por agregar un punto central: del otro lado de la puerta de cátedras y laboratorios existe la convicción de que lo que hacen los investigadores es o será útil socialmente, y que no hace falta imponerles su agenda ni controlarlos. Los controles internos bastan para asegurar resultados de calidad; a su vez, si son de calidad, los resultados terminarán encontrando el camino para devolver a la sociedad, en términos de problemas resueltos y nuevas e insospechadas oportunidades, los recursos que ésta invirtió en su producción. El universo descrito a través de estas características nunca ha existido como tal, y menos aún en los países subdesarrollados que llegaron a tener comunidades de investigación. Sus rasgos, empero, no son imaginarios: más o menos así se formaron y crecieron las grandes avenidas disciplinarias a lo largo de buena parte del siglo XX.

Es bastante clara la percepción de que ese panorama, en lo que tuviera de aproximación a la realidad, ha cambiado muy profundamente:

En menos de una generación hemos sido testigos de una transformación a lo largo y ancho del mundo, radical e irreversible, en la forma en que la ciencia se organiza, se gestiona y se realiza. Hemos mirado estas transformaciones como si sólo afectaran la vida cotidiana de la ciencia. Pero obviamente ello implica cambios estructurales mayores a niveles más altos. Estos cambios están teniendo lugar en todas las instituciones epistémicas —universidades, institutos de investigación, establecimientos gubernamentales y laboratorios industriales—, (...) penetran todas las esferas, están muy interconectados y varían mucho en sus detalles de país a país... (Ziman, 2000: 67).

Dos cosas necesitan ser brevemente exploradas: en qué consiste esa «transformación radical e irreversible» y por qué se produce. Lo primero es analizado por el propio Ziman en un libro publicado seis años antes que el recién citado. Su análisis incluye las diferencias en las «normas» o condiciones que deben cumplir los investigadores en el medio académico y en otros, sean industriales o gubernamentales. Estas diferencias pueden esquematizarse como sigue:

Producción de conocimiento según:

Normas «académicas»
(Merton, 1942, según Ziman, 1986)

Comunalismo: todo resultado de investigación debe ser puesto en común ante la comunidad de pares.

Universalidad: la investigación debe estar libre de consideraciones asociadas a raza, religión, nacionalidad o particularismos de cualquier tipo.

Desinterés: nadie debe promover resultados de investigación en función de intereses particulares.

Originalidad: Los resultados de investigación deben ser originales; no se aceptan como tales la reproducción de resultados ya conocidos.

Escepticismo organizado: nada se acepta a ojos cerrados; el conocimiento científico, ya sea nuevo o antiguo, debe someterse a un examen continuo en busca de posibles errores o contradicciones.

Normas «industriales»
(Ziman, 1994, 2000)

Propietario: los resultados de investigación pertenecen a quien los financió y no dan lugar necesariamente a difusión pública.

Local: la investigación está focalizada hacia problemas técnicos locales.

Autoritario: los investigadores actúan bajo autoridad gerencial.

Comisionado: se encarga a la investigación obtener resultados prácticos más que ampliar el conocimiento existente.

Experto: se valora, más que la creatividad, el conocimiento experto que permite resolver un tipo delimitado de problemas.

Los investigadores en el ámbito académico, idealmente, se rigen por las normas de la izquierda, descritas en su momento por el sociólogo de la ciencia Robert Merton. Tomando la primera letra de cada una de ellas —y recordando que escepticismo empieza en inglés por una *e*—, se forma el acrónimo CUDOS. Ziman (1986: 109) señala que dicho acrónimo recuerda el vocablo griego *kudos*, que significa «gloria, fama, renombre», es decir, lo que debiera cosechar un investigador que siguiera estas normas fielmente. El conjunto de esas normas constituye el denominado «*ethos* mertoniano» de la ciencia, por quien en primer lugar las señalara. En cambio, los investigadores en el sector industrial o productivo en general se rigen por el acrónimo correspondiente a la columna de la derecha —PLACE—. El conocimiento que colaboran a formular tiene dueños que deciden sobre su difusión; responde a intereses locales y no a la búsqueda de una comprensión general de los fenómenos bajo estudio; no es buscado por decisión propia de los investigadores, sino por la autoridad que sobre ellos ejerce quien financia la investigación; ésta tiene por objetivo la obtención de resultados prácticos más que el

avance global del conocimiento, y los investigadores son contratados más por su calidad de expertos que por la creatividad que pudieran llegar a desplegar.

Lo que Ziman afirma es que la columna de la derecha ya no se refiere sólo al mundo productivo, sino que refleja también las nuevas condiciones de trabajo del mundo académico. Como tendencia, los investigadores en dicho mundo no elegirían de forma autónoma sus temas de trabajo; no los publicarían libremente, sino de acuerdo con quienes financiaron la investigación; privilegiarían ciertos tipos de resultados sobre otros en función de los intereses de sus financiadores, y obtendrían beneficios derivados de la privatización del conocimiento en cuya producción intervinieron. Lo que tuviera de real la visión mertoniana del *ethos* de la investigación científica se habría perdido en buena medida en las formas actuales de producción de conocimientos; un ejemplo sobresaliente de esta tendencia es la generalizada extensión del sistema de patentes a los resultados de la investigación académica.

¿Por qué se habría producido una transformación de este tipo? Entre las razones invocadas se cuenta la creciente importancia económica del conocimiento —y la creciente inversión de recursos necesaria para su desarrollo—. Esto lleva a los gobiernos, en su nombre y también en el del sector empresarial, a buscar más incidencia en el tipo de problemas que se investigan, en el ritmo con que ello se hace y en las formas de difusión de los resultados, todo lo cual antes era definido de forma relativamente autónoma por las comunidades de investigadores. Así, los recursos públicos «libres» para la investigación se van tornando insuficientes en relación con las crecientes necesidades de ésta, y son complementados por sistemas de fondos competitivos cuyas reglas de juego ya no las fija la academia. La supervivencia de los grupos de investigación pasa a depender en buena medida de cómo sepan desenvolverse en ese juego: Ziman se refiere a esto diciendo que, además de «publicar o perecer», ahora hay que «competir por fondos o morir». Además, los grupos de investigación buscan intensamente clientes para sus servicios —aunque no lo hagan sólo por necesidad—, fenómeno que, si bien no es nuevo, ha conocido en los últimos años una intensificación y un nivel de formalización extraordinarios.

Otra forma de caracterizar las transformaciones que están ocurriendo en la producción de conocimientos es la que eligen los autores que, en 1994, publicaron un libro muy leído y citado: *La nueva producción de conocimientos* (Gibbons y otros, 1994). La transformación se describe allí como el pasaje del «modo 1» de producción de conocimientos, donde la investigación se realiza en el contexto de cada disciplina —de manera similar al «antes» ya descrito— al «modo 2», caracterizable como «investigación realizada en contexto de aplicación».

En este segundo «modo», la fijación de las agendas de trabajo se realiza a través de procesos de negociación en los que se expresan intereses diversos, en particular extra-académicos; en torno a cada agenda se conforman grupos de investigación en los que participan las disciplinas necesarias para el caso, grupos que se reconfiguran luego al abordar otras agendas. La difusión de resultados se realiza en gran medida a través de la migración de quienes participaron en su producción de un grupo de trabajo a otro; el impacto esperado de los resultados forma parte importante y explícita de la decisión de

producirlos; la evaluación de dichos resultados suma a los criterios académicos —derivados típicamente de la evaluación por pares— valoraciones provenientes de otros actores. No quiere esto decir que en la investigación del «modo 2» no interese el avance disciplinario y la búsqueda de respuestas a las grandes preguntas que cada área de conocimiento tenga planteadas. Quiere decir que la forma en que se organiza la producción de conocimientos privilegia, de forma pragmática, el aprovechamiento de las oportunidades de trabajo que aparecen, debiendo para ello reconocer y tomar muy en cuenta los intereses de otros actores que resulten de alguna manera convergentes con los propios.

La expansión de este «modo de producción» de conocimientos refleja la tendencia a la creciente relación entre investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación. Puede verse también como un indicio en favor de la conjetura de que el «matrimonio» entre la ciencia y la tecnología se está convirtiendo en una «pareja moderna», con roles mucho menos diferenciados y estables que en el pasado.

Ambas formas de describir los cambios en las modalidades de generación de conocimientos —la de Ziman y la de Gibbons y otros— pueden hacer tentador el efectuar rápidos juicios de valor. El «modo 2» puede ser visto como atención a los intereses de la sociedad o sumisión a los pedidos de quienes pueden costear su satisfacción; abandono de la torre de marfil o renuncia a la búsqueda de largo plazo de respuestas a problemas fundamentales; enriquecimiento transdisciplinario o empobrecimiento dilectante. Parece claro que, aunque no falte quien las defienda, estas dicotomías no le hacen honor a la problemática planteada. Un abordaje más matizado de la misma requiere aproximarse a las instituciones involucradas. Las universidades no son las únicas en ese juego —nunca lo fueron y actualmente lo son aún menos— pero siguen siendo un actor fundamental. Su transformación sigue de cerca la de la producción de conocimientos al tiempo que la influye en gran medida.

4.3. Las universidades en el «reino de la innovación»

Las relaciones de la universidad con la innovación se han venido construyendo desde hace tiempo. Reconocen como antecedente lejano la profesionalización de la actividad de investigación, que recibió un fuerte impulso cuando en 1810 Wilhelm von Humboldt fundó la Universidad de Berlín, con el cometido, revolucionario para la época, de hacer investigación como parte de la labor universitaria, vinculándola con la enseñanza. Se sistematiza así una actividad —la investigación—, se la profesionaliza y, sobre todo, se asegura su reproducción a través del entrenamiento en un ambiente de búsqueda intelectual. A partir de ese momento, la universidad de investigación será uno de los actores permanentes en el teatro de la innovación.

Otros indicadores tempranos de esa relación entre universidad e innovación pueden mencionarse. En el proceso de cambio en el liderazgo industrial mundial, que pasó de Inglaterra a Alemania y Estados Unidos a fines del siglo XIX y comienzos del XX, «fue sobre todo la creciente disponibilidad de un número considerable de ingenieros forma-

dos profesionalmente y otros trabajadores calificados lo que le dio su ventaja decisiva a la industria de Alemania y Estados Unidos» (Freeman, 1992b: 171). La relación entre ingenieros graduados en Inglaterra y Alemania era de diez a uno a favor de esta última poco antes de la Primera Guerra Mundial (ibid); para esa fecha el número de éstos en Estados Unidos había pasado a ser 4300, cuando eran 100 en 1870 (Noble, 1977: 24).

La formación sistemática de personas con capacidad para orientar procesos de innovación fue y sigue siendo un aporte fundamental de las universidades al cambio técnico; no son pocos los que afirman que esto constituye el factor más importante de todos los que inciden en ese proceso. No es sin embargo el único en el que intervienen universidades. Junto a ese tipo de vinculación, «descentralizada», existen también, desde hace mucho tiempo, relaciones directas, en las que equipos de investigación universitarios asumen responsabilidades en la solución de problemas de interés industrial o social. El Instituto Tecnológico de Massachusetts, por ejemplo, elaboró a comienzos de los años 1920 un Plan Tecnológico, cuyo objetivo era organizar la investigación de interés industrial en forma sistemática; fue capaz de hacerlo porque hacía ya veinte años que, a impulsos irregulares, venía trabajando en esa dirección (Noble, 1977:143). Otro ejemplo temprano de esta participación institucionalizada de la universidad en la innovación productiva se dio en un sector particular, el agrario. El gobierno de Estados Unidos prestó especial atención a este aspecto, y creó desde fines del siglo XIX estaciones experimentales agrícolas en el marco de universidades regionales, con el fin estimular la investigación en agricultura.

Por cierto, no es sólo a través de la formación de personas con capacidad para relacionarse creativamente con el conocimiento, en la búsqueda de soluciones a problemas o del desarrollo de investigaciones de interés directo para los sectores productivos, como las universidades y la innovación se vinculan, ayer como hoy. Otra fuente fundamental de interacción, de naturaleza muy diferente, resulta de la actividad investigadora realizada según los parámetros propios de la vida académica. Esto no quiere decir que todo resultado de investigación académica se «reencarne» en algún momento en innovación, ni que toda innovación incorpore necesariamente ese tipo de resultados. Lo que se afirma es que la investigación académica, llevada a cabo en marcos universitarios a partir de propósitos cognitivos, con escasa o nula articulación con los intereses que pudieran manifestarse al mismo tiempo en la esfera productiva, da lugar a resultados que pueden ser de importancia fundamental para la capacidad de innovación de ésta. Los ejemplos en apoyo a esta afirmación son innumerables e incluyen la industria nuclear, la industria de la computación y el conjunto de las biotecnologías modernas. Hasta tal punto es esto así, que estas dos últimas en particular merecen denominarse industrias universitarias, no sólo porque se desarrollaron a partir de resultados de investigación académica, sino porque la mayor parte de las innovaciones radicales que marcaron su temprana evolución se realizó en espacios universitarios.

Siendo así las cosas, ¿por qué plantearse la cuestión de las universidades en el «reino de la innovación», como si algo realmente novedoso hubiera surgido? La razón es que muchas cosas significativas han cambiado en las universidades y en su relación con el

medio a partir del afianzamiento de la economía «basada en el conocimiento y motorizada por la innovación». Los tres vectores indicados de interacción entre universidad e innovación —formación de profesionales en ambiente de investigación, investigación específica e investigación genérica— no son nuevos, como vimos; pero, en cambio, se ha transformado la visión predominante sobre dicha interacción, lo que ha traído consecuencias importantes en varios planos.

Más allá de acciones puntuales, las políticas públicas relacionadas con el cambio técnico y la innovación que se implementaron en Europa, especialmente en Alemania, a fines del siglo XIX y comienzos del XX, eran políticas dirigidas a las empresas y no a las universidades. Estas tenían su vida independiente a partir de los sistemas privados o públicos de financiación que las sostenían, sin que ello estuviera ligado a contrapartidas explícitas. La idea de política pública para la ciencia fue considerada herética por grandes intelectuales de las primeras décadas del siglo pasado, como Karl Popper y Michael Polanyi, cuando la propusieron científicos de orientación «radical», como John Bernal; los gobiernos y la industria eran también contrarios a tal concepción (Coombs, Saviotti y Walsh, 1987: 220). A mediados de los años 1960, pocos países avanzados, con la notable excepción de Francia y Estados Unidos, contaban con políticas científicas; por entonces «...en Alemania Federal y en los Países Bajos, por ejemplo, la idea de la planificación de las actividades científicas tenía todavía una connotación marxista que hacía sospechosa toda intervención del Estado en la materia» (Salomon, 1986: 27).

La idea de que la ciencia daba réditos, siempre que se le proporcionara los recursos adecuados, cosechó un respaldo espectacular en Estados Unidos a partir de la experiencia de la Segunda Guerra Mundial y, muy especialmente, del «Proyecto Manhattan» para la construcción de la bomba atómica.

Todo el Proyecto Manhattan sobre armas nucleares y los proyectos subsiguientes de aplicación civil de la energía nuclear estaban basados en física nuclear. Eran totalmente dependientes de la ciencia y de ninguna manera podrían haber emergido de las prácticas existentes ni de mejoras incrementales en los métodos convencionales de generar electricidad o hacer explosivos (Freeman, 1982: 47).

En dicho proyecto participaron directamente varios de los físicos más notables de su tiempo; la impresionante obra de ingeniería que fue la construcción de las bombas de uranio y de plutonio tuvo por cimientos los resultados de cuarenta años de investigación fundamental llevada a cabo casi exclusivamente en universidades.

La consecuencia que de tal experiencia dedujeron los gobiernos, en especial el de Estados Unidos, fue que la inversión de recursos en el fomento de la investigación científica estaba ampliamente justificada por los beneficios esperables en términos de poderío militar, cambio técnico, innovación y crecimiento económico. Ello fue una buena noticia para las universidades, que, a pesar de no ser las únicas organizaciones dedicadas a la investigación científica, eran las que la desarrollaban en mayor medida, además de asegurar el flujo continuo de investigadores jóvenes a través de los sistemas de postgraduación.

En las dos décadas siguientes a la Segunda Guerra Mundial, la fuerte asociación entre investigación científica, cambio técnico, innovación y crecimiento económico —que, por cierto, siguió manifestándose después incluso con mayor fuerza— fue moldeada por políticas de características muy especiales. El documento o «manifiesto» básico para tales políticas lo constituyó el informe titulado *Ciencia, la frontera sin fin*, que Vannevar Bush, un ingeniero eléctrico y ex-decano de la Facultad de Ingeniería del Instituto Tecnológico de Massachusetts, elevó al presidente Roosevelt a fines de 1944 en su calidad de co-administrador del Proyecto Manhattan. En efecto, «la visión de las ciencias básicas y su relación con la innovación tecnológica tal como está planteada en el informe de (Vannevar) Bush se constituyó en el fundamento de la política científica del país en las siguientes décadas» (Stokes, 1997:2). Esta visión está sustentada en dos afirmaciones importantes: la primera es que las ciencias básicas, expresión originada en el informe Bush, se desarrollan sin tener en cuenta sus posibles aplicaciones prácticas, y su característica principal es la contribución que hacen al conocimiento y a la comprensión de la naturaleza y de sus leyes. Esto tiene como corolario el establecimiento de una tensión entre comprensión y utilización como objetivos de la investigación, que llevó a Bush a sostener que la investigación aplicada siempre desplaza a la investigación pura si las dos se mezclan (ibid.: 3). La segunda afirmación establece que la investigación básica es el gran estimulador del progreso tecnológico.

La combinación de esas dos afirmaciones de Bush caracteriza lo que se denomina habitualmente «modelo lineal de innovación». Éste puede ser representado mediante un segmento orientado o flecha, en cuyo origen está la investigación básica; luego, la investigación aplicada; a continuación, el desarrollo experimental, y, en el extremo o punta de la flecha, la producción de bienes y servicios innovadores. Cada una de esas actividades es considerada, en este modelo, independiente de las posteriores; la investigación básica constituye el origen de una cadena que lleva de forma segura a la innovación. Resulta legítimo, en esa perspectiva, que la academia fije su propia agenda de investigación y evalúe sus resultados sin interferencias externas. Así, las dos décadas siguientes a la Segunda Guerra Mundial fueron tanto de expansión cuantitativa como de legitimación de las actividades de investigación universitaria, definidas éstas en buena medida con importantes grados de autonomía. En ese tiempo el «modelo lineal» pareció inspirar realmente las prácticas de financiamiento de la investigación, al menos en los países desarrollados, ya que en ellos una parte muy importante de la investigación básica en ciencias exactas y naturales fue financiada por agencias con objetivos prácticos explícitos, en especial agencias asociadas al esfuerzo militar en el marco de la guerra fría.

Varios fueron los motivos por los que esa situación empezó a cambiar. Ante todo, el modelo lineal de innovación se mostró inadecuado para describir y, por tanto, para promover los caminos que van del conocimiento al crecimiento económico. La hipótesis de que la capacidad de resolución de problemas que había mostrado la investigación científica y tecnológica, asociada al esfuerzo de guerra, iba a expresarse con igual eficiencia en el mundo de la producción no resultó correcta. Cuando no existe una

voluntad única, asociada a un objetivo privilegiado, dispuesta y capacitada para utilizar todos los recursos necesarios —monetarios y de cualquier otro tipo— a efectos de lograr ese objetivo, los caminos que van del conocimiento al crecimiento económico se toman inciertos y, sobre todo, entreverados. El modelo lineal no capta la complejidad de las relaciones entre los diversos actores de la innovación en el mundo civil; su progresiva sustitución por modelos más realistas implicó afinar la comprensión del papel de cada actor y estimuló la búsqueda de trayectorias que mejoraran la eficacia de esos caminos. Así, el rendimiento del «aislacionismo» académico implícito en el modelo lineal se puso en cuestión.

Además, el crecimiento vertiginoso de los gastos en investigación y desarrollo de los países centrales, derivado en buena medida de la carrera armamentista asociada con la guerra fría, llevó a un mayor escrutinio de los resultados obtenidos: la hipótesis de que invertir en investigación siempre paga con creces dejó de ser automáticamente válida. Ello no condujo a dejar de invertir en investigación, sino a ampliar el espectro de los que opinaban y decidían sobre qué investigar, a modificar los criterios de evaluación y los mecanismos de control de las actividades de investigación, a intervenir en las formas en que los resultados se difundían.

Más aún, la aceleración continua de la investigación académica a lo largo de varias décadas llegó a encontrar una suerte de «techo» natural: demasiadas avenidas posibles de trabajo, demasiadas demandas de recursos. La investigación se encontró con límites físicos para su expansión; por consiguiente, un intenso debate se expandió alrededor de las preguntas acerca de qué elegir, cómo y con qué criterios elegir y quiénes deben influir en la elección. La atención a la competitividad económica pasó a ocupar gran parte del escenario; la cuestión de la «auditoría social», del impacto directo, en especial económico, de las actividades de investigación, adquirió una dimensión totalmente nueva. Esto no ocurrió por una puesta en cuestión de la importancia de la investigación; por el contrario, fue el convencimiento de su valor estratégico lo que la sumó a las actividades en cuya orientación se justifica que intervenga la política nacional.

A partir de allí se produjeron cambios muy significativos en la relación entre los Estados y las universidades respecto a las actividades de investigación académica, de la que los primeros siguen siendo, hoy como ayer, los principales financiadores. Los cambios se expresan, por una parte, en una disminución significativa de los presupuestos de «uso libre» y un incremento importante de los recursos de «uso orientado», a los que se accede compitiendo: la agenda de investigación pasa a estar muy influida por prioridades fijadas fuera de la academia. Por otra parte, las universidades son vistas, quizás más que nunca, como agentes vitales para el crecimiento y la competitividad, tanto por los gobiernos como por las empresas de los países industrializados. A su misión secular, asociada a la producción y transmisión de conocimientos, se le adjudica explícitamente otra: orientar buena parte de sus energías al servicio de la creación de riqueza.

Este último propósito ha inducido una serie de transformaciones institucionales que hubieran parecido impensables algunas décadas atrás. La universidad es hoy titular jurídico de derechos de propiedad intelectual, que resultan de sus actividades de investiga-

ción; puede ser dueña de empresas universitarias que comercian con bienes y servicios en las que trabajan profesores como parte de su labor académica; estimula a sus docentes para que realicen asesorías o proyectos de investigación con empresas y obtengan retribuciones por hacerlo; crea centros de vinculación con empresas, para colaborar en la detección de demandas que luego orienten sus actividades, así como para apoyar la difusión de los resultados obtenidos.

La labor de intermediación entre las actividades de producción de conocimiento y su utilización fue siempre una función de los profesionales universitarios, individualmente o trabajando en laboratorios de I+D en empresas. Hoy por hoy, en las universidades se produce no sólo conocimiento, sino también bienes y servicios para usuarios finales. Por ende, se obvian parcialmente aquellas labores de intermediación, desdibujándose así las fronteras, antes bien delimitadas, entre el interior y el exterior del mundo académico.

Esas transformaciones, que siguen profundizándose, trajeron consigo no pocas tensiones. Una de ellas es la que se plantea en torno a la evaluación de las actividades de investigación, pues implica, entre otras cosas, el paso de una práctica histórica, en que ésta era un ejercicio eminentemente interno de la comunidad académica, a otra, en la que consideraciones externas —relevancia en el corto plazo para algún agente en particular, por ejemplo— llegan a ser importantes y, en ocasiones, dominantes. Una segunda tensión deriva de la asimetría que presentan diferentes disciplinas —y áreas dentro de éstas— respecto a la posibilidad de creación de riqueza. Esta posibilidad, asociada a la obtención de financiamiento para investigar, se ha transformado no sólo en condición de supervivencia sino en medida de utilidad social, lo que trastoca las relaciones de fuerza y de prestigio en el interior de las comunidades universitarias. Una tercera tensión se vincula con la necesidad de obtener resultados en plazos prefijados, como condición para participar en nuevos ciclos de competencia por financiamiento, lo que aleja la actividad de investigación de la búsqueda incierta que caracterizaba tanto su atractivo como sus logros.

Históricamente, en la universidad había espacio para aprendizajes lentos y en profundidad, así como para tener una perspectiva de largo plazo, reflexionando críticamente sobre la teoría y sobre la realidad. Un aspecto problemático del desarrollo actual es que esas funciones tradicionales se están viendo socavadas. La creciente especialización, combinada con demandas de mayor rapidez y mayor interacción con muchos agentes externos, no deja demasiado espacio para la reflexión crítica. Por el contrario, parece que los investigadores deberían involucrarse a sí mismos como expertos de mercadeo. Se espera que el investigador haga el mercadeo de sí mismo y de su grupo de investigación, atraiga la atención pública sobre su tema de especialización, haga resaltar la importancia de sus proyectos y subraye la calidad de los graduados a quienes les da clase. Podríamos llegar a decir, quizás, que como resultado de haber tirado abajo la «torre de marfil», hoy tenemos académicos inmersos en una especie de mercado estresante (Lundvall, 2002: 6).

A lo anotado debe sumarse un conjunto de dilemas éticos que, si bien no son nuevos, adquieren nueva fuerza con la transformación de las universidades en productoras de bienes y servicios para usuarios finales. Hace veinticinco años, por ejemplo, se discutía en alguna de ellas si había o no que avanzar en las investigaciones sobre ingeniería genética, por temor a las posibles consecuencias que tendría ofrecer al mundo la posesión de un conocimiento de ese tipo. Hoy el problema es más serio, pues no se trata ya de hacer avanzar el conocimiento en sentido amplio, sino de producir ciertos resultados para agentes privados sin tener mayor posibilidad de controlar su uso.

Éstas son algunas de las transformaciones y tensiones asociadas con las «universidades en el reino de la innovación». No es difícil relacionarlas con los cambios en la producción de conocimientos descritos antes, aunque no resulta claro cómo se perfilan las tendencias a largo plazo en el conocimiento producido. Por ejemplo, una mayor vinculación con los sectores industriales, ¿sesgará la investigación científico-tecnológica hacia problemas alejados de aspectos básicos? No necesariamente: análisis hechos sobre contenidos de publicaciones de grupos de investigación, con y sin interacción con la industria, aunque no sean generalizables, indican lo contrario (Hicks y Hamilton, 1999). Por otra parte, hay abundante evidencia de que problemas originados en la órbita productiva pueden presentar un interés académico enorme y su solución ser tanto de utilidad directa para agentes económicos como para la actividad científica en sí misma. Las posibles derivas negativas de las transformaciones que está teniendo la institución universitaria no provienen de un mayor acercamiento a la producción o a los problemas concretos planteados en la sociedad. Las dificultades parecen más bien asociadas a una cuestión de balance interno entre actividades de docencia, de investigación en «modo disciplinario» y de investigación «en modo de aplicación», de los grados de libertad todavía accesibles en la definición de la agenda de trabajo, de la permanencia de espacios para avanzar al ritmo que haga falta en el abordaje de problemas complejos, de las posibilidades de mantener compromisos con normas éticas discutidas en el colectivo de investigadores y con la sociedad.

Hace algunas décadas la diferencia entre investigadores académicos e investigadores industriales era descrita así:

A medida que los laboratorios industriales de I+D crecían en tamaño, el papel de los científicos pasaba a parecerse más y más al de los trabajadores en la línea de producción (...). El laboratorio industrial era muy diferente de su contrapartida universitaria, que lo proveía de su personal. Mientras que el investigador universitario era relativamente libre para elegir su propia trayectoria y definir sus propios problemas (por escasos que fueran sus recursos), el investigador industrial era por lo general un soldado bajo el comando de la gerencia, participando con otros en un ataque colectivo a la verdad científica (Noble, 1977: 118).

Una posible deriva negativa de las transformaciones en curso es que los investigadores universitarios pasaran a desempeñarse «como soldados bajo el comando de la

gerencia», aunque ésta no fuera la de una empresa. Estaría lejos de ser ése el mejor servicio que pudiera hacerse a la innovación, si se busca fortalecerla de forma sustentable en el largo plazo, puesto que ello empobrecería la cantera de conocimientos nuevos, a veces radicalmente nuevos, de la que ésta se nutre.

Los sistemas de innovación

5.1. Caracterización general

Como se indicó antes, los procesos de innovación pueden ser caracterizados como un conjunto de actividades orientadas a la resolución de cierto tipo de problemas prácticos, lo que tiene lugar mediante variadas relaciones entre actores colectivos diversos, que ponen en juego sus propios valores, intereses, conocimientos, capacidades y pautas de conducta. Su actividad se despliega en el marco de organizaciones e instituciones cuyo nivel de articulación incide fuertemente en aspectos claves de la dinámica innovativa. Cabe pues considerar que se trata de actividades de índole sistémica, en una acepción bastante laxa o aproximativa del término.

En breve, la caracterización de la innovación como fenómeno interactivo y socialmente distribuido lleva de la mano a calificarlo también como sistémico. Ello condujo a elaborar un enfoque o marco conceptual que ha permitido avances significativos en el estudio y análisis de los procesos de innovación, y que ha dado lugar, desde su eclosión en los años 90, a una frondosa literatura. Se le conoce como el enfoque o teoría de los sistemas de innovación. Una presentación reciente de sus aspectos más relevantes incluye los puntos siguientes (Edquist y Hommen, 1998: 61, 62):

- i) *Pone en el centro de la atención a los procesos de aprendizaje*, vinculando la innovación con la producción de conocimiento nuevo.
- ii) *Adopta una perspectiva holística e interdisciplinaria*, pues procura abarcar el conjunto más amplio posible de determinantes de la innovación e incluye aspectos que se refieren no sólo a lo económico sino también a lo político y lo cultural.
- iii) *Utiliza perspectivas históricas* para tomar en cuenta que los procesos de innovación conllevan retroalimentaciones entre diversos factores —en especial, conocimiento, innovación e instituciones—, cuyas evoluciones a lo largo del tiempo, por consiguiente, se influyen mutuamente.
- iv) *No busca definir un sistema óptimo expresado en términos abstractos* sino comparar sistemas existentes, en particular a través de sus diferencias.
- v) *Enfatiza la interdependencia y las interacciones*, ya que en los procesos de innovación y en sus actores influyen no sólo los elementos del sistema sino las relaciones entre éstos.
- vi) *Atiende tanto a la tecnología como a las transformaciones organizativas*, lo que colabora a la comprensión de las complejas relaciones entre la innovación y otros procesos sociales.

vii) Destaca el papel central de las reglas, normas y leyes, como forma de entender las influencias sociales en el comportamiento innovativo.

En aras a la brevedad, suele hablarse de «sistema» para referirse al conjunto de las principales actividades que constituyen o configuran la innovación, sin que ello conlleve la afirmación de que un tal sistema exista en sentido estricto, con componentes específicos, un funcionamiento regular, con un «afuera» y un «adentro» relativamente bien delimitados, y una pauta de intercambios entre ambos.

En una acepción un poco más formal, designamos como *sistema de innovación* al conjunto constituido por las organizaciones, las instituciones, las interacciones entre distintos actores colectivos y las dinámicas sociales generales que mayor incidencia tienen en las capacidades disponibles para la investigación, el desarrollo experimental, la innovación tecnológica y la difusión de los avances técnico-productivos.

Ahora bien, ¿cuáles son los «espacios» en los que, eventualmente, se configuran sistemas de innovación? ¿Son nacionales, supranacionales, regionales, locales? Por otra parte, ¿deben necesariamente entenderse como geográficos o cabe también incluir una perspectiva sectorial, atendiendo al «espacio» conformado por la dinámica socio-técnica de sectores productivos específicos? Estos puntos se abordan de forma sumaria en los dos apartados siguientes.

5.2. Sistemas nacionales, regionales y locales de innovación

Desde una perspectiva histórica, el concepto de sistemas de innovación, si bien «estaba en el aire» entre los estudiosos del tema, no apareció solo: surgió por primera vez, a fines de la década de 1980, asociado al término nacional: *sistemas nacionales de innovación*, SNIs. Dos vertientes dan cuenta de él en sus inicios: por una parte, el análisis de Christopher Freeman sobre Japón, y por otra, el análisis de los procesos interactivos de aprendizaje, basado en Dinamarca, de Bengt-Ake Lundvall.

Freeman (1987) señala un conjunto de rasgos que promovieron el carácter sistémico de la innovación en Japón: una temprana comprensión de que para avanzar económicamente era imprescindible plantearse como objetivo nacional fortalecer por todos los medios las capacidades endógenas de I+D, lo que derivó, entre otras cosas, en la política del gobierno central de poner la responsabilidad total por la asimilación y mejora de la tecnología importada en manos de empresas japonesas, restringiendo mucho la presencia de inversión directa extranjera; la utilización de la prospectiva tecnológica como orientación para la toma de decisiones en las políticas industriales y tecnológicas; la asunción, por parte del Estado, del papel de articulador entre diversos actores, en particular las empresas, de modo que dicha orientación fuera llevada a la práctica, y el énfasis en promover la capacidad de recibir y analizar información de toda la fuerza de trabajo. Lo específicamente nacional de estos rasgos llevaron a Freeman a proponer la expresión «sistema nacional de innovación».

En el enfoque de Lundvall, cuya idea fuerza, como se vio en 3.1, es la importancia de las relaciones entre usuario y productor en la gestación de innovaciones, lo determinante del marco nacional responde a que es allí donde con mayor naturalidad se establecen los canales de información y códigos comunes imprescindibles para una comunicación eficiente, que es una de las claves de dichas relaciones (Lundvall, 1985: 47).

La impronta nacional se refleja fuertemente a nivel institucional en todo lo que tiene que ver con la innovación. Los sistemas educativos, los sistemas de investigación, la articulación de ambos con los sistemas productivos, los sistemas de regulación, entre los que destacan los derechos de propiedad intelectual, las formas de participación ciudadana en las tomas de decisiones relacionadas con ciencia y tecnología: todos éstos son aspectos que adquieren buena parte de su especificidad dentro de marcos nacionales, al tiempo que inciden en el ritmo y dirección de los esfuerzos innovativos.

Un claro ejemplo de las influencias de lo nacional en la conformación de un cierto «estilo» de innovación es el caso norteamericano. Entre las primeras de dichas influencias cabe señalar la geografía y la dotación de recursos naturales. Estados Unidos tenía una enorme abundancia de madera pero carecía, a mediados del siglo XIX, de bienes de capital adecuados para trabajarla, pues éstos venían en su mayoría de Inglaterra, donde la escasez de esa materia prima no había impulsado su desarrollo. La maquinaria para trabajar madera debía cumplir requisitos muy exigentes, asociados a sus altas velocidades de operación —del orden de 500 veces la de las máquinas para trabajar metal— y a la variabilidad del material, que incluía maderas blandas y otras casi tan duras como el hierro. Una cosa lleva a la otra: «Las altas velocidades de la maquinaria de carpintería crearon problemas únicos respecto a las operaciones de manejo de ejes y cuchillas. Hubo que prestar especial atención a asuntos como lubricación, equilibrio, fuerza centrífuga y cojinetes» (Rosenberg, 1977: 46, 47). Las derivaciones de este tema son sorprendentes: los norteamericanos inventaron la maquinaria para hacer clavos, la construcción de casas de madera prefabricadas —que permitió masificar rápidamente la construcción de viviendas en un enorme territorio—, las sierras de alta eficacia y resistencia, y la maquinización total de la fabricación de puertas, ventanas, escaleras y otros elementos de construcción (ibid).

Cuando en 1851, en Londres, se presentan máquinas norteamericanas por primera vez en una feria industrial europea, lo que se presenta en realidad no es una serie aislada de innovaciones. Como observa Landes, «la innovación norteamericana más distintiva no fue algún dispositivo en particular, por importante que haya sido, sino un modo de producción, que llegó a denominarse el sistema norteamericano de manufactura» (Landes, 1998: 301). Este «sistema» tenía como uno de sus pilares la producción estandarizada de grandes series de bienes y servicios de calidad aceptable y, para ello, la innovación acelerada a nivel de máquinas y de herramientas era, a la vez, requisito y consecuencia. La articulación entre quienes diseñaban estas últimas y quienes las demandaban y utilizaban era muy fluida en los Estados Unidos de fines del siglo XIX, debido a la abundancia de ingenieros con buena formación y, también, al prestigio social de dicha profesión. Las estructuras empresariales más idóneas para la producción

manufactureras masivas eran más grandes que la media mundial: Porter señala que ya desde esa época se desarrollaron en dicho país técnicas para gestionar empresas a gran escala (1991: 398). Un sistema jurídico con énfasis marcado en evitar el debilitamiento de las condiciones de competencia, un sistema bastante sofisticado de protección de la propiedad intelectual, abundancia de capital disponible para la inversión y, no menos importante, un sesgo cultural que hacía que «el fracaso fortuito, por causas no fraudulentas, se aceptara socialmente» colaboraron a generar «un clima excepcional para la formación de nuevas empresas» (ibid: 399), lo que constituye, sin duda, uno de los rasgos más distintivos del «sistema nacional de innovación» de Estados Unidos. Este incorporaría en el siglo XX un conjunto de elementos idiosincráticos, de los cuales uno muy significativo es la potencia de su capacidad de investigación científica, alimentada tanto por los enormes recursos financieros que a ese fin se destinan como por la atracción ejercida sobre talentos de todas partes del mundo.

El ejemplo anterior sirve para mostrar que lo «nacional» de los sistemas de innovación tiene múltiples manifestaciones, que incluyen lo estrictamente material así como aspectos institucionales, políticos y culturales; éstos, además, evolucionan con el tiempo, tanto por la transformación de ciertos rasgos como por la incorporación de otros nuevos.

Ahora bien, ¿hasta qué punto es «nacional» un sistema nacional de innovación? La pregunta puede extenderse a sistemas «locales» o «regionales», siempre y cuando la localidad o la región exhiban cierta unidad forjada por la historia y la geografía, a falta de lo cual no tiene mayor sentido preguntarse por el sistema de innovación asociado.

Son varios los estudiosos del tema que piensan que los factores de tipo nacional son los que más gravitan en los procesos de innovación que tienen lugar en cada país y los que deben ser atendidos prioritariamente por las políticas públicas. Más aún, si bien no es frecuente que los factores de tipo nacional determinen de hecho los procesos de cambio técnico —no se podría decir algo así de ninguno de los países en los orígenes de cuya industrialización se encuentra la difusión de la industria moderna desde otros países—, son varios los ejemplos históricos que muestran que a menudo aquellos factores «hacen la diferencia»: naciones ubicadas en contextos internacionales técnico-económicos y políticos comparables recorren trayectorias diferentes debido a la alta incidencia de condicionantes endógenos. Por ello, la identificación de los determinantes de las capacidades tecnológicas de cada nación constituye un objetivo mayor del enfoque de los SNIs. No es razonable, sin embargo, asumir de manera más o menos implícita, casi por definición, que tales determinantes sean de carácter interno a la nación. Así, Amable, Barré y Boyer (1997: 122) prefieren denominar «sistemas sociales de innovación» a lo que habitualmente se llama SNIs, para dejar abierta la cuestión acerca del nivel en el que operan las interacciones positivas que aseguran la coherencia de los sistemas: ¿nacional, regional, local, continental, mundial?

Por otro lado, la incidencia relativa de los factores nacionales varía mucho de un país a otro, máxime si la atención no se restringe a las naciones del «Norte». Sólo estudios específicos pueden dar cuenta de cuán «nacionales» o «regionales» son los principales

determinantes de las capacidades para la innovación existentes en una nación o región en concreto. Si bien esto último no parece discutible, es también cierto que la teoría de los SNIs conlleva, al menos como contenido heurístico, la suposición de que la «innovación nacional» depende mucho de la presencia más o menos activa o la ausencia de ciertos factores endógenos de índole «sistémica» que, en el sentido indicado antes, suelen «hacer la diferencia».

En muchas ocasiones, la cuestión antes planteada sobre el nivel en que operan las interacciones positivas que aseguran la coherencia de los sistemas tiene como respuesta el nivel regional o local. Un ejemplo de esto, al cual ya hemos hecho referencia en la sección 3.4, es el de la «tercera Italia» como región y el de Sassuolo, con su especialidad en azulejos cerámicos, como localidad. La descripción que hace Michael Porter de la conformación y evolución del sector cerámico en Sassuolo sugiere la noción de «sistema de innovación localizado». Las interacciones múltiples en torno a la innovación se ven particularmente bien ilustradas; la localidad está cerca de fábricas de automóviles de lujo y, por consiguiente, bien provista de mecánicos de excelencia; ello colaboró a que los fabricantes de azulejos aprendieran en seguida el funcionamiento de los equipos importados y pudieran adaptarlos a las materias primas locales; la interacción entre productores de azulejos y fabricantes de maquinaria resultó crucial para el éxito del sector, pues ayudó a generar un flujo permanente de innovaciones. Poco a poco, en la localidad de Sassuolo se fueron instaurando e integrando otras redes productivas y de servicios articuladas a la fabricación de azulejos, que se sumaron al ritmo innovativo local: moldes, barnices, materiales de embalaje, consultorías en logística, diseño, comercialización y tributación. El carácter concentrado de la producción hacía que las innovaciones se difundieran pronto y la necesidad de innovar, en consecuencia, se hiciera más acuciante y diversificada. Es así que a mediados de los años 1970 se funda el Centro Cerámico de Bolonia, a partir de un consorcio integrado por la universidad de esa ciudad, algunos organismos regionales y varias asociaciones del sector, cuyas funciones incluían la investigación en el campo de las materias primas para las cerámicas, de los procesos de producción y del análisis químico y mecánico de los productos terminados (Porter, 1991: 291).

Un ejemplo de similar envergadura lo proporciona la región de Vale Sinos en Brasil, fabricante y exportadora de zapatos.

Para apoyar las más de 500 empresas locales de producción de zapatos hay más de mil curtiembres en Vale Sinos, más de 200 empresas de componentes, más de 700 talleres domésticos y 45 productores de maquinaria para procesar cuero y calzado de cuero. En un radio de 50 kilómetros de Novo Hamburgo, el centro de Vale Sinos, se produce la mayor parte de los insumos: calzadas, suelas, tacos, plantillas, cañas, cola, clavos, tinturas, etc., todos ellos hechos según diferentes especificaciones. Además, la mayor parte de las máquinas para incorporar todos esos materiales y componentes a los zapatos también están hechas en la región. Vale Sinos atrajo a agentes de exportación, consultores en diseño, unidades de servicios productivos especializados y también está provisto de dos peri-

dicos semanales y cuatro revistas quincenales que se especializan en el comercio de cuero y zapatos. La combinación de tradición en la manufactura de zapatos, el amplio espectro de los proveedores especializados, locales de insumos y servicios y el rico flujo cruzado de conocimientos específicos del sector le da a la industria del calzado de Vale Sinos un alcance poco común, que ha ayudado a la región a exportar más de las dos terceras partes de su producción (Nadvi y Schmidt, 1994: 7).

Así, en ocasiones es a nivel regional y eventualmente local donde pueden tomarse mejor en cuenta procesos históricos específicos y diseños político-institucionales particulares que permiten ampliar la comprensión de la dinámica innovativa (Lastres y otros, 1999: 59). Cuenta en particular, en esos casos, la relativa facilidad para establecer altos niveles de confianza, capacidad de aprendizaje y competencia para organizar redes (Cooke y Morgan, 1998: 5).

5.3. Sobre el papel del conocimiento tácito

La cuestión de la confianza resulta tan determinante que bien podría decirse que los sistemas de innovación —cualquiera que sea el nivel al que se les considere— están conformados por las redes en el sector público y en el sector privado cuyas acciones promueven niveles de confianza suficientes como para que los procesos interactivos de aprendizaje, que están en la base misma de la innovación, devengan procesos auto-organizados y socialmente distribuidos.

La afirmación anterior no es evidente. Los procesos interactivos de aprendizaje, las relaciones usuario-productor en materia de bienes, servicios o conocimiento, no serían muy importantes en un mundo donde todo lo que hiciera falta saber para solucionar cualquier tipo de problema estuviera previamente codificado y donde la solución encontrada, es decir, la innovación, pudiera a su vez codificarse e integrarse al acervo disponible de recursos para la solución de nuevos problemas. Tampoco lo serían si todos los procesos de aprendizaje asociados con la producción fueran de naturaleza rutinaria, pudiendo cumplirse por simple repetición y sin necesidad de comunicaciones interpersonales (Johnson, 1992: 31). Si ello fuera así, la confianza entre actores tampoco resultaría muy importante. Pero no es así; junto al conocimiento codificado, explícito, accesible y transmisible a través de los más diversos medios, hay un conjunto de saberes tácitos, cuya descripción no puede ir mucho más allá de la que fundara el concepto: sabemos más de lo que somos capaces de decir con palabras (Polanyi, 1966). Conocimiento tácito es parte de lo que intercambia la gente que trabaja con otra en la búsqueda de soluciones a problemas.

Este tipo de conocimiento se acumula en el proceso mismo de resolución de problemas, transfiriéndose por esa misma vía. Sin diálogos, sin interacción, ni se usa ni se genera ni se transfiere conocimiento tácito. Las consecuencias del cambio técnico en ausencia de dicho tipo de conocimiento han sido bien estudiadas:

Aun en las industrias modernas el conocimiento indefinible es parte esencial de la tecnología. He visto por mí mismo, en Hungría, una nueva máquina importada para hacer bulbos de bombillas eléctricas, cuya exacta contraparte estaba funcionando perfectamente en Alemania, fallar durante un año entero hasta lograr hacer una bombilla sin defectos (Polanyi, 1964: 52, citado en Nelson y Winter, 1982: 119).

Los reiterados fracasos de la transferencia de tecnología por vía de adquisiciones de plantas o procesos productivos «llave en mano» —en que el comprador supuestamente abre la puerta, suministra los insumos, oprime el botón de arranque y los resultados esperados se producen— están también documentados en el subdesarrollo, donde por mucho tiempo fue la modalidad privilegiada de la modernización productiva.

El conocimiento tácito es entonces imprescindible en cualquier proceso de innovación; se acumula y se transfiere a través del aprendizaje interactivo que realizan personas, por lo general con saberes diversos, comprometidas en la búsqueda de soluciones a problemas; la capacidad de procesar ese tipo de aprendizaje es clave para el éxito innovativo y para ello, a su vez, resulta clave la confianza entre los participantes. Volvemos así a la confianza y a los entornos que favorecen su construcción. Historia y cultura compartidas, proximidad que facilita encuentros y difusión de resultados, especializaciones fuertes derivadas de las características de una geografía acotada, son todos atributos que regiones y localidades pueden llegar a tener en abundancia. Si ése es el caso, en tales entornos la construcción de confianza se verá favorecida, con lo que la emergencia y consolidación de sistemas regionales y locales de innovación resultará más probable.

5.4. Sistemas sectoriales de innovación

A partir de las caracterizaciones del «sistema de innovación» presentadas al comienzo de este capítulo y de la idea de «sistema social de innovación», parece razonable incluir entre los niveles de análisis de esos sistemas no sólo el geográfico sino también el sectorial.

Miremos un poco más de cerca la afirmación precedente. Cabe sostener que tanto la evolución real de los SNIs como su estudio han estado muy influidos hasta hoy por la centralidad de un conjunto particular de tecnologías de base microelectrónica: las de información y comunicación (TICs), sobre cuya evolución histórica algo se dirá en el capítulo 6. Japón estuvo entre los primeros países que reconocieron de forma integral la importancia y la potencia del «paradigma microelectrónico», en particular porque su sistema de prospectiva tecnológica les permitió identificar el complejo de las tecnologías de información y de comunicación como impulsor fundamental del avance hacia una economía intensiva en conocimiento, objetivo planteado en ese país ya a comienzos de los años 1970. Lo que resalta de la experiencia japonesa es lo temprano que las TICs fueron vistas no sólo como tecnologías prometedoras en sí mismas, sino como elementos centrales de un «paradigma tecnológico», es decir, de un vector de cambio técnico generalizado. En esa época, dicha visión

ayudó a crear un clima en el que las empresas se mostraban dispuestas a hacer inversiones en nuevos productos y procesos asociados con la nueva tecnología en mucho mayor escala que ningún otro país de la OCDE, donde faltaba ese tipo de confianza. Esto fue especialmente importante en la difusión de las TICs a nuevos sectores (Freeman, 1987: 78).

Vemos así que el concepto SNI, al que la realidad japonesa sirvió de inspiración, estuvo asociado a otro, que podríamos llamar «sistema sectorial de innovación micro-electrónico y de las TICs».

Ese sistema sectorial se consolida como tal, aunque su gestación venga de mucho más atrás, una vez que las tecnologías que abarca son reconocidas como motores privilegiados de cambio económico y social. Ello lleva a los países industrializados a propiciar una serie de cambios institucionales que engrasan y promueven tanto la difusión como el mayor aprovechamiento de esas tecnologías: institutos especializados de investigación, modernización de la enseñanza, desde la escuela primaria, pasando por la técnica, hasta la universitaria, transformaciones jurídicas, políticas industriales tendentes a generalizar el uso de las nuevas tecnologías, nuevas formas de financiamiento que propicien la creación de empresas en el sector para asegurar su dinamismo innovativo. Podríamos decir que ese sistema sectorial de innovación no sólo ha sido nuestro contemporáneo en los últimos veinticinco años, sino que, por su importancia, resultó un «sistema guía». Cabe entonces preguntarse por los sistemas sectoriales de innovación de ese tipo del pasado y, también, los del futuro, si sobre ellos ofrece el presente alguna pista.

Respecto del pasado, resulta sugerente el índice de un libro reciente de Freeman y Louça (2002), *As Time Goes by. From the Industrial Revolutions to the Information Revolution*. Una serie de capítulos da cuenta de sucesivas «eras» técnico-industriales hasta llegar a la revolución de la información, a saber:

- La era del algodón, el hierro y la energía del agua (décadas finales del siglo XVIII).
- La era de los ferrocarriles, la energía del vapor y la mecanización (primeras décadas del siglo XIX).
- La era del acero, de la ingeniería pesada y de la electrificación (décadas finales del siglo XIX).
- La era del petróleo, los automóviles, los motores y la producción en masa (entre las primeras décadas del siglo XX y los años 1960).
- La era de las TICs (que emergen en los años 1970).

Puede pensarse que cada una de estas «eras» está caracterizada por algunos «sistemas sectoriales de innovación guías», en el sentido que orientan fuertemente la lógica tecno-económica de su tiempo impulsando importantes transformaciones a nivel institucional.

Con respecto al futuro, algunas tendencias del presente muestran que las dinámicas innovativas están resultando cada vez más condicionadas e, incluso, trastocadas por cier-

tos rasgos específicos ligados a las características propias de las ciencias biológicas y las biotecnologías, así como de sus interacciones con la sociedad, tema que se desarrolla con más detalle en la sección 6.3. No es de descartar, entonces, que llegue a configurarse, junto al de las TICs, un nuevo «sistema de innovación guía». En cualquier caso, parece claro que en torno a dichas ramas del conocimiento se está articulando un nuevo caso de los «complejos tecnológicos», cuya capacidad para modelar la vida económica ha marcado épocas, y de los que tenemos un ejemplo reciente en el «complejo micro-electrónico», integrado por la electrónica, la informática y las telecomunicaciones. Somos testigos de cómo devienen cada vez más importantes y complicados los procesos de investigación, desarrollo experimental, innovación y difusión que tienen en las ciencias biológicas la base cognitiva central de la resolución de problemas, y en los que se va conformando una institucionalidad con rasgos específicos importantes, tanto en lo que se refiere a los actores interactuantes como a las relaciones de cooperación y conflicto entre ellos. Cabe pues hablar de la emergencia de *sistemas sectoriales de innovación en ciencias de la vida*.

A su vez, nutriéndose de las bases cognitivas de las ciencias de la vida, emergen especializaciones productivas y orientaciones innovadoras específicas que, en algunos casos, adquieren articulación sistémica. Ejemplo típico de esto es la problemática medioambiental, donde la interacción entre sistemas institucionales —en particular, el regulatorio— y la formulación de problemas cuya solución exige innovación es particularmente clara. Control de calidad de aire en el caso del transporte, control de efluentes en el caso industrial, disposición de residuos en el campo domiciliario y hospitalario, análisis y reducción de impacto ambiental —en particular sobre los recursos hídricos— en el caso de emprendimientos agrícolas, entre muchos otros desafíos, constituyen una gigantesca demanda de nuevos conocimientos para el diagnóstico y solución de problemas. Las innovaciones que emergen de las soluciones a problemas de este tipo pueden denominarse «eco-innovaciones» (Segura-Bonilla, 2000: 87).

Basado en estas últimas, puede, pues, visualizarse, a partir de la creciente preocupación por la sustentabilidad del mundo en que vivimos, la emergencia de un «sistema sectorial de innovación medio-ambiental».

El paso del concepto genérico de sistema de innovación a los más específicos de sistemas nacionales, regionales y locales o sectoriales permite aproximarse mejor al análisis del contexto en que las innovaciones se producen. El énfasis está puesto en elementos asociados con la historia y el entramado de relaciones establecidas entre los actores, ya sea en un espacio social o en el marco de una determinada orientación cognitiva y productiva.

5.5. Las políticas públicas «fortalecedoras del sistema»

Se han presentado antes algunas razones que justifican la intervención pública en materia de innovación (sección 2.2): subinversión en investigación, fragmentación y disper-

sión de capacidades, excesivo cortoplacismo en las tomas de decisión de los actores, necesidad de regulación de tecnologías con potenciales diversos para crear daños, estímulo de los esfuerzos orientados a la resolución de problemas en la esfera social. Se trata, en líneas generales, de acciones tendentes a modificar situaciones que debilitan las oportunidades de emergencia de innovaciones socialmente útiles. Ahora bien, la naturaleza sistémica de la innovación lleva a preguntarse si no corresponde ir más allá, extendiendo el campo de la política pública al conjunto del sistema de innovación.

La interrogante planteada tiene mucho que ver con la cuestión del entramado institucional dentro del que se desarrolla el conjunto de actividades innovativas y el despliegue de los actores que las llevan a cabo. ¿Cuán denso es ese entramado? O, dicho de otra manera, ¿cuán conectado está el sistema?

Una serie de medidas de política pública en ciencia, tecnología e innovación, efectivamente implementadas en diversas partes, pueden entenderse como dirigidas a «fortalecer o conectar sistemas». De ese tenor son, por ejemplo, las políticas dirigidas a actores débiles, por ejemplo, pequeñas y medianas empresas en sectores de producción tradicionales. El pago del salario de profesionales en dichas empresas con fondos públicos por un cierto período apunta a fortalecer un eslabón usualmente débil de los SNIs, aun en los países de mayor desarrollo. Las capacidades para buscar de forma activa conocimiento a efectos de resolver problemas están muy mal distribuidas en la sociedad, lo que equivale a decir que las redes que conectan el conocimiento con sus usuarios presentan espesores irregulares. La medida de política recién comentada busca justamente regularizar ese espesor, haciendo menos desigual el acceso a un recurso clave para la innovación, como es el personal con formación universitaria.

Otras medidas similares han sido las políticas de extensión tecnológica, tanto las dirigidas al sector agropecuario, implementadas en muchas partes del mundo y que datan ya de hace más de un siglo, como las más recientes, dirigidas al sector manufacturero, justamente para colaborar en la familiarización con las nuevas tecnologías.

Más allá de esos ejemplos puntuales, lo cierto es que la intervención pública se justifica tanto cuando se dirige a factores específicos que afectan a la innovación como cuando busca que el «sistema» esté mejor conectado. Dos grandes avenidas recorridas por políticas públicas que apuntan a densificar las redes institucionales vinculadas con la innovación tienen que ver con la política de compra tecnológica del Estado y con la articulación de las relaciones universidad-producción-gobierno. Vale la pena detenerse brevemente en cada una de ellas.

Las políticas de compra tecnológica del Estado

Un texto muy completo de revisión de las políticas de compra tecnológica del Estado a la luz de las teorías de la innovación provee un conjunto sistemático de definiciones, características y modelos que las muestran con claridad como «fortalecedoras de sistema» (Edquist y Hommen, 1998). El «tipo ideal» de compra tecnológica del Estado (CTE)

ocurre cuando una agencia gubernamental demanda un producto o un sistema que todavía no existe pero que puede probablemente desarrollarse mediante las capacidades nacionales existentes en un período razonable (ibid: 4). ¿Por qué puede convenir que el sector público se convierta en demandante y comprador activo de nuevas soluciones a problemas? Por una parte, ciertas características de la demanda tecnológica pueden requerir un comprador fuerte: importancia estratégica, gran escala, altos riesgos y, también, altos costos. Por otra parte, puede ocurrir que ciertas demandas sociales de mucha importancia impliquen altas inversiones en investigación y en desarrollo que sean desestimadas por el sector privado, por considerarse bajo o incierto el retorno de dicha inversión. Así, la CTE se plantea como un instrumento de política de fomento de innovaciones estratégicas o socialmente útiles, de las que una nación podría carecer si no se pusiera en práctica; se trata de un instrumento al que han recurrido con frecuencia todos los países desarrollados. Un «modelo» típico, ilustrado por Suecia y otros países europeos, se estructura en torno a relaciones estrechas y de larga duración entre diversos clientes públicos y grandes empresas nacionales, que han llegado a denominarse «parejas de desarrollo» (ibid: 9).

Un ejemplo muy exitoso de CTE involucró como «pareja de desarrollo» a la agencia sueca de telecomunicaciones y a la empresa privada Ericsson, tanto en el diseño de centrales telefónicas como en el de parámetros para la telefonía móvil. El éxito competitivo internacional de Ericsson tuvo mucho que ver con el sendero de aprendizaje tecnológico que pudo recorrer a partir de una demanda exigente y sostenida en el tiempo. Otro «modelo», aunque bastante único, es el norteamericano, una de cuyas principales características es el peso de la demanda militar. No se trata, sin embargo, de una política de CTE centrada exclusivamente en grandes empresas. Dado el interés por contar con una diversidad importante de fuentes de aprovisionamiento, dicha política apuntó a difundir conocimiento sobre tecnologías avanzadas entre grupos de empresas, aunque no fueran líderes, así como a facilitar la entrada al mercado de nuevas compañías: tuvo así un marcado énfasis «difusivo». Un tercer «modelo» viene de Japón, donde la CTE juega un papel bastante diferente de los dos anteriores. En efecto, no se trata tanto de que el Estado sea el «comprador tecnológico», sino de que éste promueva la compra tecnológica entre empresas nacionales: la política de CTE jugó un papel «macro-empresarial» promoviendo la organización de grupos de empresas especializados en la producción de determinadas tecnologías y fomentando su utilización por parte de empresas usuarias. Así, por comparación con el CTE del tipo «pares de desarrollo», el japonés podría denominarse un modelo en red.

La CTE, entendida como política tecnológica o de innovación, actúa «del lado de la demanda». Esta demanda se expresa básicamente a través de dos modalidades: por una parte, apunta a la creación de nuevos productos, procesos o sistemas; por otra, a la difusión o absorción de tecnologías nuevas a nivel nacional, aunque no fueran nuevas «bajo el sol». Este segundo tipo de CTE se dirige sobre todo a la adaptación a las condiciones locales de productos y servicios que ya han sido probados en otras partes. A su vez, el Estado puede, en tanto que demandante, ser el usuario final de lo que compra, o bien

actuar como catalizador de desarrollos que serán utilizados por otros actores de la sociedad. El primer caso, «clásico» entre las políticas de CTE, se da cuando la demanda se orienta a productos que van a ser utilizados por empresas o servicios públicos, como, por ejemplo, energía, telecomunicaciones o control ambiental. En el segundo caso, los usuarios finales serán actores diversos, no necesariamente públicos, aunque detrás de la demanda que cataliza los nuevos desarrollos exista un objetivo de bien público fijado por agencias gubernamentales. En casos como éste la política actúa especificando los parámetros tecnológicos que se deben cumplir y asegurando la compra de un número atractivo de «unidades», para estimular el interés por producirlas.

Michael Porter, quien entiende que las políticas de CTE están entre las más importantes que pueden diseñar los gobiernos en apoyo a la competitividad de sus naciones, identifica situaciones en que el Estado actúa a la vez como catalizador de la innovación y como promotor de su difusión, amén de perseguir un fin de tipo social:

En ocasiones la demanda intensa o temprana es una consecuencia del compromiso del país con los programas sociales. En Suecia, por ejemplo, se concede una inusitada prioridad a la igualdad de oportunidades para personas impedidas. El avanzado nivel de apoyo a los impedidos ha generado un activo sector de suministro de productos para personas minusválidas. En Dinamarca, una temprana decisión del gobierno de sufragar los audífonos a las personas que los necesitasen ha sido una de las razones importantes del éxito de las empresas danesas de ese sector (Porter, 1991: 807).

No todo son rosas con las políticas de CTE. Pueden dar fácilmente lugar a «protección frívola», a corrupción, al desvío de recursos importantes en direcciones tecnológicas obsoletas o equivocadas. Por otra parte, para estar a la vez bien diseñadas e implementadas, esas políticas requieren una serie de capacidades en la esfera pública que no son fáciles de reunir. Sin desmedro de todo ello, existen situaciones en las que el concurso de ese tipo de políticas resulta muy importante, sobre todo en el marco de estructuras productivas de escaso desarrollo tecnológico. En esos casos la demanda ejercida sobre los actores del SNI será endémicamente baja, lo que conlleva consecuencias evidentes: los resultados de investigación potencialmente útiles no tendrán usuarios; los profesionales tendrán capacidad intelectual ociosa allí donde estén empleados; las pequeñas empresas de base tecnológica —caldo de cultivo por excelencia del dinamismo innovador— no tendrán en el mercado interno el terreno de entrenamiento que necesitan para salir luego al mundo.

En condiciones semejantes, que son las que suelen encontrarse en cualquier país subdesarrollado, la presencia de un demandante tecnológicamente exigente y que asegura un volumen atractivo de colocación para la producción de que se trate, cumpliría un papel fundamental como catalizador y movilizador de capacidades endógenas; este papel ha sido reconocido de forma explícita también en el caso de pequeños países muy industrializados (Gregersen, 1988).

Las demandas derivadas de la CTE pueden ser tan novedosas como para exigir una intensa producción de conocimiento —por ejemplo en el área biomédica o de nuevas

energías—, fomentando relaciones entre empresas y centros de investigación. Pueden también, si actúan como difusoras o se dirigen a usuarios finales socialmente distribuidos, catalizar interacciones múltiples entre los diversos actores que participan en el proceso de innovación. El desarrollo de *software* educativo para uso de escuelas públicas es un ejemplo de ese tipo. En cualquier caso, las políticas exitosas de CTE fortalecerán las capacidades nacionales de innovación a través de todas las cadenas de interacciones, y pueden incluso diseñarse con el fin específico de que ello ocurra. Se trata, pues, de una familia de políticas públicas que «fortalecen el sistema».

Las relaciones universidad-sectores productivos-gobierno

Las relaciones entre universidades o sistema científico técnico en general, sectores productivos y gobierno, han sido consideradas como parte fundamental del entramado institucional de los SNI, mucho antes incluso de que el término fuera acuñado.

Un texto latinoamericano clásico, que data de finales de los años 1960, da cuenta de lo dicho:

Enfocada como un proceso político consciente, la acción de insertar la ciencia y la tecnología en la trama misma del desarrollo significa saber dónde y cómo innovar. La experiencia histórica demuestra que este proceso político constituye el resultado de la acción múltiple y coordinada de tres elementos fundamentales en el desarrollo de las sociedades contemporáneas: el gobierno, la estructura productiva y la infraestructura científico-tecnológica. Podemos imaginar que entre estos tres elementos se establece un sistema de relaciones que se representaría por la figura geométrica de un triángulo, en donde cada uno de ellos ocuparía el vértice respectivo (Sabato y Botana, 1975: 146, publicado por primera vez en 1968).

De esta metáfora, bien conocida en América Latina como el «triángulo de Sabato», se enfatiza especialmente su aspecto relacional:

...cada vértice constituye un centro de convergencia de múltiples instituciones, unidades de decisión y de producción, actividades, etc., por lo cual estaríamos en condiciones de afirmar que las relaciones que configuran el triángulo tienen también múltiples dimensiones... (ibid: 147).

Estas relaciones son de tres tipos: las que se establecen dentro de cada vértice, las que se establecen entre los vértices, es decir, los lados, y las que se establecen entre el triángulo constituido o entre cada uno de sus vértices con el entorno externo. El triángulo y la definición de las relaciones que lo configuran es muy flexible, permitiendo pensar la cuestión a nivel nacional, regional y también sectorial: todo depende del contenido de los vértices y de lo que se tome como entorno externo.

El tipo de relaciones establecidas en el «triángulo de Sabato» ha sido en las últimas décadas objeto de una intensa reflexión internacional y también campo de implementación de políticas. Las razones de fondo tienen que ver con un conjunto de transformaciones en las formas de producción, difusión y utilización del conocimiento y, también, en las universidades (analizadas en 4.2 y 4.3), que alteraron formas anteriores de relación. Por otra parte, dado que es cada vez más cierto que «las tecnologías de punta dependen de los descubrimientos de ayer» (Novozhilov, 1991: 470), los resultados de investigación adquieren mayor valor inmediato para la producción, lo que impulsa a los centros académicos a obtener retornos económicos a partir de ellos, tanto a nivel institucional como para sus investigadores. Los cambios institucionales en las universidades las hacen más atractivas a la inversión por parte de empresas, lo que presenta para éstas la ventaja de poner al servicio de sus problemas grupos humanos y equipamientos mucho más amplios que los que disponen internamente.

Todo lo anotado conduce a un robustecimiento de los lados del «triángulo de Sabato», que podría calificarse de «natural» en la medida en que deriva de la evolución, relativamente lenta, de las actitudes y funciones de cada uno de los actores en relación con los demás. Por otra parte, las interacciones universidad-producción-gobierno han sido objeto de instituciones específicamente diseñadas para fomentarlas, entre otras cosas porque, por lo general, se considera que las empresas implicadas en la vinculación constituyen un porcentaje demasiado pequeño del total, juicio que en algunos países alcanza también a las universidades (Sebastián, 2000). En el caso norteamericano, por ejemplo, se encuentran los Centros de Investigación Universidad-Industria, con financiamiento mixto gubernamental y empresarial, que superaban el millar a comienzos de los años 1990. Se trata de un modelo considerado exitoso, que logró amplio financiamiento y en el que se integraron más de 200 universidades. Parte de dichos centros orientaba sus actividades a la transferencia directa de tecnología, aunque la mayoría apuntaba a permitirle a la industria un acceso temprano a los desarrollos tecnológicos más nuevos. A pesar de constituirse en marcos universitarios, muchos de estos centros incorporaron normas ajenas a las prácticas académicas tradicionales: en el 35% de ellos las empresas financiadoras tenían derecho a borrar información contenida en los informes de investigación que recibían; en el 52,7% podían exigir la postergación de la publicación de resultados y en el 31,4% podían hacer ambas cosas (Brooks, 1993: 219).

En Australia, por su parte, a comienzos de los años 1990 el gobierno implementó los Centros de Investigación Cooperativa involucrando a las empresas y universidades más activas en I+D y a las principales agencias públicas de fomento de la investigación. Su número ha crecido de forma sostenida y constituyen un vehículo mayor de interacción universidad-industria con financiamiento gubernamental (Turpin y Garret-Jones, 1997).

En los dos casos mencionados los centros universidad-industria cumplen una importante función docente, tanto a través de la participación en los proyectos allí realizados de estudiantes de grado y, sobre todo, de posgrado, como por la experiencia interdisciplinaria que trabajando en dichos centros adquieren los docentes universita-

rios. Si bien importante, el centro universidad-empresa con financiamiento público está lejos de ser el único modelo a través del cual se articula el triángulo. En Francia, por ejemplo, la Agencia Para la Valorización de Resultados de Investigación, mejor conocida como Agencia para la Innovación, utiliza fondos públicos para apoyar la formación de nuevas empresas de base tecnológica a partir de resultados de investigación académica.

Más alineadas con la perspectiva de los sistemas regionales y sectoriales de innovación se encuentran las políticas públicas dirigidas a que determinadas regiones se transformen en polos de desarrollo de tecnologías de punta a través de la creación de centros de investigación articulados con universidades y con vocación prioritaria por la interacción con la industria. En el caso de las biotecnologías se encuentran esfuerzos de este tipo en Estados Unidos, Francia y Alemania (Burrill y Roberts, 1992).

Cualquiera que sea su forma, las políticas que vinculan universidad, producción y gobierno colaboran a incrementar la densidad del entramado institucional de apoyo a la innovación: corresponde entonces visualizarlas como políticas públicas que «fortalecen el sistema».

Es interesante notar que de los tres vértices del «triángulo de Sabato», el que más transformaciones institucionales ha procesado internamente para robustecer sus relaciones con los otros dos es el universitario: oficinas de patentes universitarias, centros de vinculación universidad-empresa, personal especializado en vinculación, cambios en las prácticas académicas, son todas cosas hoy bastante corrientes en casi cualquier universidad del mundo, aunque, como ya lo comentamos, hace veinticinco años hubieran sido una curiosidad, a la que buena parte de las universidades probablemente no miraría con buenos ojos.

Más allá de los cambios institucionales, de las universidades se dice que están procesando una segunda revolución académica, al incorporar una nueva misión asociada al crecimiento económico (Etzkowitz, 1990), adquiriendo un «tercer papel», industrial o comercial (Fassin, 1991), enfrentando el cambio de su «contrato tácito» con el Estado (Brunner, 1990). Se trata de un verdadero «cambio de piel» y las tensiones con él asociadas se observan en todas partes. Lo cierto es que el vértice universitario se encuentra en medio de una transición mayor y no se vislumbra aún claramente cómo será la próxima configuración estable.

En el subdesarrollo es también el vértice universitario el que presenta mayores transformaciones. En todas partes florecen oficinas de vinculación con el sector productivo, se cambian normativas para permitir a los profesores universitarios combinar su trabajo académico con la prestación de servicios a empresas, se estimula la creación de modalidades que faciliten la transferencia de resultados de investigación a la producción. No puede decirse, sin embargo, que se haya logrado establecer entramados institucionales como los que describe el triángulo de Sabato. Esto ocurre fundamentalmente por el débil involucramiento de los actores en los otros dos vértices en lo que tiene que ver con la producción y utilización de conocimiento: la importancia atribuida a estos factores tanto en la órbita pública como en la privada se ve bien reflejada en los bajísimos niveles de inversión en I+D, no sólo en términos absolutos sino en proporción a la

riqueza generada a nivel nacional. Detrás de esta realidad se encuentra el meollo del problema, a saber, el escaso papel atribuido en los hechos a las capacidades endógenas de producción de conocimiento en los procesos de desarrollo. En estas condiciones, las acciones emprendidas para vincular universidad, producción y gobierno, aun las que presentan diseños similares a los que tuvieron éxito en otras partes, encuentran severas dificultades para «fortalecer el sistema».

5.6. El enfoque constructivo en el estudio de los sistemas de innovación

Para analizar una determinada realidad, así como para comparar trayectorias históricas distintas, la teoría de los Sistemas Nacionales de Innovación puede resultar muy fecunda, siempre y cuando se la maneje con modificaciones y precauciones. No se puede dar por sentado que los conceptos elaborados en el Norte tengan similar valor explicativo en otros contextos, y tampoco es evidente que los temas y las estrategias de investigación hasta ahora priorizados sean los adecuados para las realidades del subdesarrollo. Más aún, cuando se piensa en estas últimas, resulta clara la importancia de varias dimensiones a las que aquella teoría debiera atribuir más importancia que hasta ahora, incluso al estudiar la situación en los «centros».

La investigación de un ámbito dado —local, regional, nacional, supranacional o sectorial— no puede tampoco partir del supuesto de que el respectivo «sistema de innovación» exista de hecho. Semejante precaución surge naturalmente en el Sur. Dada la intensidad y las consecuencias contradictorias de los procesos de globalización, integración supranacional y afirmación regional a escala subnacional, quizás también en el Norte sea válido preguntarse a qué nivel es útil el «sistema de innovación» en tanto que unidad de análisis.

En cualquier caso, un estudio con perspectiva histórica de la innovación en un determinado contexto debe atender a ciertos temas que, por lo general, son relevantes y que, cuando «el sistema» tiene un grado apreciable de existencia, figurañ necesariamente en una descripción razonada de su funcionamiento. Esto lleva a preguntarse por los factores que en mayor medida condicionan las capacidades para la innovación. Sobre ellos corresponderá enfocar la atención en el camino hacia la caracterización de un determinado sistema de innovación nacional o regional; incluso si de sistemas sectoriales se trata, la comprensión de su dinámica exigirá identificar y analizar esos factores.

En la ya copiosa literatura sobre sistemas de innovación y, en particular, sobre SNIs, no hay demasiadas referencias a formas «normadas» de tomar en cuenta dichos factores, entendiéndose por tales el estudio de un conjunto de aspectos, separados analíticamente, cuya combinación y síntesis puede dar lugar a una caracterización mínima de cualquier SNI.

Proponemos utilizar una analogía pictórica para describir esas formas «normadas», ya que se trata de obtener un cuadro a partir de una serie de elementos constitutivos. Una escuela de pintura, desarrollada por un uruguayo que inició su labor artística en Barcelo-

na, Joaquín Torres García, proponía exactamente ese enfoque: dicha escuela se denomina «constructivismo». Los cuadros de Torres García aparecen como combinaciones diversas de un conjunto de elementos constructivos, que incluyen soles, peces, casas, figuras geométricas puras, y que dan como resultado visual un conglomerado con sentido unitario.

Con inspiración en esta escuela artística, se propone caracterizar los sistemas de innovación mediante un «enfoque constructivo», es decir, a partir de elementos o módulos que permitan obtener, una vez combinados, un cuadro de situación. En esta perspectiva, dada una nación o región, la investigación procederá, sucesivamente, a: (i) seleccionar los «módulos» con mayor incidencia en la determinación de las capacidades innovativas; (ii) analizar cada uno de ellos por separado; (iii) por último, a partir de lo averiguado, estudiar sus interacciones para construir un cuadro de conjunto del sistema de innovación considerado.

Este enfoque fue utilizado para estudiar el Sistema Nacional de Innovación del Uruguay; en ese caso se seleccionaron los ocho «módulos» siguientes, que, como veremos, se relacionan de forma directa con los elegidos por otros investigadores para analizar otras realidades:

- (1) La dinámica socioeconómica general del país.
- (2) Las tendencias dominantes en la demanda y el uso de ciencia y tecnología.
- (3) La generación de conocimientos y la formación de gente con capacidad de usarlos.
- (4) Las políticas públicas y el entramado institucional de apoyo a la innovación y la difusión.
- (5) La relación academia-gobierno-producción.
- (6) Las actitudes colectivas ante la investigación y la innovación.
- (7) Las empresas intensivas en conocimiento y los circuitos innovativos.
- (8) El papel asignado a la innovación en las estrategias competitivas sectoriales.

Llamamos «circuitos innovativos» a los encuentros concretos, a escala microsocial, de actores que necesitan conocimientos especializados para resolver un problema con otros actores capaces de proveer dichos conocimientos, en condiciones tales que surge «algo nuevo».

Recapitulando, la conjunción del enfoque de los sistemas de innovación y del constructivismo pictórico sugiere «desagregar» dicho concepto en «módulos», cada uno de los cuales puede ser estudiado de manera relativamente independiente en una primera etapa, para luego «construir» un cuadro de conjunto, en el que se resalten en particular los vínculos «sistémicos» o su ausencia. Por otro lado, de esa manera se pueden abordar comparaciones «módulo a módulo», entre diversas regiones o naciones, sin que ello requiera la hipótesis *a priori* de que en cada una de ellas exista un sistema de innovación relativamente integrado. Incluso cuando esa hipótesis está justificada, en ciertos estudios comparativos la presentación de cada sistema de innovación alude a elementos dispares, con lo que la comparación resulta menos instructiva de lo que podría ser si ciertos «módulos» fueran analizados en todos los casos.

Nada de lo anterior puede ser interpretado en el sentido de que los «módulos» a escoger deban ser necesariamente iguales en todos los casos. La selección dependerá de

los objetivos del estudio en concreto —en particular, si tiene o no un propósito comparativo— y, en cualquier caso, será controvertible.

Vale la pena recordar que, para su investigación comparativa de doce países muy industrializados, Amable, Barré y Boyer (1997: 129-130) describieron los sistemas de innovación como un conjunto de seis «subsistemas», denotados mediante letras de la A a la F y compuestos cada uno por varios parámetros; asimismo tomaron en cuenta un séptimo conjunto de parámetros, denotado por la letra G; dichos conjuntos son los siguientes:

- A) Actividades científicas de tipo académico.
- B) La I+D industrial, la tecnología y la innovación.
- C) La estructura económica e industrial.
- D) Los recursos humanos.
- E) La formación y la enseñanza.
- F) El subsistema financiero.
- G) Las características de los desempeños sociales y económicos globales.

Con tal marco, los autores mencionados ofrecen una descripción de los SNIs que se apoya en una amplia información cuantitativa y luego construyen una tipología muy interesante.

El estudio uruguayo, para el que se escogieron los ocho «módulos» citados antes, tenía por supuesto posibilidades y aspiraciones mucho más modestas. Sin desmedro de ello, una comparación primaria muestra que presentan varios puntos en común:

(i) Los parámetros que componen el «conjunto» G (Amable, Barré y Boyer, 1997: 138-140) ofrecen una información sustantiva para el estudio del bastante similar «módulo» (1), la dinámica socioeconómica general del país, relacionado también de manera estrecha con el «subsistema» C.

(ii) La caracterización del «módulo» (2) —tendencias dominantes en la demanda y el uso de ciencia y tecnología— puede apoyarse considerablemente en los parámetros que componen los «subsistemas» B y C.

(iii) Los «subsistemas» A, B, D y E posibilitan la consideración «desagregada» del «módulo» (3), la generación de conocimientos y la formación de gente con capacidad de usarlos.

(iv) La descripción de los «módulos» (4) —las políticas públicas y el entramado institucional de apoyo a la innovación y la difusión— y (5) —la relación entre academia, gobierno y producción— se beneficiaría mucho del estudio de casi todos los conjuntos de parámetros que consideran los autores citados.

(v) El «subsistema» financiero constituye un factor relevante en todos los SNIs dotados de cierto vigor, cuya consideración no fue priorizada en el caso del Uruguay, pues su papel en los procesos de innovación es casi nulo.

(vi) Como intentaremos mostrar más adelante, los «módulos» (6) —las actitudes colectivas ante la investigación y la innovación— y (7) —las empresas intensivas en

conocimiento y los circuitos innovativos— tienen real importancia para el estudio de cualquier sistema de innovación y, al menos en el Sur, también la tiene el «módulo» (8), el papel asignado a la innovación en las estrategias competitivas sectoriales.

Sería seguramente fértil llevar a cabo estudios comparativos de la problemática de la innovación en distintas regiones o naciones del Norte y del Sur, definiendo al comienzo ciertos «módulos» que debieran ser considerados en todos los estudios, cada uno de los cuales podría, por supuesto, analizar además otros aspectos que entienda específicamente relevantes. Con los resultados de los estudios «modulares» se podría luego tanto efectuar comparaciones entre regiones como «construir» un cuadro de cada situación o sistema de innovación.

La importancia asignada tanto a las comparaciones en general como a los estudios concretos y a la conceptualización de ciertos temas, muy en especial aquellos que intentan calibrar las capacidades endógenas para la solución de problemas, caracterizan a un enfoque de la investigación entendida ante todo como exploración de lo que la propia sociedad va creando. En este sentido, la caracterización de los sistemas de innovación a partir de un enfoque constructivo colabora a poner en evidencia las fortalezas y las debilidades sistémicas que presentan las estructuras sociales e institucionales en las que esas capacidades se expresan. Esto, a su vez, puede resultar útil para la definición de políticas «fortalecedoras del sistema» que se ajusten a cada realidad.

Recapitulación: una clave de nuestro tiempo

El ascenso de la innovación técnico-productiva la ha llevado a ser una clave de nuestro tiempo, de la que ciertos aspectos interrelacionados merecen ser subrayados. La aceleración de la innovación, que arrastra consigo la de variados aspectos de la vida, social y material, es uno de ellos. Lo nuevo abre paso a lo nuevo a una velocidad como quizás nunca antes se experimentara, y no pocas veces se tiene la sensación de no poder seguir el ritmo, desde lo cultural, lo institucional y lo político, de las transformaciones originadas por la innovación. A su vez, ésta se cuenta entre los factores que mayor incidencia tienen en el dinamismo económico de naciones y regiones, lo que plantea exigencias muy fuertes. Para ser competitivo en la «era de la innovación» se hace imprescindible consolidar capacidades adaptativas para enfrentar y buscar, de forma permanente, cambios en múltiples esferas de actividad, desde la propiamente productiva hasta la educativa y la institucional. En las sociedades donde esto recibe la atención que merece, se ha llegado a entender la innovación como una cuestión sistémica y, por ello, necesitada de articulaciones varias: políticas públicas y también organizaciones sociales y actores colectivos de nuevo cuño atienden a que éstas sean bastante densas como para llevar «oxígeno innovativo» a todos los rincones. Vastas regiones del planeta están fuera de esta lógica: las exigencias de la innovación, tal como hoy están planteadas, las empujan aún más a la marginación, pues no tienen las capacidades suficientes para manejarse en

el nuevo escenario ni las políticas necesarias para crearlas o fortalecerlas. Así, la innovación presenta varias caras, según quien y desde donde la mire; lo cierto es que, por diferentes que sean sus perspectivas, nadie deja de estar afectado por las tormentas que ella inicia.

Las transformaciones inducidas o aceleradas por el ascenso de la innovación se expresan en muy variados ámbitos. Uno de ellos es el de la producción de conocimientos, cuyas «reglas del juego» se han visto trastocadas por el impacto económico mucho más directo de sus resultados y por la asociación cada vez más estrecha de éstos con la innovación. Una de las consecuencias mayores de las transformaciones en este ámbito es la tendencia hacia la privatización del conocimiento, que hace de los académicos y de los lugares donde estos suelen trabajar, las universidades, «especies» diferentes de lo que eran hace no tanto tiempo. Otra consecuencia es la ampliación de los espacios donde se manifiestan preocupaciones por lo que se investiga, cómo se realiza la investigación, qué desarrollos potenciales se abren a partir de lo investigado, qué impactos tienen y para quién; la cuestión del conocimiento pasa a ser un problema que desborda a sus productores y es retomado como propio por diversos actores sociales. En algún sentido, el ascenso de la innovación ha traído consigo una percepción de «futuro abierto»: ¿qué podrá hacerse mañana a partir de las biotecnologías, de la ingeniería genética, de la continua extensión y abaratamiento de las herramientas de información y comunicación? Esperanza y temor acompañan a estas preguntas: el punto a remarcar es que cada vez más gente se las hace y, en algunas partes, crece también el número de quienes reconocen que pueden incidir en las respuestas que se les vayan dando.

Nada de esto ocurre suavemente, sin conflictos. La innovación es, hoy como ayer, un proceso en el que se expresan intereses y se manifiestan antagonismos. Puede aventurarse, sin embargo, que el dramatismo de alguno de estos aspectos se ha hecho muy fuerte. Tanto han crecido las oportunidades de resolver viejos problemas y, también, de reconocer como tales situaciones para las que hasta hace no mucho era inimaginable encontrar alguna solución, que es razonable suponer que se han multiplicado los intereses vinculados con la búsqueda de lo nuevo, así como los ámbitos de conflicto derivados de posiciones divergentes e incluso antagónicas respecto de dicha búsqueda. El ascenso de la innovación replantea el viejo desafío de cómo se enfrentan y resuelven los conflictos, pero en un abanico mucho más amplio de situaciones, algunas de las cuales, como por ejemplo los riesgos que comprometen a las generaciones futuras o los dilemas asociados a la manipulación de la vida, tienen carácter realmente inédito.

En el mundo del subdesarrollo, los caminos «sobre-impuestos» de transformación tecnológica, con su secuela de procesos trunco de difusión, dificultaron en el pasado tanto la resolución de problemas con capacidades endógenas como el aprovechamiento de las nuevas oportunidades abiertas por el cambio técnico. En el futuro, la tentación de seguir esos caminos será probablemente muy grande, puesto que las promesas de la innovación «importada» no harán sino crecer y las dificultades para generar y fortalecer capacidades así como para abrir oportunidades de innovar «con cabeza propia» no serán menores. Vale señalar, sin embargo, que no es destino ineluctable que el subde-

sarrollo tenga que conformarse con las migajas del banquete de la innovación, sin aprovechar de él lo que tiene de más sustancioso, que es la explosión de los grados de libertad para la solución de problemas. La innovación es un proceso distribuido, donde muchos actores pueden participar; donde todos los saberes cuentan, articulados en circuitos innovativos que aparecen todo el tiempo en los lugares más variados; donde el diálogo entre usuarios y productores de soluciones florece, dando lugar a procesos de aprendizaje que prometen más innovación y quizás, también, más armonía. Por mucho tiempo pareció que para el subdesarrollo las alternativas frente a lo nuevo eran la imitación o la marginación, y no un panorama rico y variado como el recién descrito. Nunca tuvo por qué ser así, aunque lo fuera, ni tiene por qué serlo en el futuro. El ascenso de la innovación puede abrir nuevas perspectivas para el desarrollo a través de mayores espacios para el ejercicio de la creatividad, tanto técnico-productiva como social, aunque no de cualquier manera. Ofrecer elementos para pensar esta cuestión es el objetivo de la segunda parte de este libro.

SEGUNDA PARTE

Divisorias nuevas y viejas

En la primera parte se intentó ofrecer un panorama, a un tiempo global y sintético, de los procesos sociales de innovación técnico-productiva. En la segunda parte, el tema central lo constituyen las relaciones entre innovación y subdesarrollo.

Se busca comprender algo de los procesos mediante los que la ciencia y la tecnología inciden, de forma más intensa y en gran medida también diferente del pasado, en las relaciones de desigualdad entre regiones y grupos sociales.

Con tal propósito, en el capítulo que sigue se discute el significado que cabe atribuir a la afirmación de que estamos viviendo una mutación de alcance histórico, en la que emerge una sociedad de nuevo tipo, caracterizada, según enfoques diferentes, por la centralidad de la información o del conocimiento. Con ese marco de referencia, se recapitula a continuación la evolución histórica de la problemática del subdesarrollo. Para contribuir a caracterizar la configuración contemporánea de esa problemática, se compara luego los papeles que la ciencia y la tecnología desempeñan de hecho en los entramados sociales de los países llamados desarrollados y subdesarrollados. Por semejante camino, se llega a poner de manifiesto la gravitación profunda de los procesos diferenciales de aprendizaje en las divisorias entre los seres humanos, en lo que hace a su calidad de vida, las libertades a las que pueden aspirar, las posibilidades de contribuir a la felicidad individual y colectiva. Cuando se detectan tendencias a la ampliación de la desigualdad, ligadas directamente al papel contemporáneo de la ciencia y la tecnología, la democratización del conocimiento aparece como problema central, para enfrentar esas tendencias y para contribuir a la expansión de las libertades. Tras elaborar esa perspectiva, en el capítulo final de esta segunda parte se discuten algunas facetas y posibilidades del desarrollo en nuestro tiempo.

En la conclusión del libro, a modo de recapitulación general, se esboza un punto de vista sobre las complejas relaciones entre innovación y equidad.

De la sociedad industrial a la sociedad del conocimiento

La historia brinda una ayuda inestimable para intentar comprender algo del presente, siempre que no se olvide su irreductible cuota de originalidad y se evite la trampa de presentarlo como una repetición del pasado. Con esta precaución a la vista, vale la pena esbozar ciertas claves interpretativas que una perspectiva a largo plazo sugiere para el examen del acontecer contemporáneo.

La transición de las sociedades de base agraria a las sociedades industriales es apreciada, desde puntos de vista muy variados, como una mutación fundamental en la evolución de la humanidad. Distintas concepciones, que incluyen valoraciones éticas contrapuestas, tienden a realzar dos aspectos interconectados y, por lo demás, evidentes del fenómeno.

En primer lugar, se destaca la emergencia de la industria en el sentido moderno de la palabra; ello tuvo lugar a través de la aceleración y transformación de ciertos procesos de cambio tecnológico y productivo, que empezaron a registrarse con notable vigor en Inglaterra durante la segunda mitad del siglo XVIII, particularmente en la manufactura textil; luego se fueron extendiendo a Europa Occidental y a Estados Unidos; en todo ese acontecer, la máquina de vapor y la expansión de la energía mecánica desempeñaron un papel protagónico. Eso es, *grosso modo*, lo que se designa como Revolución Industrial, entendida como ejemplo mayor de revolución tecnológica.

En segundo lugar, se aprecian grandes modificaciones en las condiciones de vida de gran cantidad de personas y en sus relaciones mutuas: aparecieron las fábricas, se multiplicaron las urbes manufactureras y sus actividades se convirtieron en claves de las dinámicas productivas; mucha gente se trasladó o fue arrastrada del campo a la ciudad, lo que trastocó su existencia cotidiana; dos nuevas clases, el empresariado industrial y el proletariado fabril, se convirtieron en actores relevantes; cambió la economía, la política y la ideología.

Así, a lo largo del siglo XIX y en una zona muy pequeña del planeta —pero con consecuencias destinadas a sentirse en casi todas partes— esa revolución tecnológica se entretejió con una mutación de carácter integral, que ha sido caracterizada como la transición de una sociedad de base agraria a la sociedad industrial.

Dicha mutación constituye un ejemplo de lo que Darcy Ribeiro (1983) denominaba *proceso civilizatorio*. En su concepción general, la historia de la humanidad se despliega principalmente como una sucesión de revoluciones tecnológicas, cada una de las cuales genera uno o más procesos civilizatorios. No adoptaremos su enfoque —a pesar de la brillantez de su presentación y de las penetrantes visiones que más de una vez ofrece— porque no nos parece justificado el determinismo de la sociedad por la tecnología

que en gran medida tal enfoque supone; las influencias causales entre sociedad, ciencia y tecnología son muy intrincadas pero claramente recíprocas, «de ida y vuelta», en un encadenamiento de interacciones donde, por lo general, tiene poco sentido preguntarse por la causa primera.

Desde esta última perspectiva intentamos hacer una idea de lo que está pasando en el mundo de hoy, siguiendo con no pocas precauciones algunas pistas sugeridas por lo que se conoce del ayer. La historia muestra que, en ciertos períodos —por motivos presumiblemente enraizados en la evolución sociocultural previa y en las lógicas propias de la generación de conocimientos—, tienen lugar drásticos incrementos en el equipamiento material de ciertos grupos humanos y en sus capacidades de acción sobre la naturaleza. Esos procesos históricos constituyen *revoluciones tecnológicas*, de las cuales los grandes ejemplos son la Revolución de la Agricultura y la Revolución Industrial. Ambas se ubican en los orígenes de verdaderas mutaciones en las condiciones colectivas de vida, como lo fueron la transición de las sociedades cazadoras y recolectoras a las sociedades de base agraria, y el paso de estas últimas a sociedades de tipo industrial. Cada una de esas revoluciones tecnológicas tuvo inmensa gravitación en la evolución histórica posterior, pero las *mutaciones sociales* que a partir de ellas se fueron configurando no pueden entenderse como consecuencias directas de las transformaciones técnicas precedentes; su complejidad bastante mayor incluye, en particular, su capacidad para incidir en la orientación del propio cambio técnico desencadenado por cada revolución tecnológica.

6.1. La revolución tecnológica de fines del siglo xx

La introducción de computadoras electrónicas eficientes de bajo costo constituye la más revolucionaria innovación tecnológica del siglo xx, afirmó Freeman (1982) varios años antes de que éste concluyera.

La historia de tal innovación puede remontarse hasta los esfuerzos pioneros de los siglos xvii y xviii para la creación de máquinas de calcular. Recordamos antes que, en el siglo xix, Babbage se propuso construir una «máquina analítica», cuyo proyecto ya incluía los rasgos principales de la computadora moderna, programa y memoria en particular; los componentes y las técnicas entonces disponibles no permitieron implementar lo que el diseñador concebía como una «máquina universal», de propósito general. Vale la pena subrayar que, como ya se anotó en el capítulo 1, Watt describió la máquina de vapor que patentó en 1784 no como un invento de propósito específico, sino como el agente general de la gran industria.

En el siglo xix se llegó a fabricar en serie máquinas de calcular, que realizaban sus tareas sólo como respuesta a instrucciones directas de sus operadores. En un proceso de mejoras incrementales, se fueron usando discos, palancas y, después, teclados. Babbage se había propuesto utilizar tarjetas perforadas, introducidas por Jacquard para controlar el funcionamiento del telar que construyó en 1801. Una innovación relevante fue el uso de tales tarjetas para el procesamiento mecánico de la información del censo de

1890 en Estados Unidos; a partir de entonces se desarrollaron diversas tabuladoras electromecánicas de datos y se constituyeron varias empresas en el ramo, la IBM entre ellas.

Es interesante señalar que, al tiempo que tenían lugar estos esfuerzos por perfeccionar las máquinas de cálculo desde una perspectiva mecánica, la única disponible en la época, desde otra óptica se estaba desarrollando una herramienta teórica que un siglo después mostraría toda su potencia: el álgebra de Boole —por el matemático que la «inventó»— o álgebra de la lógica o, también, lógica binaria. Se trata de un álgebra para operar un sistema numérico que sólo tiene ceros y unos; por ello, la denominación de binaria; la de álgebra de la lógica deriva de que resulta muy apropiada para representar proposiciones que sólo pueden ser falsas o verdaderas. Dos posiciones tienen también los circuitos eléctricos: encendidos o apagados, dejando pasar corriente o impidiéndolo. Las operaciones de las primeras computadoras electromecánicas del siglo xx fueron diseñadas haciendo amplio uso de esa útil herramienta matemática que, en el momento en que fue diseñada, era poco más que una curiosidad.

Se afirma que la primera implementación de la idea de «máquina universal» de Babbage, mediante una computadora que utilizaba lógica binaria y funcionaba satisfactoriamente según un programa, fue la «Z3» construida en Berlín por Konrad Zuse entre 1936 y 1941; usaba tecnología electromecánica, como la más cara y menos rápida «Mark I», construida por la Universidad de Harvard e IBM entre 1937 y 1944.

En la computación, como en tantos otros campos, la II Guerra constituyó un estímulo fundamental para el avance técnico. Freeman y Soete (1997: 171) destacan la eficiencia, que tardó mucho en ser sobrepasada, del computador «Colossus», desarrollado en Gran Bretaña para descifrar el código alemán «Enigma». Asesoró su construcción el notable matemático Alan Turing, cuyo trabajo sobre lógica y algoritmos desempeñó un papel central en la evolución de la informática. Incluía ya elementos electrónicos —del orden de 2000 tubos de vacío o válvulas— y empezó a operar en 1943. El primer computador electrónico construido en Estados Unidos —entre 1942 y 1946— fue el ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Calculator), que utilizaba 18.000 válvulas, incrementando notablemente la velocidad de cálculo. Fue diseñado en la Universidad de Pennsylvania a partir de un contrato con el Laboratorio de Investigaciones Balísticas del Ejército y fue usado en primera instancia para el cálculo de trayectorias de proyectiles.

La computadora propiamente dicha puede, a diferencia de las máquinas de cálculo, implementar cualquier algoritmo. Ello significa que es capaz de seguir cualquier conjunto o sistema lo bastante explícito y preciso de instrucciones para la realización de las operaciones que deben ser ejecutadas a fin de encontrar la respuesta a las preguntas de un tipo o clase determinada. Esto convierte a la computadora en «máquina universal» para el tratamiento de la información, mediante procedimientos de tipo algorítmico, en el sentido recién esbozado. Con el propio desarrollo de las computadoras, se fue dejando de verlas como calculadoras rápidas —«masticadores de números»— y captando su carácter de nueva «máquina universal». A medida que se expandían las aplicaciones —en la resolución de problemas numéricos, el manejo de grandes conjuntos de datos, la modelación

zación y simulación de sistemas complejos, etc.— se llegó a comprender a la computadora como «un manipulador flexible de símbolos» (Sutz, 1984: pp. 25-26).

Sin embargo, no fue rápida la captación de sus posibilidades más allá de lo militar o científico; antes de 1950, la estimación general era que no habría demanda comercial para las computadoras, aparte de la que provenía del sector estatal con fines primordialmente bélicos.

El papel del Estado fue decisivo para que el liderazgo en el desarrollo de las computadoras fuera asumido por Estados Unidos, tras sus orígenes en Alemania y Gran Bretaña. Las Fuerzas Armadas tuvieron pronto una clara idea de para qué podían servirles esas máquinas, promovieron y coordinaron la investigación científica requerida, financiaron su construcción, definieron las características técnicas a las que debían ajustarse y fueron durante bastante tiempo sus principales usuarios. La asignación sistemática de grandes sumas a ese desarrollo constituyó una verdadera política a largo plazo, que hizo posibles los prolongados, costosos e inciertos trabajos de I+D en el área; el masivo financiamiento acordado a empresas y universidades garantizó los rendimientos de las primeras, la movilización de las grandes capacidades científicas de las segundas, y la estrecha colaboración entre unas y otras.

La introducción de computadoras electrónicas inauguró una acelerada reducción de los tiempos de cálculo, con disminución de los costos operativos. Las primeras computadoras electromecánicas demoraban unos 5 segundos en hacer una multiplicación; a comienzos de la década de 1950, se podían hacer unas 2.500 multiplicaciones por segundo, y unas 375.000 a mediados de la década siguiente, mientras que entre esos dos momentos el costo de un determinado número de operaciones se redujo en más del 98% (Freeman y Soete, 1997: 159 y 171).

Se hizo así posible y rentable manejar mediante computadoras una lista de tareas siempre creciente; en particular, se pudo controlar «en tiempo real» procesos variados y a menudo muy complicados —reacciones químicas, la navegación aérea, secuencias de bombardeos, etc.—, porque llegó a ser viable realizar los cálculos involucrados a la velocidad requerida para intervenir efectivamente en el manejo de tales procesos.

Los avances en la computación han estado relacionados de forma directa con los realizados en el área de los componentes de los equipos electrónicos, donde las innovaciones han dependido mucho tanto del desarrollo experimental como de la investigación básica. A la primera de estas dos labores dedican importantes recursos todas las empresas importantes del ramo, pero comparativamente pocas hacen lo mismo respecto a la segunda opción, en la que destacaron, sobre todo, los laboratorios Bell, ejemplo notable de «fábrica de tecnología», tal como la estudian Sabato y Mackenzie (1982).

Estos laboratorios contaban ya con una importante tradición de trabajo en mecánica cuántica cuando empezaron a orientarse hacia lo que sería uno de los mayores avances en este campo, la invención del transistor en 1948, que les valiera el Premio Nobel de Física de 1956 a los tres investigadores que la lograron. Se trata de un dispositivo que sustituye con enormes ventajas a los tubos de vacío que se utilizaban antes para ampliar, corregir, detectar o cortar corrientes, generar ondas de alta frecuencia y abrir o cerrar

circuitos, todas ellas funciones claves en la operación de las computadoras electrónicas. En particular, los tubos de vacío tardaban en entrar en funcionamiento, se rompían muy a menudo y consumían mucha energía. Así, aunque otros dispositivos podían hacer lo mismo, el transistor resultaba superior.

Era sólido. No tenía ruedas dentadas, poleas ni piezas separadas que debían soldarse las unas a las otras; eran como piedras cumpliendo una función útil. Eran de muy larga duración, no tomaban prácticamente ningún tiempo en empezar a funcionar y consumían muy poca energía. Además, los físicos y los ingenieros descubrieron que podían hacerse muy pequeños, incluso microscópicos, y que se podían producir en forma muy barata en grandes cantidades (Kidder, 1981: 13).

Tales ventajas derivan de la utilización de materiales sólidos que se comportan como semiconductores respecto a la electricidad; para ello se utiliza un material de base —germanio en una primera etapa y silicio a partir de los años sesenta— en el que se introduce «impurezas» de otros materiales.

La creación y puesta a punto del transistor ofrece un notable ejemplo de la interacción entre ciencia, tecnología y producción. Convertirlo en producto comercial requirió, después de 1948, bastante tiempo adicional y más dinero del que se había invertido en la investigación básica. Su desarrollo llegaría a ser «la piedra fundamental» de la expansión de la industria electrónica japonesa; la empresa Sony compró una licencia en 1953 para usar transistores de manera restringida, luego su propia capacidad le permitió modificar el paquete adquirido y adaptarlo a la radiotelefonía, siendo una de las primeras empresas del mundo en manufacturar radios de transistores de tamaño reducido, cuya difusión produjo, al decir de Freeman, un gigantesco impacto sociocultural (1982: 91-94).

La «transistorización» de la computación, mediante la tecnología de los semiconductores, permitió una notable reducción de tamaños y costos, así como no menos notables incrementos en la velocidad del procesamiento de datos. Para ello fue fundamental la «miniaturización» de los elementos empleados, ejemplificada por la elaboración en 1958 del primer circuito integrado o «chip», que constituye un dispositivo electrónico completo, con gran cantidad de transistores y otros elementos reunidos en un pequeño bloque, cuyo material de base pasó a ser el silicio. Patentado en 1964, ese mismo año encontró su primera aplicación comercial, en la fabricación de prótesis auditivas. El chip con un impacto más espectacular fue el microprocesador, desarrollado por la empresa Intel en 1971; se trata de un circuito integrado de un nivel tal de complejidad, que puede ejecutar programas e instrucciones y realizar los controles necesarios, desempeñando así las funciones fundamentales de una computadora. Cada vez más pequeños, rápidos y «memoriosos», los microprocesadores son utilizables en las más variadas actividades: la capacidad de procesar información puede instalarse en cualquier parte mediante un objeto muy pequeño.

Durante la propia década de 1970 se avanzó deprisa hacia la construcción de una computadora que tuviera un microprocesador como unidad central, es decir, un micro-

computador. La competencia fue grande e ilustra, una vez más, la diferencia entre invención e innovación; esta última, en el caso que nos ocupa, se plasmó en 1977 en el Apple II, el primer microcomputador efectivamente comercializado. El primer PC (Personal Computer) de IBM apareció en 1981; su nombre, tan sugestivo, se convirtió en la denominación genérica de estos objetos característicos de nuestro tiempo. En 1984, el lanzamiento del Macintosh facilitó en gran medida su uso. El software especialmente adaptado a los «micros» se había empezado a desarrollar en la década anterior, en un proceso durante el cual se constituyó la empresa líder del área, Microsoft.

Se ha destacado que la electrónica jugó un papel central en la ingeniería del cálculo a través de la invención de dispositivos cada vez más pequeños, versátiles, rápidos y potentes: más operaciones sobre más números en menos tiempo y espacio. Su aporte resultó igualmente fundamental para el desarrollo acelerado de todo un conjunto de «sistemas periféricos» a la unidad central de cálculo, desde los sistemas de ingreso de datos hasta la memoria de las máquinas. Sin embargo, la electrónica es sólo una cara de la moneda en el desarrollo de una de las más importantes industrias del siglo XX. La otra mitad proviene de la vertiente «lógica», de las matemáticas y la programación, lo que ha llegado a denominarse «ciencias de la computación». Es imposible dar siquiera una idea somera de la evolución de los avances en este campo, aunque sí puede decirse que éstos son también responsables de los incrementos notables en la velocidad del procesamiento de información, así como de la complejidad creciente de las modalidades en que ésta puede manejarse en estructuras en red.

Volviendo a los orígenes, fue un matemático húngaro emigrado a Estados Unidos, John von Neumann, quien propuso en 1945 el primer diseño de computadora con «programación almacenada», es decir, donde las operaciones que debía realizar la máquina no se establecían en el nivel de la electrónica misma, cambiando cables de lugar, sino a partir de instrucciones almacenadas en algo que dicho matemático llamó «memoria»: tanto la filosofía de ese diseño como el término que propuso para el lugar donde se alojaba siguen tan vigentes hoy como hace sesenta años. La importancia del aporte de la matemática se encarna en particular en una figura emblemática que ya fuera mencionada: Alan Turing, en cuyo honor se designó una serie de conferencias cuyo dictado equivale al Nobel en ciencias de la computación. En 1999 podía leerse en la revista *Time*:

Tantas ideas y tantos avances tecnológicos convergieron en la creación de la computadora moderna que sería temerario darle a una persona el crédito de haberla inventado. Pero el hecho es que todos los que golpean un teclado, abriendo una planilla o un procesador de textos, están trabajando en la encarnación de una máquina de Turing (*Time*, marzo 29, citado en Davis, M., 2000: 193).

Se asistió pues, en las últimas décadas, a la confluencia de los avances tecnológicos en las ciencias de la computación, la electrónica y las telecomunicaciones y, en especial, a la creciente interdependencia entre ellos. Así llegó a cristalizar una constelación de innovaciones en las capacidades para generar, procesar y transmitir información, que

en conjunto constituye una transformación tecnológica tan radical en sus impactos como en sus contenidos.

La eclosión de cambios técnicos en ese terreno, que se concentró en Estados Unidos durante la década de 1970, constituyó «la primera revolución de la tecnología de la información», dice Castells (2000: 93), quien afirma asimismo:

Una vez que cobró existencia como sistema [...], sus desarrollos y aplicaciones, y, en definitiva, su contenido, resultaron moldeados de forma decisiva por el contexto histórico en el que se expandió. En efecto, en la década de 1980, el capitalismo (en concreto, las principales empresas y los gobiernos del club de países del G-7) ya habían emprendido un proceso sustancial de reestructuración económica y organizativa, en el que la nueva tecnología de la información desempeñaba un papel fundamental que la conformó decisivamente. Por ejemplo, el movimiento impulsado por las empresas hacia la desregulación y liberalización en la década de 1980 fue concluyente para la reorganización y el crecimiento de las telecomunicaciones [...]. A su vez, la disponibilidad de nuevas redes de telecomunicaciones y sistemas de información puso los cimientos para la integración global de los mercados financieros y la articulación segmentada de la producción y el comercio de todo el mundo.

La descripción que hace Castells de la dinámica primaria de «la primera revolución de la tecnología de la información» corresponde a lo que (en la sección 1.3) denominábamos «camino natural», en el que el origen de la transformación es más bien interno a la tecnología. Las «historias críticas» de la computación señalan, sin embargo, que dicha revolución se vio influida, entre otras cosas, por una demanda social —latente y difusa— hacia una mayor descentralización y autonomía de los usuarios, motivada, entre otras cosas, por la ineficiencia creciente de los gigantescos centros de cálculo que la precedieron (Manacorda, 1976).

A lo largo del proceso de innovación en las TICs (Tecnologías de la Información y la Comunicación), las conexiones entre las empresas y la investigación científica han sido variadas, pero en general muy importantes. En ellas ha desempeñado un papel relevante la «proximidad» —geográfica, pero también social y cultural— con los centros académicos, como lo muestra el ejemplo tan famoso del «Silicon Valley» en California. El mismo constituye un caso paradigmático, amén de exitoso, de «sistema local de innovación», en el sentido considerado en la sección 5.2. Los orígenes de la vitalidad innovativa de ese lugar pueden remontarse al establecimiento en 1951 de un parque industrial por la Universidad de Stanford. La conjunción de capacidades académicas y empresariales lo convirtió en foco principal de «la revolución de la tecnología de la información»; allí se constituyeron empresas de «capital de riesgo», con capacidad técnica y monetaria para seleccionar y financiar proyectos innovadores; allí se desarrollaron el circuito integrado, el microprocesador y el microcomputador. El proceso se alimentó a sí mismo, atrayendo capital y capacidades de todas partes. Un proceso similar es conocido como la Ruta 128 de Boston, pues en esa área la conjunción del MIT y varias

importantes empresas del sector dieron lugar a un sistema local de innovación muy dinámico.

Parte de este dinamismo, en un fenómeno típicamente norteamericano, se debía a la vocación empresarial de jóvenes ingenieros que dejaban sus posiciones en empresas consolidadas o en la academia, para tentar suerte por su cuenta. Naturalmente, esta opción no estaba presente al comienzo, en la época de las máquinas gigantescas, sobre todo por razones financieras. Más adelante, sin embargo, la aparición de máquinas más pequeñas y, también, la indiferencia del líder absoluto de la industria, IBM, respecto de este segmento del mercado, aceleraron la formación de nuevas empresas y el ritmo innovativo. Tanto Silicon Valley como la Ruta 128 constituyen, para las TICs, sistemas locales de innovación «silvestres», en el sentido de no ser el resultado de políticas deliberadas para constituirlos o fortalecerlos. Sus éxitos han llevado a estudiarlos con atención, y en ellos se han inspirado políticas, en otras partes y atendiendo también a otras tecnologías, orientadas a proveer «artificialmente» algunas de las sinergias que los caracterizan.

Internet llegó a ser, durante los años 1990, una de las manifestaciones más espectaculares de la revolución tecnológica de las TICs. Se desarrolló durante las tres décadas finales del siglo pasado, a partir de una iniciativa del Departamento de Defensa de Estados Unidos, que apuntaba a montar un sistema de comunicaciones invulnerable ante la eventual destrucción de sus centros; en 1969 empezó a operar la primera red, Arpanet, que vinculaba a centros científicos que cooperaban con dicho Departamento. Como en los orígenes de la computación, los grandes avances tecnológicos fueron generados en universidades e instituciones gubernamentales. A comienzos de los años 1970, la empresa gigante de las telecomunicaciones ATT rechazó la oferta de que se le traspasara la operación de Arpanet. Durante los años 1980 surgieron otras redes y se estructuró Internet como «red de redes», que en 1995 pasó a tener carácter plenamente privado. Durante ese proceso, aparecieron inventos notables y alcanzaron niveles masivos algunas actividades imprevistas para quienes lo pusieron en marcha. El correo electrónico, los «chats» o conversaciones generalizadas, la organización de los «sitios» y la introducción de los «navegadores» modificaron las costumbres de mucha gente y el funcionamiento de casi todas las organizaciones. Los usuarios de Internet eran menos de 20 millones en 1996 y unos 300 en el último año del siglo (Castells, 2001: 36-37, 78, 80-83).

La última «revolución tecnológica» constituye un ejemplo elocuente de algo considerado en la primera parte de este libro: las influencias que ejercen, en la orientación de la innovación, los impulsos desde el Estado y las demandas del mercado, algunos intereses específicos y las pautas culturales.

Al respecto dice Castells (2000: 102-103, cursivas en el original):

El Estado, no el empresario innovador en su garaje, tanto en Estados Unidos como en el resto del mundo, fue el iniciador de la revolución de la tecnología de la información. Sin embargo, sin estos empresarios innovadores, como los que estuvieron en el origen de Silicon Valley o de los ordenadores clónicos de Taiwán, la revolución de la tecnología de la

información habría tenido características muy diferentes y no es probable que hubiera evolucionado hacia el tipo de herramientas tecnológicas descentralizadas y flexibles que se están difundiendo en todos los ámbitos de la actividad humana. En efecto, desde los comienzos de la década de 1970, la innovación tecnológica se ha dirigido esencialmente al mercado; y los innovadores, aunque aún suelen ser empleados de las principales compañías, sobre todo en Japón y Europa, continúan estableciendo sus propias empresas en Estados Unidos y, cada vez más, a lo largo del mundo. Ello provoca la aceleración de la innovación tecnológica y la difusión más rápida de esa innovación, ya que las mentes creadoras, llevadas por la pasión y la codicia, escudriñan constantemente la industria en busca de nichos de mercado en productos y procesos. *En efecto, es por esta interfaz de programas de macroinvestigación y grandes mercados desarrollados por el Estado, por una parte, y la innovación descentralizada estimulada por una cultura de creatividad tecnológica y modelos de rápido éxito personal, por la otra, por lo que las nuevas tecnologías de la información llegaron a florecer.* Al hacerlo, agruparon a su alrededor redes de empresas, organizaciones e instituciones para formar un nuevo paradigma sociotécnico.

Habiendo recapitulado, en forma harto sumaria e incompleta, algunos aspectos centrales de la revolución tecnológica de la información, intentaremos ubicarla en una perspectiva de más largo plazo.

6.2. Buscando ayuda en la historia comparada

¿Qué implica y qué posibilita la irrupción de las TICs? En esta sección buscaremos una respuesta parcial a partir de la comparación con otras revoluciones tecnológicas.

Esas «nuevas tecnologías» han tenido ya un impacto por lo menos tan grande como el que tuvieron, a partir de la segunda mitad del siglo XIX, las por entonces «nuevas tecnologías» de la electricidad, la química orgánica y la producción a bajo costo de acero. Estas últimas impulsaron el ciclo de crecimiento productivo conocido como la Segunda Revolución Industrial, al que se asocian grandes cambios económicos, sociales y geopolíticos, como la multiplicación de las grandes fábricas que empleaban a contingentes obreros masivos, la fragmentación y mecanización «tayloristas» del trabajo manufacturero y su posterior organización «fordista», el poder creciente de los oligopolios industriales o el afianzamiento del dominio mundial de Occidente.

Uno de los aspectos «revolucionarios» de ese segundo ciclo de la industrialización fue la transformación en las modalidades predominantes de la innovación técnico-productiva, que llegó a basarse de manera mucho más directa en la investigación. Paralelamente, ambas actividades experimentaron un proceso de sistematización, institucionalización y profesionalización. Ello tuvo lugar, en particular, a través de la emergencia y difusión de los laboratorios empresariales de investigación y desarrollo y de las «universidades de investigación». Sabato y Mackenzie (1982) ven la Segunda Revolución Industrial como el tránsito de la «producción artesanal» a la «producción fabril» de tecnología; también

ha sido caracterizada como «el matrimonio de la ciencia y la tecnología». De estas cuestiones ya nos hemos ocupado con algún detalle en el capítulo 4; aquí nos limitamos a recordar ciertos aspectos de importancia para la comparación que estamos esbozando.

Como vástago aventajado del mencionado «matrimonio», surgió la industria electrónica y se imbricó con el procesamiento y la transmisión de la información, revolucionando las comunicaciones. Los impactos de las TICs en la producción y más allá llevaron a considerarlas como las desencadenantes de una Tercera Revolución Industrial. Desde esta perspectiva, se han subrayado las alteraciones en el mundo del trabajo y la producción, donde la organización de tipo «fordista», las jerarquías piramidales y las ventajas de escala pierden pie ante la automatización flexible, las estructuras empresariales más afines a las redes y las ventajas «de variedad». Al mismo tiempo se destaca, en los países técnicamente más avanzados, la disminución del número de trabajadores de «cuello azul» —el proletariado industrial clásico— y la expansión de quienes se dedican a la manipulación y transmisión de símbolos. También se registran vínculos fuertes entre las capacidades diferenciales para manejar las nuevas claves de la innovación tecnológica y algunos grandes cambios geopolíticos, como el retraso productivo del sistema soviético que antecedió a su derrumbe, el avance económico de parte del Asia Oriental o las variaciones nacionales en materia de poder de fuego.

En los fenómenos mencionados, es seguramente grande la gravitación de las TICs. Su potencial de expansión a las más diversas actividades, induciendo tanto novedades y diversificaciones como ciertas similitudes o «convergencias», tiene una envergadura comparable a lo que fue el proceso de «maquinización» durante la (Primera) Revolución Industrial. Nos referimos a la conversión de gran parte de la producción artesanal, a domicilio o manufacturera, en producción fabril, organizada en torno a máquinas y a fuentes centrales de energía, y también a la adaptación de la máquina de vapor y de otras técnicas para la transformación del transporte y de la guerra, en el mar como en la tierra.

Ahora bien, el proceso conocido como Revolución Industrial fue —ya lo subrayamos— tanto una revolución tecnológica de gran alcance como el comienzo del tránsito de las sociedades agrarias a las sociedades de tipo industrial. Se ha dado en llamar de la misma manera a la revolución y a la sociedad que emergió de ella. Aunque ello pueda ser correcto, no tiene por qué serlo también en el caso que nos ocupa. Más específicamente: elementos como los anotados antes en esta misma sección, y muchos otros, ofrecen sólido sustento a la tesis de que en las décadas finales del siglo XX comenzó la Revolución de la Información. Pero de ello no se desprende que estemos viviendo el tránsito a la sociedad de la información.

Buscamos inspiración en la historia comparada. «Todo comenzó con el vapor», dice Cipolla (1978), refiriéndose a la Revolución Industrial; en una sintonía similar, Bernal (1979) hablaba de la «Revolución de la Energía». Ambos querían destacar un enorme salto cuantitativo y cualitativo en la capacidad humana para generar, manipular, transportar y usar energía.

El planteamiento de Castells (2000: 61) resulta convergente:

La tecnología de la información es a esta revolución lo que las nuevas fuentes de energía fueron a las sucesivas revoluciones industriales, de la máquina de vapor a los combustibles fósiles e incluso a la energía nuclear, ya que la generación y distribución de energía fue el elemento clave subyacente en la sociedad industrial.

Pero la sociedad industrial ha evidenciado un dinamismo económico, en gran medida autosostenido, que no sabría reducirse a su potencial energético. En otras palabras, la Revolución de la Energía fue una gran transformación tecnológica que abrió o facilitó el tránsito a una sociedad de nuevo tipo, inscribiéndose así en una mutación histórica de alcance mucho mayor. La Revolución de la Información constituye un inmenso salto cuantitativo y cualitativo en la capacidad humana para generar, procesar, almacenar, transmitir y usar información. Es también en sí misma una gran transformación que, además, abre caminos a otras, que pueden resultar tanto o más gravitantes en la configuración de las relaciones sociales.

6.3. Algunas dimensiones de la mutación en curso

La revolución tecnológica de la información ha incidido profundamente en una transformación de las interacciones entre ciencia, tecnología y sociedad que va mucho más allá de las TICs. Es el conocimiento en su conjunto el que va cobrando una incidencia cualitativamente superior y distinta, a la vez que en tiempos incluso próximos. Las grandes modificaciones no se limitan al ámbito de la información, y pueden llegar a ser más gravitantes en otros dominios, como el de las ciencias y técnicas de la vida. Se amplían las expectativas, ya largas, acerca de las contribuciones de la investigación a la calidad de vida; paralelamente, surgen peligros y temores nuevos, lo que constituye uno de los aspectos más relevantes de las relaciones contemporáneas entre ciencia, tecnología y sociedad. A continuación elaboramos las afirmaciones precedentes; luego centraremos la atención en las dinámicas socioeconómicas vinculadas al conocimiento.

Biología e innovación

La irrupción de las ciencias de la vida, como gran impulsor de la innovación técnico-económica, constituye una suerte de «revolución en la revolución» al interior de la nueva aceleración del cambio tecnológico que se empezó a vivir en las décadas finales del siglo XX.

Después de 1950, el famoso modelo de la «doble hélice» para describir la estructura del ADN y el desciframiento del código genético permitieron comprender cuál es la base material del «programa» cuyas «instrucciones» condicionan el desarrollo de cada ser vivo. A la vuelta de dos décadas, el avance del conocimiento permitía ya intervenir en los genes, donde esa información está contenida, para modificarla. Se abrieron así

vías para incidir profundamente en los procesos y enfermedades que afectan a los seres vivos, y también para alterar sus desempeños y capacidades. Entramos en los tiempos de la ingeniería genética.

Los avances en la biología molecular y celular sustentan el desarrollo de las «nuevas biotecnologías», a través de las que se modifican organismos para fines diversos; en particular, se utilizan microorganismos para generar una gama creciente de bienes y servicios. Las aplicaciones más relevantes tienen que ver con la salud y la producción agrícola, pero también son significativas en otras áreas, como la generación de energía o el manejo de residuos.

La expansión de las ciencias y las tecnologías de la vida supone una transformación profunda en la naturaleza misma del conocimiento, en sus implicaciones actuales y potenciales, y en su valoración por la sociedad.

Semejante transformación no puede ser considerada sólo como un capítulo en la expansión de las capacidades para manipular información. Por cierto, se están desplegando fecundos encuentros entre investigadores de distintas especialidades que se ocupan de problemas de comunicación e información, como biólogos del cerebro e ingenieros electrónicos, genetistas o informáticos; pero se trata de diálogos interdisciplinarios, no de la absorción por un enfoque de todos los otros.

También es evidente que los recursos computacionales están desempeñando un papel fundamental en la investigación biológica; un ejemplo muy destacado de ello es la contribución capital de las capacidades para procesar rápidamente gran cantidad de datos a la realización del «Proyecto Genoma Humano», orientado a descifrar el conjunto de la información hereditaria de nuestra especie. Todas las disciplinas pueden hoy manejar datos a escalas impensables hace poco tiempo, y esto les abre perspectivas inéditas. Pensarlas sólo en clave informacional puede conducir a una limitación de perspectivas comparable a la de quienes, en el siglo XIX, proponían encarar todas las ciencias naturales e incluso las ciencias sociales en clave «energética». La observación no roza siquiera la relevante incidencia que la «revolución de la energía» y las técnicas asociadas tuvieron en la expansión de las capacidades de investigación; tampoco roza el aporte de la ciencia de la termodinámica a la comprensión de los fenómenos naturales. Sólo apunta a subrayar que la revolución tecnológica de la información abre o incrementa posibilidades de transformación cuyas dimensiones desbordan las de la propia revolución.

La biología está desempeñando a comienzos del siglo XXI, y ya desde hace bastante tiempo, un papel no menos removedor y multifacético que el de la física durante las primeras décadas del siglo anterior.

Esta última disciplina, sobre todo a través de las teorías cuánticas y de la relatividad, trastocó las ideas científicas acerca de la naturaleza. Llevó, en efecto, a desafiar la vinculación usualmente aceptada entre determinismo y conocimiento objetivo; amplió en gran medida el papel atribuido al azar; volvió a instalar las polémicas agudas en los cimientos del edificio de las ciencias. Se ha dicho que provocó un divorcio entre el avance de la investigación y el sentido común forjado por la experiencia cotidiana de los

seres humanos. De alguna manera cuestionó, como nunca antes desde la Revolución Científica del siglo XVII, las nociones predominantes dentro de las comunidades de investigadores acerca de los vínculos entre su labor y la descripción de «la realidad».

También la biología ha alterado las concepciones acerca de lo que es el conocimiento científico, con implicaciones acusadas en otras disciplinas, así como en la filosofía y en las visiones del mundo.

El afianzamiento de la teoría biológica de la evolución —a través de la obra que, durante la primera mitad del siglo XX, compatibilizó el enfoque de Darwin con la genética mendeliana— tuvo profundos impactos en el pensamiento; afirmó la centralidad de la dimensión temporal y de la historia en las ciencias naturales y en las explicaciones de tipo causal; ofreció ideas y pistas a varias disciplinas, entre ellas a la economía evolucionista del cambio técnico. Al mismo tiempo, la comprensión más afinada de las complejidades y especificidades de ciertas grandes «transiciones» en la historia natural —como, por ejemplo, el origen de la vida— contribuyó a cuestionar la idea de la evolución como proceso necesario y en algún sentido predeterminado; se ha esbozado, así, una cierta confluencia con enfoques históricos de las disciplinas sociales.

La importancia que algunas corrientes de la biología han venido atribuyendo a las interacciones entre distintos tipos de seres y a las configuraciones ambientales en su conjunto, acentuada por la brusca y atemorizante toma de conciencia de la degradación de la biosfera, contribuyó a difundir los enfoques «ecológicos» de muy distintos fenómenos y problemáticas. De manera contradictoria con esa tendencia, y a menudo en abierto conflicto con ella, lo que ha sido presentado como el «irresistible ascenso de la biología molecular» ha ofrecido un nuevo gran impulso para la estrategia clásica de la investigación científica, que apunta a explicar los fenómenos y «sistemas» complejos desde sus componentes más sencillos y «elementales». Grandes discusiones han cobrado nueva vida, por ejemplo, en torno al Proyecto Genoma Humano y a la medida en que las características fundamentales de nuestro comportamiento están o no «contenidas» en los genes.

Si Galileo, en la obra de Brecht, podía afirmar que en su tiempo la gente común discutía sobre astronomía en la plaza del mercado, con mayor motivo algo así cabría decir hoy de la biología, no sólo por su incidencia en las cosmovisiones en pugna —comparable a la del estudio de los cielos ayer— sino también y, sobre todo, por sus aplicaciones y las polémicas que suscitan.

En la investigación que se realiza en esta área se hace visible una etapa nueva en el «matrimonio entre la ciencia y la tecnología». Éste se va transformando, como lo hemos sugerido antes, de una pareja tradicional, con papeles bastante bien establecidos y diferenciados, en una «pareja moderna», donde la división de tareas es cambiante y mucho menos neta. Décadas atrás, la mayor parte de la investigación científica se realizaba en ámbitos académicos y la mayor parte de la investigación tecnológica, en laboratorios empresariales, con importantísimas conexiones —el matrimonio se había consumado de verdad— pero a cierta distancia; la tecnología usaba mucho el conocimiento científico avanzado pero, en general, el que ya estaba bien establecido y podía considerarse

maduro o bien cocinado. Hoy, la investigación en los contextos de «descubrimiento» y de «aplicación» se mezcla en un grado cualitativamente superior; los mismos equipos trabajan ora en uno ora en el otro; la tecnología usa cada vez más resultados científicos apenas «salidos del horno», a menudo poco elaborados, como recordaba la cita de antes: «las tecnologías de punta dependen de los descubrimientos de ayer». Esta nueva vuelta de tuerca es especialmente notoria en las ciencias y tecnologías de la vida, que están abriendo todo un nuevo mundo a la innovación técnico-productiva.

Si bien la genética ha tenido una gran influencia en la agricultura desde el redescubrimiento de las leyes de Mendel —a comienzos del siglo XX—, ciertos especialistas opinan que la revolución científica en el agro está apenas en sus inicios (Swaminathan, 1998).

De estas tecnologías se esperan soluciones para enfermedades muy graves. Sus contribuciones a la salud son ya muy relevantes. Por ejemplo:

La hormona de crecimiento, un medicamento que se extraía de hipófisis de cadáveres, con el consiguiente lado sombrío que su tráfico suponía y que llegó, además, a producir casos de enfermedad de Creutzfeld Jacob por utilizar cadáveres que habían padecido la enfermedad, ha mejorado su accesibilidad y seguridad, al obtenerse a partir de bacterias en las que se ha incorporado el gen humano responsable de su síntesis (Muñoz, 2001: 89).

La innovación basada en las ciencias de la vida se expande rápidamente. Un índice de ello es la gran inversión en Investigación y Desarrollo de tipo biotecnológico que realizan las empresas farmacéuticas y, también, gran parte de las que producen insumos para el sector agropecuario.

No se trata sólo de que muchas empresas, laboratorios y equipos de investigación se dediquen a estos temas, sino de que, más aún, en torno a ellos se están constituyendo sistemas de innovación, en el sentido discutido en el capítulo 5. Ello significa, en primer lugar, que se va ampliando y haciendo más compleja una trama de relaciones institucionalizadas que vinculan los procesos de investigación, desarrollo experimental, innovación y difusión en los que las ciencias de la vida constituyen la base cognitiva central de la resolución de problemas. En segundo lugar, los grupos y organizaciones que interactúan en esas relaciones son bastante más numerosos y diversificados que en otros casos. Además de las empresas de distintas ramas, laboratorios de I+D y los departamentos académicos de un número creciente de disciplinas, encontramos otros actores muy diversos: asociaciones de familiares de pacientes de ciertas enfermedades, que reivindican y apoyan investigaciones específicas; organismos públicos de control de los alimentos y medicamentos de nuevo tipo; grupos de productores que reclaman o rechazan determinadas técnicas; asociaciones privadas e institutos públicos específicamente dedicados a fomentar las biotecnologías; movimientos sociales que las cuestionan en menor o mayor medida.

Los sistemas de innovación basados en las ciencias de la vida muestran una realidad propia. Sus rasgos específicos tienen que ver con su base cognitiva, con los actores

que intervienen, con las relaciones de cooperación y conflicto entre ellos, con sus vínculos con la ciudadanía en general.

Como es notorio, las ciencias y técnicas de la vida se ubican en el centro de la cambiante y contradictoria percepción ciudadana de la ciencia. Basta pensar en los debates acerca de los organismos genéticamente modificados, la reproducción asistida o la clonación. Además de las expectativas, se amplían los conflictos, incluso entre grupos de investigadores y movimientos sociales; difícil es prever cómo evolucionará esta tendencia, pero es muy probable que su relevancia aumente.

En suma, el ascenso problemático y vigoroso de la innovación ligada a las ciencias de la vida constituye una de las principales vertientes a través de las que el conocimiento científico y tecnológico desestabiliza a las sociedades contemporáneas, reconfigurando oportunidades y peligros, ubicándose en posiciones clave dentro de las relaciones de poder. Esa tendencia, en particular, conlleva una dimensión conflictiva mucho más vasta que la asociada a la revolución de la información. En conjunto, ilustra con elocuencia varios aspectos cruciales de la transición de sociedad en curso.

¿Sociedad del riesgo?

Las biotecnologías han puesto en el centro de la atención contemporánea las dimensiones conflictivas de las interacciones sociales vinculadas con la innovación a partir de las encontradas percepciones sobre sus impactos.

Las reacciones frente [a estas tecnologías] van desde el rechazo en bloque al conjunto de procedimientos, enfatizando los riesgos de modificaciones graves e irreversibles, de consecuencias difíciles de estimar y predecir, hasta su aceptación global, invocando la solución a grandes problemas de la humanidad y exorcizando un «temor atávico a lo nuevo». Toda esta problemática se tinte además por conflictos entre importantes intereses económicos (Ehrlich y Marín, 2000: 32).

Por esta vía arribamos, pues, a una de las dimensiones capitales del nuevo papel del conocimiento: los riesgos directos o indirectos, reales o supuestos, que generan la investigación científica y la innovación técnico-productiva.

Las bombas atómicas arrojadas en 1945 sobre Hiroshima y Nagasaki pusieron en evidencia, con aterradora elocuencia, el incremento en las capacidades destructivas basadas en la investigación fundamental. El temor a la guerra adquirió otras dimensiones que en el pasado y, de alguna manera, colaboró a evitar el enfrentamiento directo entre las superpotencias.

Durante cierto tiempo, los grandes daños potenciales asociados a las nuevas capacidades técnicas parecieron limitarse al terreno bélico. Pero a fines de la década de 1960 empezó a tomar carácter masivo la preocupación por la degradación ambiental.

Los seres humanos han incidido en la modificación de su entorno desde tiempo inmemorial. Sin embargo, ello tuvo alcances muy limitados mientras la evolución pro-

ductiva y demográfica fue de tipo más bien cíclico, pues un alza por lo general desembocaba en la superpoblación y el hambre, que arrastraban a la baja. Sólo con la extensión de la industrialización y de las técnicas asociadas la expansión económica devino esencialmente autosostenida y se aceleró de forma notable el crecimiento poblacional: hacia 1830 se habría llegado a mil millones de habitantes en el planeta; un siglo después, la población se había duplicado; en los siguientes 70 años, se triplicó, llegando a los seis mil millones en el año 2000. Con la Revolución Industrial cobró fuerza la agresión ambiental; sin embargo, durante un período bastante largo, la degradación global tuvo un impacto menor por comparación a sus efectos localizados. Eso cambió rápidamente en la segunda mitad del siglo XX: debido a la incidencia de diversas tecnologías —en la industria química, el transporte masivo basado en combustible fósil, la generación de energía nuclear, etc.—, el fenómeno adquirió carácter global; no existe ningún paralelo histórico con los niveles contemporáneos de polución transfronteriza, los problemas ambientales compartidos y el agotamiento de recursos, afirman Held y coautores (1999: 391).

Los ejemplos del efecto invernadero y del debilitamiento de la capa de ozono son bien conocidos. También se sabe que los mismos han sido causados en su mayor parte por la actividad industrial del Norte capitalista e industrialmente avanzado, que de esa manera ha distribuido ciertos costos mayores por el planeta en su conjunto. Sus consecuencias no son fáciles de evaluar con exactitud, pero los datos disponibles son preocupantes; por ejemplo: «Las emisiones mundiales de CO₂ pasaron de 5.300 millones de toneladas en 1980 a más de 6000 millones en 1998» (PNUD, 2002: 28).

Respecto al calentamiento global, se estima que puede generar cambios radicales en el potencial y la productividad de la agricultura en distintas regiones, así como la elevación del nivel del mar, lo cual podría sumergir varias áreas costeras bastante pobladas. Aun si sus consecuencias llegaran a ser menores de lo que hoy suele preverse, se afirma que corresponde adoptar medidas inmediatas, tanto por la estimación actual de los riesgos involucrados como por la considerable inercia de los sistemas ambientales, que haría mucho más difícil una intervención tardía (Yusuf y Stiglitz, 2001: 239). Esto constituye un sólido argumento en pro del «principio de precaución», que recomienda proteger el entorno actuando sobre ciertos factores que pueden tener consecuencias muy nocivas, aunque no esté bien establecida la relación de causa a efecto.

En cuanto a los agujeros de ozono, han sido detectados sobre todo en el hemisferio Sur —particularmente en Oceanía— pero podrían extenderse, dado el ritmo con que se debilita la capa de ozono en Europa y América del Norte, en algunas de las regiones más afectadas al presente, se han comprobado tasas crecientes de cáncer de piel.

Respecto a los niveles de contaminación marítima y costera, debidos en particular a la extracción y distribución de petróleo, no hace falta ofrecer ejemplos, pues la prensa los proporciona a diario. También tuvo amplio impacto en los medios de comunicación un estudio, publicado en agosto de 2002, según el cual una inmensa «nube marrón», generada por la polución, cubre el Sur de Asia durante parte del año.

Si bien antes de abril de 1986 algunos accidentes habían mostrado que los peligros de la energía atómica no se reducían a su uso militar, en ese momento la catástrofe de Chernobyl marcó un punto de viraje en la percepción de los peligros propios de nuestra era.

En una obra publicada muy poco después, Ulrich Beck (1998: 19) afirmó que lo decisivo en el nuevo papel del conocimiento es su contribución a la generación de riesgos, lo que caracterizaría la transición de la sociedad industrial a la nueva «sociedad del riesgo».

Este enfoque nos parece, a la vez, sugerente y en exceso unilateral. Por un lado, enfatiza de manera adecuada una de las dimensiones más relevantes de la mutación en curso: la emergencia de perjuicios inéditos vinculados a la expansión de la ciencia y la tecnología; esa dimensión queda de lado si se centra la atención en las TICs, o si se caracteriza como «sociedad de la información» a la que parece sustituir a la sociedad industrial. Pero la denominación «sociedad del riesgo» deja en la sombra cuestiones centrales.

La expansión del conocimiento ha generado perjuicios del tipo indicado, pero también otro tipo de problemas que no se pueden descuidar y, asimismo, beneficios que sólo el olvido de la historia permitiría minimizar. Para captar estos últimos, basta tener en cuenta que la esperanza de vida se mantuvo alrededor de los treinta años en el milenio anterior a la Revolución Industrial, subió a algo más cuarenta años en los países «centrales» más prósperos durante la segunda mitad del siglo XIX y, a fines del siglo XX, era de 66,7 años en el mundo en su conjunto y de 77,7 años en los países industrializados (Mann, 1993: 13; Crafts, 2001: 324; PNUD, 1999).

Además, no se puede olvidar que existen grandes males y peligros —enfermedades viejas y nuevas, por ejemplo— cuya solución no depende sólo de la investigación, pero que, sin grandes avances de ésta, no pueden siquiera ser significativamente paliados.

Por otro lado, el riesgo de índole tecnológica y la degradación ambiental, así como las posibilidades de afrontar ésta y aquél, están repartidos de forma muy desigual. Cuando se considera el consumo de combustibles fósiles y otras materias primas, la distribución de la pesca entre distintos países, el comercio de especies en peligro y productos de la selva húmeda tropical o la situación general de los bosques, la división crítica es una vez más entre el Norte y el Sur (Held *et al.*, 1999: 400). Tanto en el presente como durante, por lo menos, el último siglo, el consumo polucionante y depredador incumbe al Norte en una proporción mucho mayor que la correspondiente a su población. En los países tecnológicamente avanzados es donde, no sin razón, más se ha avanzado también en la estructuración de sistemas de gestión económica y ecológica; con todas las carencias que los mismos presenten, las diferencias con lo que ocurre en gran parte del Sur son de orden cualitativo.

Sucede que, como lo discutiremos con cuidado más adelante, la muy asimétrica distribución de las capacidades científicas y tecnológicas constituye un factor cada vez más importante en el atraso y la dependencia de los países subdesarrollados. Sin ánimo de buscar paradojas, cabe decir que la noción en boga de «sociedad del riesgo» descuida un riesgo global mayor generado por el conocimiento: la tendencia a la desigualdad en

la distribución tanto de sus beneficios como de sus perjuicios, que no puede ser conjurada si se ve a la ciencia y a la tecnología sólo como fuente de peligros, olvidando que para los sectores postergados se trata también de capacidades por construir.

Recapitulemos. Las consideraciones presentadas en este apartado sustentan la idea de que la gran mutación en curso puede ser concebida como la emergencia, repleta de incertidumbres y conflictos, de la *sociedad del conocimiento*. Manejar esta expresión, en nuestro enfoque, no implica en absoluto una visión causalmente unidireccional o valorativamente unilateral del cambio científico y tecnológico. Lo que se afirma es, ni más ni menos, que los niveles, ritmos y alcances de ese cambio se han convertido en un factor importante de desestabilización de las sociedades contemporáneas y en un ingrediente fundamental de las diversas relaciones de poder.

La relevancia atribuida a la «dimensión riesgo» subraya que esa concepción de la sociedad del conocimiento no tiene nada de apologetico. En particular, no minimiza la tendencia que Beck (1998: 221) describe como «el surgimiento de una época propia de la sociedad del riesgo, dependiente de la ciencia y crítica con la ciencia.» Por el contrario, la agudizada percepción social de nuevos riesgos ligados a la producción y uso de conocimientos constituye un elocuente ejemplo de lo que describimos como carácter desestabilizador del cambio científico y tecnológico contemporáneo.

6.4. Dinámicas globales del poder

A continuación —retomando un tema ya planteado en la sección 4.1— nos asomamos a ciertas configuraciones nuevas de la antigua verdad, «saber es poder».

En líneas muy generales, el poder del que disponen los grupos humanos relativamente organizados tiene dos aspectos: (i) *poder colectivo* del grupo sobre su entorno, es decir, sobre la naturaleza y/o sobre conjuntos de personas no pertenecientes al grupo en cuestión; (ii) *poder distributivo* de quienes están en posiciones de control dentro del grupo sobre los otros integrantes del mismo. Hacer efectivo el poder colectivo requiere organización —previsión y distribución de tareas, imposición y verificación de su cumplimiento—, lo cual genera poder distributivo; a su vez, la aceptación más o menos resignada o entusiasta de las posiciones subordinadas dentro del grupo depende, en medida por supuesto variable, de la preservación del poder del grupo como tal. Luego los dos aspectos del poder —uno «hacia afuera» y otro «hacia adentro»— son distinguibles pero inseparables (Mann, 1986, 1993).

La ciencia y la tecnología, como sucede desde hace tiempo, pero ahora en una escala muchísimo mayor que en el pasado, incluso cercano, constituyen una gran fuente de poder. Para bien y para mal, han dotado a la humanidad de un inmenso «poder colectivo», cuyo reverso es un «poder distributivo» cada vez más gravitante, el poder de algunos seres humanos sobre otros.

Como «poder colectivo», el conocimiento científico y tecnológico genera beneficios que parecen interesar a mucha gente: grandes contingentes humanos quieren emi-

grar hacia las naciones donde se concentra la generación y el uso de ese conocimiento —los «centros» viejos y nuevos— desde el resto del mundo, las diversas periferias y semiperiferias de la economía global basada en el conocimiento. Intentemos resumir algunos rasgos de esta última.

Como lo han señalado Castells y varios otros autores, desde hace por lo menos un cuarto de siglo se registra una convergencia entre el nuevo gran salto en el cambio técnico y la reestructuración del capitalismo. No parece que entre ambos procesos se haya establecido una relación de causa a efecto, sino más bien una interacción que incide en la orientación de ambos, favoreciendo ciertos derroteros y trabando otros, al tiempo que genera, no por cierto una sintonía perfecta ni cosa parecida, pero sí una retroalimentación que impulsa a los dos.

Una década atrás, Tulio Halperin (1992) caracterizó la singularidad del momento histórico por «la victoria aplastante del capital, tanto sobre el trabajo como sobre el Estado». Lo que sigue apunta a discutir tal afirmación, conectándola con la revolución tecnológica y los procesos de globalización.

Desde fines de los años 1960 y durante gran parte de la década de 1970, en los países industriales más avanzados las grandes corporaciones empezaron a encontrar, en sus relaciones con el sector público y con los asalariados, dificultades variables pero en conjunto importantes. Fueron resultándoles menos ventajosos los acuerdos tripartitos Estado-empresariado-sindicatos, afianzados en la época de auge del fordismo; en varios países se multiplicaron las rebeldeas obreras; las regulaciones estatales y las imposiciones fiscales se ampliaron y/o se hicieron comparativamente más pesadas. Durante la década de 1970, la expansión del capital encontró obstáculos significativos también en otras zonas. Algunos provinieron de la expansión geográfica del área ocupada por los regímenes del tipo «socialismo de Estado» y sus aliados; otros se vincularon a la reivindicación de un «nuevo orden económico internacional». Éste fue apoyado en mayor o menor medida por gran parte de las naciones del Tercer Mundo, e impulsado sobre todo por regímenes con cierto grado de nacionalismo implantados en países exportadores de petróleo. Se reclamaba estabilizar los precios de las exportaciones primarias, garantizar la transferencia de tecnología a la periferia e imponer a las empresas transnacionales un «código de conducta».

En semejante contexto, era esperable el incremento de la «demanda» empresarial por cambios tecnológicos e institucionales que redujeran el poder de los asalariados organizados y de los países productores de bienes primarios, así como la gravitación del sector público y su capacidad reguladora. Una «oferta» tecnológica en pleno auge —basada en la convergencia de avances en la electrónica y la informática— se vio a la vez muy estimulada y orientada hacia propósitos bastante definidos. El ritmo de la innovación técnico-productiva, sus contenidos y sus prioridades fueron erosionando las ventajas económicas de la gran producción en serie de tipo fordista, el papel del trabajo fabril rutinario, homogéneo y poco calificado, el poder negociador de los grandes sindicatos industriales, la competitividad y la supervivencia misma de las grandes estructuras verticales y centralizadas, e incluso la importancia relativa de las materias primas

en comparación con los factores inmateriales de la producción. Se ampliaron las bases técnicas de la coordinación empresarial a larga distancia y a gran velocidad, al tiempo que, en paralelo, disminuyeron las capacidades estatales para controlar las actividades económicas, para mantenerlas dentro de fronteras, para establecer regulaciones a ritmos y escalas compatibles con los de las innovaciones y de las nuevas formas de funcionamiento de la economía, particularmente de las finanzas.

La «TICnificación» de la economía avanzó a la par que su «liberalización», caracterizada por la desregulación financiera, la apertura comercial y las privatizaciones. En términos promediales, las restricciones mayores o menores que diversos Estados imponían al funcionamiento del capitalismo disminuyeron de manera drástica. Una nueva sintonía entre gobiernos y grandes empresas se fue gestando. El diferencial de poder entre el capital y el trabajo organizado creció notoriamente; las ganancias de los capitalistas también. La producción de bienes y servicios se amplió y, sobre todo, se diversificó de manera notable. Se incrementó mucho la riqueza y no poco la desigualdad. Las conexiones entre tales procesos son relevantes y profundas, pero no tienen nada de lineal o automático, así que no se advierten motivos para argüir que el resultado necesariamente debía ser el esbozado, pero (parece que) así sucedió.

Lo que hizo posible esta redefinición histórica de la relación entre capital y trabajo fue el uso de las poderosas tecnologías de la información y las formas organizativas facilitadas por el nuevo medio tecnológico. La capacidad de reunir y dispersar la mano de obra para proyectos y tareas específicos en cualquier lugar y tiempo creó la posibilidad de que naciera la empresa virtual como una entidad funcional. Desde entonces, se trataba sólo de superar la resistencia institucional al desarrollo de esa lógica o de obtener concesiones de la mano de obra y los sindicatos bajo la amenaza potencial de la virtualización. El aumento extraordinario en flexibilidad y adaptabilidad que permiten las nuevas tecnologías opuso la rigidez de la mano de obra a la movilidad del capital. Siguió una presión incesante para hacer la contribución del trabajo tan flexible como se pudiera. La productividad y rentabilidad aumentaron, pero la mano de obra perdió la protección institucional y se volvió cada vez más dependiente de negociaciones individuales en un mercado laboral en cambio constante. La sociedad se dividió, como lo ha estado durante la mayor parte de la historia humana, entre ganadores y perdedores en el proceso infinito de negociación individualizada y desigual (Castells, 2000: 343-4).

En el entretejido de la revolución de la información y la reestructuración del capitalismo se sustenta la emergencia de la globalización productiva y financiera.

Las grandes empresas transnacionales han organizado extensas redes internacionales de producción. El avance de las comunicaciones y de la informatización de las actividades productivas, los costos decrecientes del transporte, la liberalización del comercio y de la inversión han hecho posible y rentable la «segmentación» geográfica de un mismo proceso productivo, distintas etapas del cual son efectuadas en lugares distintos. La gran empresa está en condiciones de coordinar ese proceso a escala global,

teniendo en cuenta factores varios: existencia y precio de las materias primas; niveles salariales y de sindicalización; grado de «disciplinamiento» estatal de la mano de obra; habilidades y formación promedial de los trabajadores; apoyos ofrecidos por el sector público; disponibilidad de técnicos capacitados; acceso al crédito; condiciones de vida para los altos funcionarios; proximidad a centros de enseñanza e investigación; ambiente innovativo; cercanía a mercados de gran poder de consumo. Puede convenir instalar «segmentos» diferentes del proceso productivo en parajes distintos; por ejemplo, las actividades de tipo menos elaborado —*maquila* o ensamble— se ubicarán con frecuencia en un lugar diferente al de las de investigación y diseño, o al de las de planificación y *marketing*.

La distribución geográfica de las actividades manufactureras trae consigo el incremento de la parte del comercio internacional que se realiza dentro de una misma rama industrial; buena parte de esas transacciones de bienes y servicios —tecnología incluida— tienen lugar entre filiales de una misma gran empresa. Al mismo tiempo, pierde importancia relativa en el comercio exterior la exportación de bienes primarios con escaso grado de elaboración, excluidos los combustibles.

Si en el pasado la fabricación avanzada se concentraba en los países económica y tecnológicamente más fuertes, al presente tiende a distribuirse en redes con «nodos» en distintas áreas del planeta. Diversas actividades locales van quedando inmersas dentro de esas redes, dependiendo de su ubicación en ellas para expandirse o simplemente sobrevivir. Se insinúa así una suerte de «especialización» de ciertas regiones en distintos «segmentos» o actividades dentro del contexto de la globalización productiva.

El ascenso de las TICs y el descenso de las regulaciones impuestas por los gobiernos a los movimientos de dinero se han conjugado para envolver a casi todo el planeta en una malla de transacciones financieras, de casi inconcebible cantidad y diversidad, que se hacen efectivas a la velocidad de la luz, veinticuatro horas al día.

En la perspectiva del largo plazo, se trata de una mutación de gran alcance. Mientras que durante gran parte de la historia facilitar el comercio era el propósito primordial de la actividad financiera internacional, hoy ésta se ha separado en buena parte del intercambio de bienes y servicios. Si en el período que siguió a la II Guerra Mundial la estructura internacional de las finanzas estuvo dominada por ciertos gobiernos, al presente lo está por actores privados que responden a las lógicas mercantiles. En suma, ha emergido un mercado financiero global relativamente autónomo (Held *et al*, 1999: 221). Su gravitación creciente en el acontecer económico general, en las políticas gubernamentales y en la situación de pueblos y naciones ha llegado a ser muy evidente.

Los autores que venimos citando apuntan en la misma dirección que la tesis de Halperin. En particular, consideran que ha tenido lugar una alteración radical del balance entre el poder público y el privado, a favor de este último, al punto de que cabe hablar de una «significativa victoria» del capital «internacionalmente móvil» (Held *et al*, 1999: 215).

Ahora bien:

La economía global se constituyó políticamente. La reestructuración de las empresas y las nuevas tecnologías de la información, aunque están en el origen de las tendencias de glo-

balización, no habrían podido desarrollar por sí mismas una economía global interconectada sin políticas de desregulación, privatización y liberalización del comercio y la inversión. Estas políticas fueron decididas e impuestas por gobiernos de todo el mundo y por las instituciones económicas internacionales. [...] Sin embargo, el hecho de que la economía global fuera inducida políticamente desde el principio no significa que pueda deshacerse políticamente en sus aspectos principales. Al menos, no con esa facilidad. Eso es así porque la economía global es ahora una red de segmentos interconectados de economías que desempeñan conjuntamente un papel decisivo en la economía de cada país y de muchas personas. Una vez que se constituye una red de este tipo, cualquier nodo que se desconecte simplemente es ignorado, y los recursos (capital, información, tecnología, bienes, servicios, trabajo cualificado) siguen fluyendo en el resto de la red. Cualquier desvinculación individual de la economía global implica un coste abrumador: la devastación de la economía a corto plazo y el cierre del acceso a las fuentes del crecimiento. Así, dentro del sistema de valores del productivismo/consumismo, no existe una alternativa individual para países, empresas o personas. Excluido un colapso catastrófico del mercado financiero, o la autoexclusión de personas con valores completamente diferentes, el proceso de globalización se ha puesto en marcha y se acelera con el tiempo. Una vez constituida, la economía global es un rasgo fundamental de la nueva economía (Castells, 2000: 184-5).

En suma, presenciamos una profunda transformación en las dinámicas globales del poder, que, retomando y ampliando la tesis de Halperin, puede sintetizarse como «la victoria del capital sobre el trabajo y aun sobre el Estado, a caballo de la revolución tecnológica, y a través de una profunda transformación de las políticas prevalecientes».

6.5. La emergencia de la sociedad capitalista del conocimiento

En ciertos países capitalistas industrialmente avanzados —al conjunto de los cuales llamamos «Norte»— se ha venido procesando la revolución tecnológica de la información que, entretejida con la reestructuración del capitalismo, ha dado lugar a la nueva economía global, que de manera muy desigual pero también muy fuerte afecta a todos los sectores sociales y a todas las áreas del planeta.

Aquella revolución tecnológica ha multiplicado la intensidad y la diversidad del papel económico del conocimiento. Cada vez más, en el Norte, la producción de bienes y servicios depende fundamentalmente de la ciencia, la tecnología, la innovación y la educación superior. Esa parece una tendencia difícil de minimizar.

Aludiendo en especial al papel ascendente de las ciencias y las tecnologías de la vida, hemos procurado subrayar que tal tendencia no se sustenta sólo en las TICs, sino que tiene un carácter mucho más amplio, en buena medida debido a que las propias TICs han posibilitado una notable expansión en las más diversas áreas de la investigación y, sobre todo, en sus aplicaciones. Es la innovación de base científica y tecnológica en su conjunto la que así resulta propulsada al centro del escenario.

Por ello, más que de economía informacional, parece adecuado hablar de «economía basada en el conocimiento y motorizada por la innovación», según la expresión propuesta por De la Mothe y Paquet, ya comentada en la sección 4.1.

Pero, por motivos apuntados antes y que recapitulamos aquí, pensamos que semejante caracterización debe extenderse. Lo que puede afirmarse con amplio margen de certeza es que, en el Norte, la generación, transmisión y utilización del conocimiento avanzado desempeña un papel central, a través de procesos en los que se refuerzan mutuamente la creación de capacidades individuales y colectivas —de muchas personas y de grupos significativos— con las oportunidades para usarlas de manera innovadora. Así miradas las cosas, lo decisivo no es sólo el conocimiento y la innovación, sino también los factores que promueven o bloquean la difusión y el uso de las nuevas posibilidades, entre los que se destacan los procesos de aprendizaje, formales o informales, e interactivos. Las capacidades disponibles y las oportunidades de utilizarlas tienden a retroalimentarse mutuamente, cuando ambas son significativas, y a bloquearse en caso contrario. Por consiguiente, cabe hablar de la emergencia de una economía basada en el conocimiento, motorizada por la innovación y modelada por los procesos de aprendizaje.

Como se discutió antes, tal economía tiene alcance global y está profundamente influida por su carácter capitalista. Aquí cabe una breve digresión. Diversos autores —Touraine, Castells y varios otros— han explicado la conveniencia de distinguir entre «modo de producción», que se define por las relaciones sociales de producción dominantes, y «modo de desarrollo», que se refiere a las dinámicas técnico-productivas prevalecientes o, si se prefiere, a las características definitorias de las fuerzas productivas. La diversidad de combinaciones posibles entre unas y otras ha resultado bastante mayor de lo afirmado en las formulaciones clásicas del materialismo histórico. Así, durante el siglo XX, el modo de desarrollo industrial se combinó con un modo de producción capitalista y con otro caracterizable como «socialismo de Estado». Durante la revolución tecnológica de la información, el capitalismo volvió a mostrar lo que Braudel (1985) destaca como uno de sus rasgos permanentes y fundamentales en la historia, su flexibilidad y capacidad de adaptación, mientras que el «socialismo de Estado» se mostraba incapaz de sobrellevar una crisis resultante, en no poca medida, de la profunda contradicción entre las relaciones de producción vigentes y el desarrollo de las fuerzas productivas, que el ascenso de la innovación propulsada por las TICs hizo explosiva (Arocena, 1991).

Al iniciarse el siglo XXI, se está desplegando la economía capitalista del conocimiento. La denominación lleva directamente la atención sobre uno de los procesos ya comentados, que mayor incidencia ejercen en la producción y utilización de los saberes: la tendencia a la privatización del conocimiento. Esta tendencia parece un corolario lógico de la específica conjunción entre «modo de producción» y «modo de desarrollo» que está teniendo lugar.

Estamos considerando, por supuesto, procesos que desbordan la economía. Hemos insistido en que lo decisivo del nuevo papel del conocimiento es su potencial desestabilizador de las relaciones sociales y de las condiciones de vida en general. Uno de los

aspectos más originales de ello es la conversión del conocimiento en factor de riesgo generalizado; desde nuestro punto de vista, hablar de «sociedad del conocimiento» incluye considerar a éste no sólo como eje del «modo de desarrollo», sino también como generador de nuevos peligros. Éstos impactan a todas las regiones y grupos sociales, pero de maneras muy distintas. La «desestabilización» a la que nos referimos no se liga sólo o principalmente a las tecnologías que «desataron» la revolución, sino al conjunto de los procesos sociales de generación, apropiación, uso y control —por comisión u omisión— del conocimiento. Y en torno a tales procesos en su conjunto se van configurando nuevas divisorias y conflictos.

La Revolución Industrial fue una mutación de sociedad, pues trastocó integralmente las relaciones de poder, tanto en sus aspectos «colectivos» como «distributivos». Sus grandes vectores tecnológicos —la mecanización de la energía y la maquinización de la manufactura— desataron una aceleración de las capacidades de producir y destruir, que dieron lugar a unas nuevas relaciones de la ciencia con las actividades prácticas y se entretijeron con la emergencia de nuevas clases sociales, ideologías y formas de hacer política, así como con la transformación de las condiciones de vida de grandes contingentes humanos, y con la estructuración de un ordenamiento internacional sujeto a la primacía de las naciones, donde se escenificaba la revolución del saber y de la innovación.

Sostiene también Braudel (1985: 113) que no fue el capitalismo el que produjo la «sorprendente mutación» que constituyó la Revolución Industrial, pero sí el que llegó a controlarla, alcanzando en distintos países un poder a escala de las economías subyacentes. Puede apuntarse alguna similitud con el acontecer contemporáneo, en la medida en que la reestructura y el afianzamiento del capitalismo se apoyó de forma considerable en la revolución tecnológica de la información, a partir de la cual se ha expandido de manera notable, en particular el poder de las grandes finanzas.

Cabe indicar aquí que una teorización general acerca de las vinculaciones entre revoluciones tecnológicas y capital financiero puede encontrarse en un reciente libro de Carlota Pérez (2002).

Durante alrededor de dos siglos, de maneras muy variadas, en distintas áreas del planeta se pasó de sociedades de base agraria a sociedades dinamizadas por la industria. Parecería haberse iniciado un proceso de envergadura comparable, en el que las sociedades industriales técnicamente más avanzadas entran en una mutación que, de manera muy resumida y provisional, podría caracterizarse en los siguientes términos: la emergencia conflictiva, localizada en el Norte, pero con alcance globalmente desestabilizante, de un tipo de sociedad capitalista, a dominante financiera a la vez que basada en el conocimiento, motorizada por la innovación y modelada por los procesos de aprendizaje, trastoca las condiciones de vida de todos los seres humanos, pero de formas muy asimétricas, según se puede comprobar tanto en el mundo del trabajo como en el mundo del subdesarrollo. Se reconfiguran, así, algunas grandes divisorias sociales, de las que nos ocupamos a continuación.

El subdesarrollo, de ayer a hoy

7.1. La cuestión en perspectiva

La conformación de las periferias

La Revolución Industrial dio lugar a un proceso de acelerada divergencia en materia de poder económico entre las naciones en vías de industrialización y el resto del mundo. La ilustraremos mediante un cuadro de números, laboriosamente construido por Paul Bairoch (citado en Mann, 1993, p. 262); sin duda, las estimaciones son discutibles, pero el panorama global que emerge es claro.

Producción industrial bruta entre 1750 y 1913
Base 100: Reino Unido en 1900

Año	1750	1800	1860	1913
Países hoy desarrollados	34	47	143	863
Reino Unido	2	6	45	127
Alemania	4	5	11	138
Estados Unidos	1	16	298	
China	42	49	44	33
Tercer Mundo	93	99	83	70
Total Mundo	127	147	226	993

El punto de comparación es la producción industrial del Reino Unido hacia 1900; se notará que se multiplicó por 50 en el siglo y medio anterior. En 1750, durante los prolegómenos de la Revolución Industrial, se estima que China sola era un productor de manufacturas mayor que el conjunto de los países hoy considerados desarrollados. Éstos daban cuenta de menos del 30% del total de la producción manufacturera mundial.

En el siguiente medio siglo, se desplegó la Revolución Industrial en el Reino Unido, y en ese período su producción industrial se multiplicó por tres. Ésa es la comprobación más notoria cuando se compara los datos de 1800 con los de 1750. Se nota también que la producción china se incrementó, manteniéndose todavía por encima de la del conjunto de los países hoy desarrollados. Pero la tendencia predominante ya es la aceleración del crecimiento en estos últimos.

Durante la primera parte del siglo XIX, la industrialización se extendió por Europa Occidental y el Nordeste de Estados Unidos; en sesenta años, la producción manufacturera de esa área se multiplicó casi por tres; si en 1800 era menos de la mitad de la del conjunto de países que después sería conocido como «Tercer Mundo», había llegado a ser mucho más grande en 1860. Hacia este último año, el Reino Unido ya es «el taller del mundo», donde en seis décadas la producción del sector se multiplicó por 7,5 y llegó a ser similar a la de China. La comparación entre 1800 y 1860 da cuenta de la industrialización, pausada todavía, de lo que poco más tarde se convertiría en la Alemania unificada, y de la ya vertiginosa expansión geográfica y productiva de Estados Unidos.

Durante ese período la expansión europea, iniciada a fines del siglo XV, se vio robustecida por una nueva panoplia tecnológica y empezó a afectar de forma directa a antiguas civilizaciones, que hasta entonces habían permanecido relativamente inmunes a ella. Comenzaron las concesiones impuestas a China por las potencias occidentales mediante la fuerza, en particular a través de las «guerras del opio». Japón fue «abierto» al comercio externo por una escuadra de Estados Unidos. El «taller del mundo» se afirmó como «reina de los mares» y, en particular, afianzó su dominio en la «joya» de su enorme imperio, la India, donde indujo el debilitamiento de las manufacturas locales. Mientras tanto, España y Portugal, las antiguas grandes potencias coloniales, que permanecían al margen de la industrialización, iban perdiendo sus más preciadas posesiones, en beneficio, a menudo, de una relativamente informal hegemonía británica. Volvamos a mirar el cuadro: entre 1800 y 1860, la actividad manufacturera del mundo no industrializado comenzó a retroceder.

En las décadas finales del siglo XIX cobró fuerza un nuevo ciclo de crecimiento asociado a la Segunda Revolución Industrial. Entre 1860 y 1913, la producción manufacturera de los países industrializados se multiplicó por seis y superó el 85% del total mundial. El Reino Unido siguió creciendo, pero perdió la vanguardia técnico-productiva; en vísperas de la I Guerra Mundial es todavía la primera potencia naval, colonial y financiera, pero ya no industrial. En este último aspecto ha sido superada por los países donde más se expandieron las nuevas tecnologías y, en general, el «matrimonio de la ciencia y la tecnología» que singulariza a la Segunda Revolución Industrial. A Estados Unidos, la conjunción de esas dinámicas, la disposición de inmensos recursos naturales y la inmigración masiva lo llevaron, en cincuenta años, de bastante menos del 10% al 30% del total de la producción manufacturera mundial. Aunque menos espectacular, también es importante la expansión productiva alemana del período, y quizás lo es más desde el punto de vista cualitativo, habida cuenta de su inferior dotación material: allí, una política deliberada había impulsado la consumación de aquel «matrimonio», del que eran ejemplos paradigmáticos a fines del siglo XIX las universidades de investigación y los laboratorios de las empresas químicas alemanas; en 1913, la electricidad, la siderurgia y la química, así como la ciencia en general, habían alcanzado en Alemania un nivel tal que sustentaron su catastrófica capacidad de desafiar a la mayor parte de las otras potencias en dos Guerras Mundiales.

Al comienzo de la Primera Guerra, lo que después de la Segunda sería bautizado como «Tercer Mundo» daba cuenta de menos del 10% de la producción manufacturera total. Para entonces, se había afirmado un «sistema mundial centro-periferias», verte-

brado en torno al intercambio, libre o compulsivo, de bienes manufacturados en los países industrializados por productos primarios, de la minería o del agro, provenientes de regiones muy heterogéneas, pero que tenían en común el ser sociedades de base agraria; los países donde se escenificaba el grueso del cambio técnico constituían ya el «centro» de la economía internacional, a la que las demás zonas se integraban, en mayor o menor medida, como «periferias» dependientes. Quizás el símbolo más elocuente del predominio de los primeros sea la consumación del reparto de África entre las potencias europeas durante la década de 1880.

Todos los números del cuadro son sin duda cuestionables, pero en conjunto sintetizan tendencias profundamente grabadas en la historia: durante ese período la superioridad tecnológica, evidenciada en las relaciones de poder económico, militar y político, afirmó el dominio del Occidente industrial sobre el resto del mundo.

El ascenso del tema

Para describir el mundo tras la Segunda Guerra, Alfred Sauvy recurrió a una comparación con la época de la Revolución Francesa, cuando los dos estamentos o «estados» dominantes, el clero y la nobleza, se encontraron con el desafío del resto, ese «tercer estado» del que se dijo en su momento que «no es nada y quiere serlo todo»; análogamente, frente al «Primer Mundo» del capitalismo industrial y al recién surgido «Segundo Mundo» del modo de industrialización soviético, emergía un «Tercer Mundo» que abarcaba a la gran mayoría de la humanidad y a casi todo lo que se había conformado durante un siglo como periferia. Sobre ésta concentraron la atención los grandes procesos geopolíticos del período, la descolonización y la guerra fría.

La disparidad de las condiciones de vida en el planeta se convirtió en un eje fundamental de los debates y de las políticas. Se empezaron a dedicar esfuerzos significativamente mayores que antes a estudiar y comparar la diversidad de situaciones en materia de alimentación, vivienda, salud, esperanza de vida, educación, niveles de ingresos. Entre los tomadores de decisiones, los forjadores de opinión y los sectores más informados en general, cobraron cierta fuerza la angustia y aún la indignación ante la comprobación del atraso y la miseria; crecieron tanto los temores como las expectativas de que esas situaciones pudiesen generar grandes transformaciones sociales y políticas; muchos creían llegada la hora del Tercer Mundo, y que allí se definiría el enfrentamiento entre el Primer y el Segundo Mundo; en torno a todo este tema se multiplicaron las interpretaciones y las recomendaciones, las intervenciones de los gobiernos y la activación de colectivos diversos. La cuestión del desarrollo llegó a ocupar los primeros planos de la reflexión y de la acción.

En esa etapa emergente, fue muy profunda la influencia de dos concepciones que, desde entonces hasta hoy, han ocupado con frecuencia, en un vaivén recurrente, la posición de primacía en las ideas y las prácticas acerca del desarrollo. Merecen, pues, que hagamos una sintética referencia a ambas; las denominaremos, para abreviar, la «teoría de la escalera» y la «teoría del motor».

La primera de esas concepciones caracteriza la situación de los países periféricos como atraso con respecto a los países industrializados; estos últimos ejemplifican lo que es el desarrollo; su trayectoria histórica reciente muestra cómo se alcanza ese estadio de la evolución social. Se trata pues de ascender desde el atraso al desarrollo —o desde la tradición a la modernidad—, subiendo los peldaños de una escalera, en lo esencial única y ya conocida.

La segunda concepción afirma que el motor para alcanzar las condiciones de vida características de los países desarrollados es el crecimiento económico. Un corolario de esa tesis es que la clave del avance consiste en lograr niveles elevados de inversión, mediante el ahorro interno y/o la inversión y la ayuda externas. Así se aumenta de manera sustancial la producción, poniendo en marcha un proceso sostenido cuya dinámica misma va mejorando la situación social en general. En esta óptica, el desarrollo llega a identificarse con el crecimiento económico.

En suma, diagnosticado el problema como «atraso», el crecimiento económico aparece como la solución, que se debe perseguir caminando tras las huellas de los países cuya producción más ha crecido. Acogiendo en mayor o menor medida tales nociones, enfrentándolas tanto en las palabras como en los hechos, la cuestión del desarrollo recorrió un ciclo de ascenso, apogeo y ocaso.

Avatares de ciertas disidencias

Con el mismo estilo telegráfico con el que hemos presentado ciertas concepciones, a menudo predominantes, resumiremos la primera crítica que se les hace: el atraso es, en realidad, *subdesarrollo*. La situación de los países atrasados no responde sólo a causas internas, sino también a su inserción externa, a unas relaciones desiguales con los países avanzados, lo que dificulta su propio desarrollo. Ni el diagnóstico puede reducirse a ubicarlos en los peldaños inferiores de la escalera, ni la terapia consiste en subir esta última, entre otros motivos porque los que están más arriba lo dificultan mucho.

Este cuestionamiento teórico y práctico se ha planteado de mil maneras, en distintas circunstancias de tiempo y de lugar. Lo ejemplificaremos brevemente con el caso de América Latina —el «Sur» desde el cual escribimos—, donde cincuenta años atrás cobró fuerza un enfoque disidente.

Se argüía que el funcionamiento del *sistema centro-periferia*, vertebrado en torno al intercambio de bienes manufacturados por productos primarios, tendía a consolidarse a sí mismo: el *centro* se especializaba en las actividades técnicamente dinámicas, que producen bienes cuya demanda crece de forma rápida; la *periferia* no era impulsada a industrializarse, con lo que se perpetuaba su retraso tecnológico y su especialización en productos cuya demanda crece despacio; en el intercambio entre países atrasados y países avanzados, los primeros deberían, pues, entregar cada vez más para obtener lo de antes —más trigo o cobre por un tractor—. Librado a sí mismo, el «sistema» tendía a perpetuar «la condición periférica» y los deficientes niveles de vida que le son propios.

El enfoque reseñado constituyó el cimiento de lo que puede ser denominada «concepción latinoamericana clásica del desarrollo»; inicialmente se la asoció a la Comisión Económica para América Latina, CEPAL, creada en 1949, y a Raúl Prebisch, su primer director. Para entonces ya había quedado en evidencia la vulnerabilidad de la condición periférica, puesto que la Gran Depresión de los años 1930 hizo caer drásticamente tanto la demanda externa como los precios de las materias primas; para conjurar el consiguiente deterioro de los ingresos del comercio exterior, varios países latinoamericanos se habían embarcado en la *industrialización por sustitución de importaciones* (ISI), procurando producir localmente los bienes de consumo manufacturados, hasta entonces importados en su mayoría. Apoyando desde la reflexión las prácticas que ya se venían promoviendo, y contribuyendo así a convertirlas en políticas sistemáticas, la CEPAL sostuvo que la industrialización deliberada era el camino al desarrollo.

Siendo el subdesarrollo una situación específica, no cabía verlo como un «peldaño», comparable a la situación de Inglaterra en el período previo a su industrialización, por lo que no se podía seguir sus pasos, ni subir una escalera parecida. Había que promover de muchas maneras la construcción de una estructura industrial, protegiéndola de la competencia externa, suministrándole fondos, asegurándole insumos a bajo costo, garantizándole mano de obra y mercados, etc. Ello requería, en particular, modificar las ineficientes e injustas estructuras agrarias, para ampliar y mejorar su producción, e incrementar, al mismo tiempo, la demanda de bienes de consumo manufacturados. Cambios semejantes no habían surgido como consecuencia del notorio crecimiento económico que, basado en el gran incremento de las exportaciones primarias, varios países latinoamericanos conocieron, desde 1860 hasta 1930; en la mayor parte de los casos, tampoco se registraron sustantivas mejoras en las condiciones de vida de las mayorías. Por consiguiente, el desarrollo no podía reducirse al crecimiento económico, sino que debía consistir en una transformación social global.

Entre aproximadamente 1940 y 1980, América Latina vivió un período de «crecimiento hacia adentro», impulsado sobre todo por la ISI, durante el cual los índices económicos y sociales fueron sensiblemente mejores que los conocidos antes o después. Pero había carencias muy grandes, como quedó en evidencia cuando la «crisis de la deuda» inició la «década perdida» en lo social y económico de los años 1980. De manera más o menos implícita, se había asumido que la instalación de fábricas era en sí misma la vía maestra para el progreso técnico, lo cual es erróneo; se descuidó el avance productivo en el agro; la protección a la industria no incluyó suficientes incentivos y exigencias para la elevación de su nivel tecnológico, de su capacidad exportadora y de la producción de bienes de equipo.

La alta desigualdad, tradicional en casi todo el continente, fue poco alterada. En particular, los avances en la educación fueron pequeños en comparación con los de otros países, que antes o después crecieron de forma sostenida. No llegaron a afirmarse sólidas dinámicas endógenas de generación de conocimientos e innovación. La industrialización pasó a depender cada vez más de la instalación de filiales de empresas multinacionales, que producían bienes para sectores de altos ingresos, en los que se concentraba

la mayor parte de la demanda con capacidad de pago. Estas dinámicas indujeron nuevas formas de subordinación en lo externo, así como retrocesos sociales y políticos en lo interno, según lo pusieron de manifiesto los variados enfoques de la llamada *teoría de la dependencia*, de los que el más conocido es tal vez el de Cardoso y Faletto (1969). Estos enfoques, junto con los de la CEPAL, constituyen la concepción clásica latinoamericana del desarrollo, visto como transformación integral, que debía tener al Estado como principal protagonista. Esa concepción acompañó bastante de cerca, tanto en su auge como en su decadencia, al «crecimiento hacia adentro» de América Latina.

¿Ocaso del desarrollo?

La economía del desarrollo no estuvo a la altura de las grandes esperanzas suscitadas después de la Segunda Guerra, afirmó en un artículo famoso uno de los mejores conocedores del tema (Hirschman, 1984), quien además sostuvo que los problemas planteados deberían abordarse «traspasando» las fronteras entre disciplinas, para encarar la cuestión del desarrollo conjugando saberes distintos. Lo que prevaleció fue más bien lo contrario, pues en los años 1980 se afirmó otra vez el dominio de las teorías de «la escalera» y «el motor».

Ésa fue una de las facetas políticas e ideológicas del proceso de reestructuración capitalista al que nos referimos en el capítulo anterior. Se asistió a «la sacralización del libre mercado en los ochenta, como parte del nuevo «Consenso de Washington» —entre el Fondo Monetario Internacional, el Banco Mundial y el Departamento del Tesoro de Estados Unidos— sobre las políticas *correctas* para los países subdesarrollados» (Stiglitz, 2002: 41).

En la problemática del desarrollo hay hoy sensibles diferencias con el ayer, pero también mucho que es similar, como si se volviera a empezar.

Viejos problemas, típicos de la «condición periférica», siguen vigentes y aun parecen agudizarse en el marco de la globalización:

Los «términos del intercambio» —los precios que los países desarrollados y menos desarrollados consiguen por las cosas que producen— después del último acuerdo comercial de 1995 (el octavo) revelan que el efecto *neto* fue reducir los precios que algunos de los países más pobres del mundo cobran con relación a lo que pagan por sus importaciones (Stiglitz, 2002: 31).

Nuevos problemas surgen, varios directa o indirectamente asociados al cambio científico y tecnológico, como lo iremos discutiendo en las páginas que siguen, intentando asimismo calibrar las nuevas oportunidades.

Si bien se van paliando algunas carencias que preocupan desde tiempo atrás, cobran mucha fuerza otras, como la limitación en el acceso al agua, que de una u otra manera afecta a cerca de un tercio de la población mundial. Se plantea, así, la gran cuestión del

reparto del agua entre potenciales usuarios, de lo que existen experiencias de duradera eficacia; sin embargo, se estima que aún no hay soluciones a la vista para los problemas emergentes a gran escala que ello supone (Yusuf y Stiglitz, 2001: 241, 257).

En el primer año del nuevo milenio, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo ensayó un balance de las décadas finales del siglo anterior. La pobreza disminuyó en algunas áreas y se incrementó en otras. En el sur de Asia, el porcentaje de la población desnutrida bajó del 40% en los años 1970 al 23% a fines de la década de 1990, al tiempo que concluían las hambrunas crónicas. En los países subdesarrollados, hay más de 850 millones de analfabetos y más de la mitad de la gente carece de acceso a sistemas sanitarios básicos; se estima que los ingresos promediales en esos países, durante el mismo período, casi se duplicaron. Un niño nacido hoy tiene una esperanza de vida 8 años mayor que tres décadas atrás (PNUD, 2001).

Los ejemplos en uno u otro sentido pueden multiplicarse. En cualquier caso, las tendencias no son tranquilizadoras: «Si el progreso mundial prosigue con la misma lentitud, pasarán más de 130 años hasta que se haya eliminado el hambre en el mundo» (PNUD, 2002: 1).

A un nivel más integrado, se constatan avances notorios, como en algunas zonas de Asia Oriental, y alarmantes retrocesos, como en gran parte del África Subsahariana. En esta región, al igual que en otras, lo que se afirma no es tanto la dependencia sino la marginación y aun la exclusión; «África se cae del mapa del capitalismo», tituló hace ya tiempo un periódico; es una exageración, pues, por ejemplo, los recursos naturales que allí existen siguen interesando, sin duda, a las grandes empresas, pero buena parte de las actividades y de las personas de ese continente son reducidas a una extrema marginalidad por los procesos de globalización.

Seguramente, seguirá habiendo avances y retrocesos, pequeños y grandes. Una pregunta que, sin embargo, no parece tener aún respuesta clara es la de si ha fracasado el desarrollo como proyecto integral, capaz de generar ideas fecundas y de inspirar prácticas transformadoras de amplio espectro. En todo caso, la cuestión se plantea en nuevos términos ante la mutación social en curso.

7.2. Ciencia y tecnología en el Norte y en el Sur

En la incipiente «sociedad capitalista del conocimiento», la ciencia y la tecnología desempeñan un papel central, pero geográficamente diferenciado; para captar las dimensiones actuales del subdesarrollo, es preciso intentar un análisis de esa diferenciación.

Por supuesto, el Sur no existe; ni el Norte. Tampoco ha existido un «mundo desarrollado» o el «país en desarrollo». Sólo existe, presumiblemente, la inabarcable heterogeneidad de lo real concreto.

Como enseñaba Toynbee (1972: 485), a quien glosamos en este párrafo, todo estudio, en las ciencias sociales como en las ciencias naturales, está sujeto a las limitaciones del pensamiento humano, la primera y más grande de las cuales es que debe violentar

la realidad, disecándola y, por ende, distorsionándola, para poder comprenderla en alguna medida. Las facetas de todo fenómeno son innumerables, por lo cual puede ser clasificado de múltiples maneras, sin que una clasificación pueda captar más que una fracción de los fenómenos que reúne en una misma clase. No podemos entender nada del universo sin asumir que está articulado de alguna manera; aunque las articulaciones que encontramos o construimos son siempre susceptibles de ser acusadas de artificialidad o arbitrariedad, sin ellas no podemos pensar ni actuar.

En las comparaciones entre distintos conjuntos de fenómenos o procesos, no se pretende, por cierto, dar cuenta de «la realidad». Se focaliza la atención en algunos «hechos estilizados», como a menudo se dice, que permiten, por un lado, detectar importantes similitudes entre varios procesos, sin mengua de su irreductible originalidad, y por otro lado, distinguirlos de otros procesos, sin desmedro de que no falten los parecidos. Se aspira a captar, así, ciertas lógicas que permitan organizar una parte sustantiva de lo que observamos.

Cuando se habla de «ciencia y tecnología en el Norte», por ejemplo, se está pensando en el «tipo» o concepto que se obtiene articulando mediante el pensamiento una multitud de elementos y rasgos que han sido observados de manera más o menos aislada, «acentuando unilateralmente uno o varios puntos de vista» e integrando sus consecuencias en «un marco ideal no contradictorio» (Weber, 1992: 172). El «tipo» es un marco para pensar, una imagen «en la que construimos relaciones», sin otra significación que la de un «concepto límite» con el que se compara una cierta realidad, «para clarificar el contenido empírico de algunos de sus elementos importantes» (Ídem: 176).

En el sentido antedicho, abordamos una «comparación estilizada» entre dos contextos, por un lado el Norte o «el centro», constituido por los países capitalistas industrialmente más avanzados, y por otro lado, más bien que el Sur o «la periferia» en su conjunto, «un Sur», América Latina. Ésta ya es por sí sola inmensamente diversa, pero esa diversidad no desaparece con un recorte geográfico: se puede viajar del Primer Mundo al Cuarto sin salir de San Pablo, lo cual también podría decirse de Nueva York. Sin desmedro de ello, es posible construir una aproximación comparativa a las lógicas sociales en las que se inscriben de forma predominante la ciencia y la tecnología en el Norte y en «un Sur» que, en varios aspectos, aunque no en todos, parece representativo del mundo del subdesarrollo.

La concentración geográfica de las actividades de investigación y desarrollo

Empecemos mencionando algunos números, pocos y aproximados, pues lo que importa no son los decimales, sino los grandes trazos que las cifras dibujan.

Los países «centrales» cuentan con el 20% de la población mundial, pero con más del 70% del total de investigadores y con casi el 85% de la inversión en I+D. Por cada millón de habitantes, hay unos tres mil investigadores en el Norte y no mucho más de trescientos en el Sur; la inversión en ciencia y tecnología por habitante es en el Norte casi 19 veces mayor que en el Sur (UNESCO, 2001).

El abismo que separa al Norte del Sur se refleja igualmente en otro tipo de indicadores: publicaciones científicas, participación en el comercio mundial de productos de alta tecnología, patentes.

La valoración social del conocimiento

El «Norte» se caracteriza por ser el espacio donde se gestó un modo de producción que resultó dominante en todo el mundo. En buena parte asociado a ello, se fueron configurando las relaciones entre la producción de conocimiento, su utilización y las orientaciones predominantes en la sociedad.

Por cierto, las construcciones institucionales derivadas de esta evolución estuvieron muy marcadas por diferencias nacionales. La valoración social del conocimiento científico y tecnológico, su identificación como factor de progreso económico y social, el *status* social de quienes realizaban actividades de I+D, el lugar desde el cual cumplieran su actividad, también reconocen «identidades» nacionales e, incluso, locales. Pero más allá de todo esto, en el proceso se configuró una concepción básica, que distingue el contexto «central» del periférico: el conocimiento es una herramienta estratégica en la construcción económica, política y social y, por eso mismo, la responsabilidad nacional en su creación resulta irrenunciable.

Por consiguiente, más allá de lo nuevas y diversas que puedan ser, por ejemplo, las modalidades concretas de vinculación entre el Estado, la industria y la academia, e incluso los conflictos que los oponen, en los países «centrales» existe un compartido «sentido común» al respecto. Este sentido común fue emergiendo a medida que el capitalismo se entretreía con la industrialización, y se afirmó definitivamente en el siglo XX. Quizás lo que mejor lo expresa sea la convicción de que el conocimiento es un recurso nacional, propio, con una fuerte componente de elaboración local. Es decir que, pese a todo, no se trata de una mercancía como cualquier otra, pues no se renuncia a producirla porque haya quienes lo hagan con mayor energía o eficiencia.

En el subdesarrollo, en cambio, la adscripción al modo de producción dominante se hizo bajo modalidades muy diferentes a aquellas del centro. En particular, mientras allí se reconocía cada vez más la importancia estratégica del conocimiento como cuestión nacional, durante mucho tiempo en la periferia lo que hacía falta saber se importaba en su casi totalidad, bajo forma de maquinaria, de técnicos o de sabios. La producción moderna y la generación de conocimientos nacieron así divorciadas; las secuelas de dicha separación se sienten aún hoy.

En el Norte, los circuitos de producción de bienes y servicios están bastante bien articulados con los circuitos donde se crean conocimientos; desde ambos ámbitos, esa articulación es considerada estratégica, lo que, a su vez, legítima la intervención estatal para asegurarla y promoverla. En el Sur, queda poco espacio para ese relacionamiento a nivel nacional, pues lo que se articula con fluidez es la producción interna de bienes y servicios con la generación externa de conocimientos; esto surge de la historia, con

sus secuelas en los imaginarios colectivos y en los hábitos políticos. En general, parece «natural» que ello suceda, y el gobierno no tiene necesidad de adoptar mayores decisiones para que siga sucediendo así; para hacer algo distinto, en cambio, hay que «invertir políticamente» en opciones conflictivas y arriesgadas.

El actor empresarial

Cuando enfocamos nuestro tema desde el punto de vista de la actividad empresarial, el dato que mejor expresa la distancia entre contextos es la distribución del gasto en I+D entre el Estado y el sector privado. Mientras que en el «centro», con todas sus variantes, la participación del sector privado no baja del 40%, alcanzando en ocasiones al 80%, las actividades de I+D en el subdesarrollo son financiadas en más de un 80% por entidades públicas. Si además tenemos en cuenta las diferencias entre lo que invierten los distintos países en I+D, resulta que, en términos generales, el actor empresarial hace una contribución marginal al desarrollo científico y tecnológico nacional en el Sur.

Si ése es el panorama predominante, ¿cuáles son las tendencias? Existen sectores empresariales en contextos subdesarrollados que consideran que la vinculación con el circuito nacional de generación de conocimientos es vital para la competitividad de sus empresas; en tales grupos, es frecuente entender además que el Estado tiene un papel que desempeñar en la articulación de la oferta y la demanda de conocimientos. Pero esos sectores son minoritarios; su peso económico y social, pequeño, y su capacidad de influencia política, débil.

En América Latina, las actitudes empresariales fueron modeladas en un contexto en el que la producción y la investigación tenían muy poco contacto a nivel nacional, mientras que lo prioritario desde el punto de vista de las ganancias era incidir en las decisiones coyunturales de los gobiernos. El corto plazo sigue teniendo un peso decisivo en la rentabilidad, en particular por la inestabilidad de las políticas nacionales y la vulnerabilidad de las economías; cuando se incrementa la influencia de los mercados financieros globales y la incertidumbre que generan, resulta muy difícil fijar la atención en el largo plazo, único horizonte en el que resulta rentable hacer inversiones vinculadas con la innovación técnico-productiva.

Factores similares inciden en el escaso grado de cooperación entre empresas. Los gobiernos no la han fomentado, como lo hacen, por ejemplo, a través de las políticas de compras del Estado varios países del Norte, como ya dijimos. La escasa atención brindada al conocimiento y a la construcción de capacidades innovativas ha redundado en la debilidad de la cooperación interempresarial en la I+D «precompetitiva», es decir, en la que apunta a obtener soluciones que puedan beneficiar a todos los involucrados. Otra vez, nos encontramos con el peso, tanto en el pasado como en el presente, de la coyuntura: en el corto plazo, lo que se impone es competir; sólo a más largo plazo tiene sentido cooperar. Pero, sin ánimo de paradojas, el largo plazo está mucho más lejos en la periferia que en el «centro».

En la comparación de las actitudes prevalecientes entre los empresarios en el Norte y en el Sur, la demanda de conocimientos y la capacidad para cooperar muestran, pues, diferencias relevantes, que se esquematizan en el siguiente cuadro.

	Norte	Sur/América Latina
Demanda empresarial de conocimientos	Alta	Escasa
Cooperación entre empresas	Bastante fuerte	Muy débil

Las universidades

Las diferencias en la demanda de conocimientos, tanto en la complejidad de los mismos como en la intensidad con que se los solicita, inciden de forma directa en las vinculaciones de las universidades con las aplicaciones de la ciencia y la tecnología.

En el Norte, se afirma que ha emergido una «universidad empresarial», en tanto que institución directamente involucrada en la capitalización del conocimiento avanzado (Etzkowitz, 1997); la caracterización es discutible, pero pone de manifiesto una dimensión mayor, ligada tanto a la importancia creciente de la investigación científica y tecnológica como a la tendencia a la privatización de sus resultados. En cualquier caso, parece indiscutible que las universidades típicas del Norte están estrechamente conectadas con el sector productivo, alto demandante de conocimientos.

En América Latina, en cambio, la debilidad, tanto cualitativa como cuantitativa, de la demanda de conocimientos endógenamente generados implica que la situación típica sea diferente: las universidades, más allá de sus propósitos, están bastante aisladas de la producción. Por lo general, cuando se las solicita, lo que se busca no requiere un esfuerzo de creación original, sino más bien un asesoramiento acerca de cómo usar conocimientos ya bien establecidos.

Lo dicho puede resumirse mediante el siguiente esquema:

Demanda de conocimientos	Norte	Sur / América Latina
complejidad	alta: universidad «empresarial»	baja: universidad «consultora»
intensidad	alta: universidad conectada	baja: universidad aislada

Las políticas

En el Norte las políticas para la industria, la tecnología y la ciencia pueden ser «explícitas», como lo han sido durante largo tiempo en Japón y en Europa, o «implícitas», según la tónica predominante en Estados Unidos. En cualquiera de los casos, esas políticas son reales: pueden detectarse sus propósitos, los recursos que les dedica el Estado y los instrumentos que utiliza, así como sus resultados, que, como siempre en la política, tienen una conexión muy variable con las intenciones. En líneas generales, el sector público ha colaborado activamente, y sigue haciéndolo, a impulsar la oferta nacional de conocimientos, invirtiendo en ello sumas importantes de manera sostenida y usando con tal fin las compras del Estado, impulsando la vinculación entre esa oferta y la demanda, dedicando a estas cuestiones equipos estables y a menudo muy calificados. En conjunto, esa actuación ha sido bastante eficaz, más allá de que su eficiencia pueda ser discutida. La eficacia ha resultado, en buena medida, de que las políticas industriales y tecnológicas de los países centrales presentan un grado importante de compatibilidad con otras políticas públicas, incluso las financieras.

Por su parte, las facetas predominantes durante la última década por lo menos en las políticas para la ciencia, la tecnología y la industria en América Latina incluyen: (i) su bajo financiamiento; (ii) la escasa utilización de las compras públicas para impulsar las capacidades nacionales de innovación; (iii) la venta de empresas estatales en sectores estratégicos, como las telecomunicaciones, a compañías extranjeras, que transfieren el grueso de las actividades de I+D a sus países de origen; (iv) la apertura irrestricta de la economía, que no deja lugar al apoyo para el aprendizaje de las industrias incipientes; (v) la prioridad asignada de hecho a la gestión económica a corto plazo, lo que es poco compatible con el fomento de la innovación. Como consecuencia de los factores destacados, lo que se proyecta hacer en el terreno de la I+D a menudo se ve desvirtuado por disposiciones generales de la conducción económica. En ese marco, las políticas científicas y tecnológicas tienen aspecto variable; a veces son explícitas pero, típicamente, resultan ser mucho más aparentes que reales.

El lugar en la agenda ciudadana

Lo que emerge de la comparación es bastante más que la profunda diferencia de capacidades para afrontar los desafíos del cambio científico y tecnológico. Hemos presentado la innovación como un proceso social inherentemente complejo y conflictivo, vinculado con la técnica, las instituciones y la cultura, en el que influyen como factores centrales los intereses, orientaciones y valores de los distintos grupos que de una u otra manera intervienen o podrían hacerlo. Débil será la innovación si los trabajadores la identifican con la desocupación, si los empresarios no la asocian a la competitividad, si los dirigentes suponen que la ciudadanía no cree en la importancia de la cuestión, si los gobernantes desconocen las capacidades del país en la materia, si la cultura nacional

subestima a la técnica y a los técnicos. Todo ello está muy relacionado con la medida en que los avances del pasado se han apoyado en la innovación técnico-productiva: la índole de la asociación entre ésta y el progreso social en los imaginarios colectivos depende mucho de la historia. Trayectorias muy distintas han llevado a que la ciencia y la tecnología ocupen, en la agenda ciudadana de las cuestiones que merecen atención, un lugar relevante en el Norte y marginal en el Sur.

7.3. Sistemas nacionales de innovación y subdesarrollo

Para resumir la comparación precedente y destacar algunas de sus implicaciones para la problemática del subdesarrollo, recurriremos a la teoría de los sistemas de innovación, presentada en el capítulo 5.

Ahora bien, para hacer uso efectivo de esta herramienta conceptual en relación a las regiones periféricas se requiere una elaboración que tome en cuenta sus especificidades. Como se viera antes, esa teoría surgió como resultado de investigaciones empíricas llevadas a cabo en los países muy industrializados, es decir, en el Norte, y se refiere a una serie de situaciones presentes en dichos países, a las que se llegó después de décadas de co-evolución entre políticas públicas, comportamiento empresarial y transformaciones, tanto en las formas de producir conocimiento como en los saberes producidos. En el subdesarrollo, sin embargo, y más allá de la difusión masiva que su uso está teniendo, el concepto de Sistema Nacional de Innovación pierde nitidez, y se tiende a emplearlo como si fuera útil en todas las situaciones. Por eso, vale la pena «mirar el concepto desde el Sur», a efectos de evaluar hasta qué punto sugiere las mismas cosas en distintos lugares, destacar qué aspectos resultan más relevantes y, eventualmente, detectar cuestiones que hayan sido descuidadas, pese a ser significativas.

Desde esa perspectiva, entre los puntos especialmente importantes figuran los siguientes (Arocena y Sutz, 2001).

i) El SNI es un concepto que se generó a partir de realidades socio-económicas, políticas y culturales que mostraban un importante grado de articulación entre actores involucrados de formas diversas en la innovación. Esas realidades tenían en común, también, un alto nivel de consenso en torno al papel que la investigación y la innovación jugaban en su desarrollo económico y en la sustentabilidad del mismo. En ese sentido puede decirse que el SNI es un concepto «ex post»: lo que busca es describir en forma sintética una realidad en buena medida preexistente. En el Sur, en cambio, donde las situaciones a las que alude el concepto son mucho más débiles o simplemente inexistentes, el SNI es un término prescriptivo y no descriptivo; dicho de otro modo, se trata de un concepto «ex ante».

ii) El SNI es un concepto con carga normativa. Esto no significa que haya «un» sistema ideal, que deba servir de patrón de comparación o al que haya que esforzarse por imitar. Pero, si bien no formula modelos prescriptivos, en varias de sus formulaciones la teoría a la que nos referimos incluye apreciaciones acerca de qué tipo de valores, acti-

tudes, modalidades operativas y formas de organización hacen más eficiente el funcionamiento de un sistema nacional de innovación.

iii) Dicha carga normativa presenta un énfasis muy especial en los aspectos relacionales. El SNI «es mejor» cuánto más funciona como articulador entre actores con perspectivas, inserciones e intereses distintos en relación a la innovación, y cuánto más promueve interacciones directas entre ellos. De hecho, la diversidad y densidad del tejido relacional en materia de innovación constituye uno de los aspectos más relevantes de un SNI.

iv) Los SNI son objeto de políticas. Esto no quiere decir que puedan ser «decretados», ni en su existencia misma ni en su funcionamiento. Pero sí pueden definirse objetivos en materia de comportamiento innovativo de una sociedad o de ciertos sectores de la misma, a cuyo logro se puede contribuir a través de una serie de construcciones institucionales nuevas, de cambios en las formas de operar de otras ya existentes, y de los mecanismos a través de los cuales interactúan. Semejantes transformaciones surgen con frecuencia de iniciativas del sector público, pero no pocas resultan de la exitosa articulación de intereses privados. Lo que importa destacar aquí es que si bien los SNIs «evolucionan», acompañando a cambios que se producen en diversas esferas que afectan a su comportamiento, también pueden ser transformados a partir de cursos de acción deliberados.

v) Los SNIs describen situaciones sociales en las que está presente el conflicto. Éste se plantea en dos dimensiones: una, al interior del sistema de innovación, y otra, a nivel más general o macrosocial. Los conflictos «internos» tienen que ver, fundamentalmente, con competencias institucionales y, también, con problemas interinstitucionales. ¿Quién asume las políticas científicas, tecnológicas y de innovación? ¿A quién le corresponde la coordinación institucional? ¿Qué pesos relativos tienen el sector empresarial, el poder político y la academia? ¿Qué nivel de autonomía conserva el polo académico en el marco de presupuestos públicos decrecientes para la investigación? ¿Hasta qué punto se tienen en cuenta los impactos sobre las capacidades nacionales de innovación en las decisiones que se toman en ministerios, empresas públicas y otras órbitas del Estado? Los conflictos «externos», a su vez, se plantean en varios escenarios. Uno de ellos, muy importante, se da a nivel de la educación, en especial en lo que tiene que ver con la selección de los énfasis en la formación a todos los niveles y con las modalidades de la capacitación laboral. Otro tiene que ver con el grado de participación de los trabajadores en las transformaciones tecnológicas dentro de las empresas. Los SNIs no son socialmente neutros: sus configuraciones afectan de forma desigual a diferentes grupos sociales, brindando mejores oportunidades a algunos y amenazando a otros, lo que subraya que el conflicto constituye una de sus dimensiones.

Algunos de estos aspectos surgen específicamente al mirar desde el Sur el concepto SNI, típicamente el primero —la distinción entre los usos *ex post* y *ex ante* del concepto. Otros, como el tercero —el énfasis en lo relacional— está presente en todas partes. El segundo y el cuarto —la carga normativa del concepto y su utilidad para las políticas—

también están presentes en general, pero la teoría recibida no los hace muy explícitos y su importancia resulta por demás patente al reflexionar desde el Sur. Por último, el quinto aspecto —la dimensión conflictiva de los SNIs— está muy poco presente en la teoría, aunque recientemente se ha reconocido la necesidad de incorporarlo.

Las consideraciones precedentes llevan a presentar una comparación entre el Norte y el Sur mediante el cuadro siguiente.

Sistemas Nacionales de Innovación en el Norte y en el Sur

En el Norte

Es un *concepto ex-post*, elaborado a partir del análisis de procesos realmente existentes.

En el Sur

Es un *concepto ex-ante*, utilizado para analizar procesos de índole predominantemente virtual.

Es un concepto con fuerte énfasis en lo relacional, pero:

Las relaciones de innovación están entrelazadas en una densa trama social.

El entramado de relaciones innovativas está fragmentado y es a menudo más formal que real.

La noción de Sistemas de Innovación orienta el *diseño de políticas*, que:

Apoyan los esfuerzos deliberados para fortalecer diálogos y encuentros entre los actores que deben interactuar para que florezca la innovación.

Por lo general se reducen a una «copia» de instituciones y no inspiran acciones específicas para respaldar la innovación que realmente existe, a menudo informal y de naturaleza «intersticial».

Reflejan la legitimidad social, históricamente construida, de los esfuerzos nacionales para impulsar la generación de conocimientos y la innovación.

Reflejan la falta de consenso sobre el papel de la investigación propia, consecuencia de una falsa oposición entre adaptar conocimiento ajeno y generar conocimiento propio.

7.4. Problemas y tendencias

Los cuestionamientos a la ciencia y la tecnología en contextos diferentes

Probablemente el parecido mayor entre el Norte y el Sur, cuando se observa el lugar que ocupan la ciencia y la tecnología en la agenda de las prioridades ciudadanas, sea el vigor de las posturas críticas.

Tales cuestionamientos, como ya se recordó, cobraron gran fuerza en el Norte a fines de los años 1960, y desde entonces han tendido a acentuarse, extendiéndose por todo el mundo y, al mismo tiempo, ampliando su temática. La preocupación ambiental, en sus innumerables formulaciones, se ha convertido en uno de los ejes ideológicos y políticos de nuestro tiempo. A través de, por lo menos, dos grandes vertientes, incide de forma profunda en la reconfiguración de toda la cuestión de «desarrollo, ciencia y tecnología».

Por un lado, ha ganado terreno la convicción de que el «estilo de desarrollo» del Norte no es sustentable, en particular por los niveles y las modalidades del consumo de energía. Así lo muestra la amplia atención que han recibido tanto el llamado Protocolo de Kioto, relativo a la emisión de gases contaminantes, como la negativa de Estados Unidos a ratificarlo. Los problemas globales planteados se agravan sensiblemente a medida que se extienden la industrialización y ciertas formas de consumo, como el uso de automóviles. Cabe notar, por ejemplo, que, según ciertas estimaciones, la degradación ambiental podría disminuir la producción china hasta en un 7% (Yusuf y Stiglitz, 2001: 233).

La ampliación a todo el planeta de las pautas de crecimiento económico que han caracterizado al Norte sería absolutamente insostenible desde el punto de vista ecológico. En un viraje llamativo, resulta que, si «la teoría de la escalera» para el desarrollo se demostrara efectiva, se derrotaría a sí misma, pues si los países «atrasados» suben por los mismos peldaños que ayer ascendieron los países hoy «avanzados», todos se sumirían en una catástrofe ambiental.

Por otra parte, la constatación de la creciente degradación de la «biosfera» ha inspirado algunas de las posturas más críticas respecto a la investigación científica y sus aplicaciones. Si ayer estas posturas las encarnaban en gran medida los movimientos antinucleares, aunque éstos no han dejado de manifestarse, hoy los rechazos han devenido mucho más amplios y se han extendido rápidamente al Sur. Cada vez más, tienen que ver con las tecnologías genéticas, lo que constituye un indicio más de cuanto crecen, a la vez, el papel de la biología en los procesos de innovación y el carácter conflictivo de los mismos. Por este camino, los cuestionamientos a la ciencia y la tecnología se van entretejiendo con los movimientos que denuncian la globalización.

Ahora bien, si desde este punto de vista son importantes las similitudes entre el Sur y el Norte, las diferencias resultan también significativas. En el «centro», las críticas y los conflictos han inducido cambios parciales, tanto en las prioridades de la investigación como en la orientación de la innovación; la labor científica dedica gran atención a los problemas ecológicos en sentido amplio, se invierte en técnicas para preservar y/o reparar el ambiente, ciertas ramas industriales basan su competitividad en el desarrollo de tales técnicas. La extrema diversidad de opiniones y la incertidumbre asociada a la aceleración del cambio técnico hacen muy difícil pronosticar en qué medida cambiarán las prácticas, pero una tendencia parece clara: en lo que hace a la producción, a la salud y a muchos otros asuntos, incluido el ambiente, la actividad científica y tecnológica del Norte no está disminuyendo en absoluto.

En el Sur, los problemas, cuya solución exige, entre otros varios factores, poseer capacidades endógenas para generar y usar conocimientos, son los mismos que afectan

al Norte, y varios otros; su urgencia es a veces igual y con frecuencia muy superior; la tendencia dominante, sin embargo, no apunta hacia el fortalecimiento de tales capacidades.

¿Cuáles son las perspectivas? En el Norte se debate acerca de cómo y para qué hacer ciencia y tecnología, pero no está realmente en cuestión la centralidad de la investigación y la innovación; podrán alterarse en mayor o menor medida las pautas del crecimiento económico, pero difícilmente dejará éste de basarse en el conocimiento. En el Sur, gran parte de la investigación y la innovación tiene un carácter endeble y/o dependiente de lo que se hace en el Norte; es posible, pues, que los cuestionamientos frontales que están recibiendo lleven, más que a reorientarlas, a acentuar su debilidad.

Como lo ejemplificaremos en los párrafos siguientes, lo que se juega en la periferia es su grado de subordinación en la sociedad del conocimiento y la medida en que pagará los platos rotos de los cambios técnicos y productivos.

Riesgo y subdesarrollo

Una de las dimensiones fundamentales de la cuestión del subdesarrollo, en su configuración de hoy, puede enunciarse de forma concisa así: el Sur afronta los riesgos del Norte y otros.

Ya hemos hecho una breve referencia a los riesgos globales que la Humanidad comparte, ampliamente comentados en los medios de comunicación. Nos ocuparemos ahora de algunos de esos *otros riesgos*, que en realidad incluyen riesgos diferentes y cualitativamente mayores.

Los primeros son causados por la traslación al Sur de actividades o materiales que generan peligros y contaminación. Se instalan plantas productivas en condiciones que en el Norte no se aceptan, como bien se sabe por lo menos desde que en la ciudad de Bhopal, India, mucha gente murió como consecuencia de un accidente en una fábrica química. Desechos y residuos dañinos son transportados —a menudo de forma ilegal y/o muy rentable— a países periféricos, donde suelen ser depositados en condiciones poco adecuadas. Los motivos por los que ciertos gobiernos aceptan así importar riesgos tienen que ver con su subordinación política, con sus apremios financieros y también con su falta de capacidad para analizar de manera independiente los perjuicios potenciales de semejante comercio.

En el Sur, los peligros que estamos considerando pueden ser mayores que en el Norte, por lo difícil que resulta encarar «la caracterización del riesgo como un proceso integral», que debe combinar el análisis científico con la deliberación política (López Cerezo y Luján, 2000: 171).

El escaso potencial de investigación traba el estudio independiente y debidamente contextualizado de los peligros potenciales de ciertas actividades, por lo que es frecuente tener en cuenta, sobre todo, elementos de juicio suministrados por quienes procuran vender sus productos y servicios, o resultados de investigaciones llevadas a cabo en contex-

tos distintos. Las resoluciones gubernamentales en la materia pueden verse afectadas de manera desfavorable por esos factores y también por otros de naturaleza propiamente política, como la inexistencia de un marco democrático o, cuando éste existe, por la muy reducida participación ciudadana en la adopción de decisiones, fenómeno habitual en América Latina.

Subrayemos que contar, por un lado, con capacidades de investigación y, por otro, con canales para la participación democrática, son condiciones necesarias pero no suficientes para la adopción de decisiones eficaces, ya que éstas deben realmente integrar el análisis científico con la deliberación política. Semejante labor de integración resulta muy ardua a la vista de uno de los rasgos mayores que caracterizan al «Sur», la *ajenidad social de la ciencia y la tecnología*.

Como ya fuera mencionado, las principales tradiciones educativas, las ideas políticas dominantes y las diversas vetas que constituyen «la cultura oficial» del Sur prestan escasa atención a la ciencia y a la tecnología, no asignando mayor valor a su cultivo endógeno. Tales rasgos planean en general por encima de las diferencias ideológicas; son comunes incluso a contextos donde la historia y la cultura han forjado actitudes muy distintas. No puede extrañar que, en tales condiciones, la mayoría de la gente en los países periféricos suponga —a veces erróneamente— que la investigación científica y tecnológica de alto nivel es algo que sólo se realiza fuera de fronteras.

En resumen, lo que se constata es la escasa capacidad para establecer las *propias agendas científicas y políticas*. Enfocado desde este ángulo, el subdesarrollo aparece como dependencia, y se refleja en las carencias para encarar, a partir de prioridades propias, los riesgos inducidos por el cambio técnico.

La problemática del desarrollo ante las ciencias de la vida

Buena parte de la cuestión que nos ocupa se manifiesta claramente en el campo de la biología y sus aplicaciones, donde se expresan con gran vigor las polémicas acerca de oportunidades y riesgos, así como el tipo de conflictos que se asocian con la innovación en el Sur.

Cuando, en los años 1980, la biotecnología moderna empezó a recibir cierta atención en los países periféricos, la principal preocupación era la eventual caída de sus exportaciones tradicionales de productos del agro, debido al incremento del potencial productivo en ese sector que los países centrales podrían construir con aquella tecnología. También empezó a difundirse la idea de que el avance de las ciencias de la vida ofrece oportunidades para atender con mayor eficiencia que en el pasado una amplia gama de problemas de la producción, la salud y el ambiente. Así, algunos gobiernos del Sur —como los de Cuba e India— impulsaron la generación endógena y la aplicación de conocimientos biotecnológicos en sus países. Al mismo tiempo se extendió el uso de plantas genéticamente modificadas, sobre todo por parte de grandes empresas multinacionales. Tales procesos han encontrado, en varios lugares, rechazos explícitos de sectores significativos de la población, con lo que se ha dibujado una línea de fractura mayor.

Por un lado, se destacan los éxitos de las nuevas técnicas de base biológica en materia de salud. Utilizando plantas y animales como «biorreactores», se han producido nuevos fármacos y vacunas; se han logrado avances significativos en la restauración de tejidos, por ejemplo, y también en el tratamiento de enfermedades como la meningitis o la hepatitis, respecto a las cuales son ampliamente reconocidos los aportes de la investigación realizada en un pequeño país periférico como Cuba. La posición de su gobierno es que, además, la biotecnología puede hacer también un gran aporte a la seguridad alimentaria, al mejoramiento de la agricultura y a la preservación del ambiente.

Se afirma, adicionalmente, que la nueva biotecnología puede contribuir a superar la desnutrición, si se orienta la I+D correspondiente en esa dirección. «Así ha ocurrido con el caso del arroz que se ha modificado para aumentar sus capacidades nutritivas —provitamina A con la introducción de un gen que permite que el arroz incorpore carotenos—», obteniéndose un tipo de grano que «será distribuido a los países en desarrollo —muchos de ellos con una dieta alimentaria basada en el arroz» (Muñoz, 2001: 135).

Por otro lado, en diversas partes del mundo, incluyendo la India, grupos campesinos se oponen en especial a los cultivos genéticamente modificados; temen que sus prácticas y conocimientos tradicionales sean dejados de lado, y les preocupa quedar bajo el dominio de las empresas multinacionales que controlan ese tipo de cultivos, cuyos efectos negativos sobre la biodiversidad denuncian.

Tales preocupaciones son compartidas por diversos movimientos sociales, que las extienden a las consecuencias generales de las biotecnologías para la salud y el ambiente. Denuncian que las modificaciones genéticas, a través del mecanismo de las patentes, crean nuevas dependencias y, en la agricultura, llevan a los monocultivos, lo que supone una mayor vulnerabilidad de la capacidad productiva ante fracasos o plagas. Destacan que los organismos genéticamente modificados (OGM) inducen efectos negativos colaterales, como el surgimiento de «super hierbas» malignas o el desarrollo de resistencias en insectos que constituyen plagas para los cultivos. Se propone reiteradamente el establecimiento de «moratorias» en la producción comercial de OGM —como lo hizo Río Grande del Sur, por su producción de soja el segundo estado de Brasil, a su vez segundo productor mundial en el rubro—, no permitiéndola mientras no se haya garantizado la «bioseguridad» y protegido los derechos de los pequeños agricultores.

Se ha planteado pues de manera muy conflictiva una interrogante sustantiva: la innovación biotecnológica, ¿es beneficiosa o contraproducente para la agricultura y la alimentación de los países del Sur? Los elementos de juicio en danza son tan disímiles y apuntan a conclusiones tan divergentes que los debates propiamente dichos pocas veces se llevan a cabo en realidad.

Algunas cosas parecen claras: en este terreno encontramos un ejemplo impactante de la tendencia general a la privatización del conocimiento que, vía patentes, se extiende a un campo que parecía estarle vedado. «La primera patente de animal transgénico fue concedida en 1988 a la Universidad de Harvard para proteger al «onco-ratón». Tras un rechazo inicial [...] a conceder la patente europea —y el éxito de una demanda ante la Corte de Apelación—, dicha patente fue aceptada» (Muñoz, 2001: 106). Se plantean

así grandes conflictos. India no acepta patentar seres vivos. El rechazo a esa tendencia se inscribe, con mucha fuerza, en la oposición general a la globalización; el Foro Social Mundial de Porto Alegre afirmó en 2002 que «los alimentos, los servicios públicos, la agricultura, la salud, la educación y los genes no pueden ser patentados. Rechazamos cualquier tipo de comercio y patentes sobre la vida.»

Una de las divergencias más netas es la de si el hambre puede erradicarse sólo mediante la redistribución de los recursos existentes o si ello exige, además, grandes cambios técnico-productivos. Un enfoque sugiere que el eje del asunto pasa por la evaluación del pasado y el futuro de la denominada «revolución verde».

Se requiere, en primer lugar, una distribución mejor de la riqueza, pero es clara también la necesidad de un aumento importante en la producción de alimentos en el ámbito mundial.

De la misma forma que no hubieran podido satisfacerse los requerimientos actuales de alimentos para los 6 billones de personas en el mundo sin las tecnologías que se desarrollaron durante la llamada *revolución verde*, es también evidente que con las actuales tecnologías no podrán satisfacerse las necesidades de la población mundial dentro de 20-30 años.

La primera *revolución verde*, que se desarrolló a finales de los cincuenta y durante la década de los sesenta, fue la combinación de la genética y la tecnología. La genética aportó nuevos genotipos de menor porte y con más eficiente uso de altos insumos de fertilizantes, aguas y pesticidas. El resultado fue un incremento enorme en la producción y fue, en esencia, exitosa, aunque con una alta carga contaminante.

La segunda *revolución verde*, de la que estamos hablando, no puede depender de nuevos insumos e incrementos de agroquímicos básicamente derivados del petróleo, primero porque hay menos, y en segundo lugar porque se requiere desarrollar una agricultura cada vez con menos daños ambientales. Ahora se trata verdaderamente de una doble *revolución verde*, primero para redireccionar el desbalance de la primera, minimizar el uso de pesticidas con un control integrado de plagas y enfermedades, lograr una mayor eficiencia en el uso del agua y de los fertilizantes, logrando al final rendimientos superiores con menos insumos. Debe lograrse, además, la incorporación de tierras no disponibles actualmente para la agricultura, por presencia de elementos tóxicos o por condiciones de salinidad y sequía.

Sería imposible vencer esos retos sin la combinación del uso de la biotecnología con el de otras prácticas sostenibles en el sector agropecuario (Borotto, 2002: 19-20).

Otros autores ofrecen un balance negativo de la revolución verde y entienden que recurrir a las biotecnologías sería contraproducente, si la meta es enfrentar el hambre y mejorar las condiciones de vida de los grupos humanos más postergados del planeta; para ello, la actuación debería concentrarse en la distribución más equitativa de los recursos, el acceso a la tierra y las reformas agrarias.

En cualquier caso, queda en evidencia que sigue sin resolverse una de las cuestiones cardinales del subdesarrollo.

La salud de la agricultura seguirá siendo un determinante clave del bienestar, el crecimiento y la estabilidad política en el siglo XXI. En una era de condiciones ambientales empeoradas y de más fuertes restricciones de recursos, la seguridad alimentaria constituirá un objetivo mayor; para conseguirlo, los países tendrán que luchar muy duramente. Esa lucha puede extenderse a los derechos sobre el agua. Si lo hace, las posibilidades de conflicto en ciertas partes del mundo serán significativas (Yusuf y Stiglitz, 2001: 258).

Un especialista de larga trayectoria en el tema (Swaminathan, 1998) sostiene que las nuevas variedades de trigo o arroz de alto rendimiento, definitorias de la «revolución verde», según se la bautizó en 1968, produjeron «dramáticos incrementos» en la producción de alimentos en varios países subdesarrollados; en la India, por ejemplo, la producción de granos pasó de 50 millones de toneladas en 1947 a 200 a fines de los años 1990. El mismo autor afirma que, en varias áreas que han sido escenario de la «revolución», el uso excesivo de fertilizantes minerales y pesticidas químicos ha deteriorado los suelos, contaminado el agua y expandido las plagas resistentes a los tratamientos, lo cual ha generado advertencias acerca de una crisis alimentaria en el nuevo milenio. Considera que los avances de la biología molecular y la biotecnología pueden ser útiles para producir más en formas ecológicamente sustentables, si se atiende con cuidado a los diversos peligros involucrados, en particular por los OGM, mediante acuerdos internacionales para la bioseguridad y la preservación de la biodiversidad. Impulsa una «revolución siempre verde», basada en la «ecotecnología», entendida como la integración de lo mejor del conocimiento tradicional con las «tecnologías de frontera», el reciclaje orgánico, la gestión eficiente de la energía y la promoción de fuentes alternativas, a partir de una amplia labor de información y capacitación. En la agricultura —afirma— ello significa pasar de un enfoque centrado sólo en las mercancías a «sistemas integrados intensivos».

Recapitemos. La apropiación y el patentamiento por empresas transnacionales del conocimiento sobre la vida, tanto del nuevo como del tradicional, ejemplifican ciertas modalidades nuevas de subordinación de las regiones periféricas. La dependencia alimentaria de un conjunto grande de países subdesarrollados ilustra su debilidad productiva, ligada a su comparativamente escasa capacidad para incorporar conocimiento y calificación a las actividades económicas. Perspectivas como las de una «segunda revolución verde» apuntan a un análisis en profundidad de los procesos históricos de incorporación de tecnología, de sus logros y carencias en lo técnico y en lo social, de los requisitos para superar los perjuicios del pasado, de las posibilidades de afrontar los enormes problemas de hoy y de mañana.

Pero el debate planteado corre el riesgo de polarizarse, en más de un lugar, entre la aceptación acrítica y el rechazo en bloque de las nuevas biotecnologías. La primera opción no ofrece defensas frente a potenciales efectos negativos y facilita el desplazamiento del Norte al Sur de las actividades productivas más riesgosas. La segunda opción desaprovecha toda una gama de posibilidades valiosas y puede restar apoyo al, en promedio, endeble esfuerzo científico y tecnológico autónomo de la periferia.

La aplicación eficaz de las ciencias de la vida a cierto ámbito es, en general, específica y dependiente de tal contexto; por tanto, requiere realizar una gran cuota de investigación localizada en el ámbito de que se trate. Por otra parte, en esas disciplinas los países periféricos suelen ser más fuertes que en otras, lo que ofrece una base importante para la expansión de sus capacidades para la investigación y la innovación. En América Latina por ejemplo, la biología es, indiscutiblemente, la «reina de las ciencias», se mida en investigadores, en producción de artículos científicos o en número de doctores. Si, como sugeríamos en la sección 5.4, está emergiendo un verdadero sistema sectorial de innovación en ciencias de la vida, las fortalezas cognitivas en esas ciencias que tienen los países del Sur constituyen un dato de la mayor importancia.

No puede dejar de observarse que las TICs, tecnologías clave del último cambio de paradigma tecno-económico, en la teorización de Carlota Pérez y Christopher Freeman, tenían una base cognitiva construida y liderada por comunidades científicas y tecnológicas radicadas en países muy desarrollados. Por cierto, no se trata de que el liderazgo en las ciencias de la vida se haya desplazado al Sur: mal podría ser esa la situación, entre otras cosas visto el inmenso volumen de la inversión en I+D realizada por la industria agroquímica y farmacéutica así como por los presupuestos públicos en salud de varios países del centro, especialmente el de Estados Unidos. Pero no es lo mismo participar de forma activa en la producción mundial de conocimiento en un área estratégica que hacerlo de forma marginal: las posibilidades de pensar con cabeza propia la solución a los propios problemas, incluyendo un mayor aprovechamiento de las oportunidades de cooperación internacional, se presentan más promisorias.

La conjunción en el «campo biológico» de los dos factores mencionados —«contextualidad» del conocimiento y capacidad para producirlo— hace que cuando éste deviene más gravitante que nunca, estén en juego no sólo nuevos riesgos sino también grandes oportunidades para el Sur. Una de esas grandes oportunidades —entre las más grandes— es la de que comunidades muy pobres en el Tercer Mundo se beneficien de soluciones derivadas de las biotecnologías modernas para incrementar y diversificar su producción tradicional. La tarea dista de ser simple, sin embargo, y remite a cuestiones ya discutidas: cómo se define la agenda de investigación, cuán estrechas son las relaciones entre usuario y productor en materia de diseño de innovaciones, cuánto se tiene en cuenta que todos los saberes cuentan.

Refiriéndose a las biotecnologías, dice Joske Bunders, investigadora holandesa que trabaja en el desarrollo de estrategias participativas para innovaciones biotecnológicas útiles en contextos periféricos (1994: 154):

El factor más crítico en la generación y adopción de nuevas tecnologías resulta ser la ausencia de comunicación y cooperación entre varios grupos y tipos de personas cuyas contribuciones son esenciales: granjeros, científicos, hacedores de políticas, extensionistas y otros, como el sector privado.

Bunders señala que, en general, la investigación agrícola y el extensionismo en el Tercer Mundo siguen un modelo del tipo «de arriba hacia abajo», que funciona bien

para granjeros ricos o para productores de *commodities* de alto precio, puesto que éstos tienen la capacidad de llegar con sus demandas a la parte de arriba del modelo, es decir, a los investigadores, bien sea en persona o a través de las organizaciones que los agrupan. En cambio, «los granjeros pobres de pequeña escala, especialmente los que trabajan en áreas agro-ecológicas heterogéneas de bajo potencial, carecen de organizaciones efectivas a través de las cuales hacer conocer sus necesidades. Como consecuencia, los investigadores no reciben suficiente información acerca de las condiciones y recursos de esas gentes de modo de plantearse prioridades y objetivos relevantes»; si este problema no se enfrenta a través de la planificación conjunta de la investigación, en lo que la autora define como «enfoques interactivos de abajo hacia arriba», de nada servirán encuestas, experimentos, pruebas y demostraciones (ibid: 155). La innovación y en particular la producción de innovaciones socialmente útiles es, recordémoslo, tanto más eficaz cuanto más interactivo es el proceso, sea que quienes en él intervengan tengan niveles culturales similares y pertenezcan al mismo país o vivan, en más de un sentido, en mundos distintos. Las ciencias de la vida no constituyen una excepción a esto, más bien al contrario. Bunders, al igual que muchos otros, afirma que la biotecnología es capaz de apuntar a la solución de ciertos problemas agudos que afectan a poblaciones rurales pobres de la periferia, y agrega: «Esa biotecnología no tiene por qué que ser “baja” tecnología; alcanza con que sea apropiada» (ibid: 179). Importa destacar que aquí el concepto «apropiado» implica también «colectivamente construido», a través de «enfoques interactivos de abajo hacia arriba», en que todos participan como actores del proceso de innovación.

¿Inserciones neoperiféricas en la «nueva economía»?

Lo que hace medio siglo constituía el «Tercer Mundo» ha experimentado una evolución no menos diferenciada que su historia anterior. Algunas naciones —muy pocas— construyeron economías industriales dinámicas. Varias conocieron procesos de crecimiento económico en promedio muy considerable, con avances sociales significativos pero parciales y muy desparejos. Otras retrocedieron en casi todos los aspectos, constituyendo un «Cuarto Mundo» signado por la marginación más que por cualquier otro rasgo. La mayoría, si bien han recorrido desde entonces trayectorias bastante distintas, sigue conformando un siempre heterogéneo Tercer Mundo, en tanto que no han disminuido, sino más bien al contrario, el carácter subordinado de su imbricación en la economía internacional y su dependencia respecto a los «países centrales». El atraso sigue siendo, además, subdesarrollo.

Lo dicho se comprueba hasta en terrenos que en principio parecen ajenos, como el de las patentes de invención. Mientras que en los países desarrollados las patentes concedidas a residentes tienden a crecer en medida igual o superior a las de no residentes, en el subdesarrollo la tendencia es la inversa. «Dicha tendencia está asociada a la utilización de las patentes por parte de las empresas extranjeras para comercializar e importar sus productos, lo que en muchos casos va en detrimento del desarrollo de la producción y las capacidades tecnológicas locales» (Cepal, 2002a: 234).

Está claro que la dependencia de hoy no es idéntica a la de ayer: la historia siguió su curso y parece haber entrado en una etapa globalmente diferente; advino una gran revolución tecnológica en la cual los «centros» se reconfiguraron; algunos países lograron aprovecharla para escapar al atraso; grandes esperanzas en el desarrollo recorrieron un ciclo de la aurora al atardecer. Sin duda, el mundo es muy otro. Pero el Sur sigue estando allí, visible no sólo en la obvia inferioridad de las condiciones promediales de vida, sino también en la clara asimetría en materia de ciencia, tecnología e innovación.

¿Cómo dar cuenta, sintética y simultáneamente, de las permanencias dentro de los cambios y de los cambios dentro de las permanencias? Ante la sociedad capitalista del conocimiento que se va configurando en el Norte, no es fácil predecir qué papeles podrán o sabrán desempeñar los distintos «Sures». Desde uno de ellos, América Latina, se avizoran algunos elementos de juicio como los que, a título de ejemplo abreviado, mencionamos a continuación.

Durante la década de 1990, la evolución económica del continente se caracterizó por el drástico incremento en la gravitación del mercado; disminuyó sensiblemente el papel del Estado, fueron privatizadas gran parte de las empresas públicas, se facilitó un rápido crecimiento de las importaciones y se ofrecieron amplias oportunidades a la inversión extranjera. Tales procesos generaron nuevas tendencias de especialización productiva; en líneas generales, ésta se basa en los productos primarios y en los bienes manufacturados de bajo contenido tecnológico.

Por un lado, se debilitaron los sectores intensivos en conocimiento. Por otro lado, se expandieron fábricas que, dedicándose al procesamiento de recursos naturales o a las actividades de tipo «maquila» o ensamblaje, operan sin agregar mayor «valor de capacitación y conocimiento» a lo que producen.

Imbricándose en el proceso de globalización productiva —comentado en el capítulo 6—, varias de las industrias latinoamericanas más importantes han pasado a formar parte de redes internacionales de producción. Al mismo tiempo, la importación de maquinaria sofisticada se ha abaratado. Como consecuencia, se han dejado de lado gran parte de los esfuerzos locales de ingeniería, antes orientados a adaptar equipos y mantenerlos funcionando, mientras que muchas actividades de generación de conocimientos han sido desplazadas a las sedes centrales de las redes o empresas globales.

El proceso apuntado tiene manifestaciones y consecuencias muy concretas: como ya se destacó, se han cerrado los laboratorios de I+D de varias empresas públicas privatizadas; empresas privadas nacionales de alta tecnología han perdido gran parte de sus clientes; se hace todavía más fuerte que antes la propensión a comprar en el «centro» el conocimiento requerido, lo que se considera la opción «segura». En el terreno técnico-productivo, al menos, no parece que las reformas «amistosas con el mercado» hayan fomentado mucho el gusto empresarial por el riesgo.

Por supuesto, hay ejemplos y contraejemplos, pero como resultante se destaca una pérdida de capacidades endógenas, de pericias y conocimientos, que puede ser descrita como un proceso de «des-aprendizaje».

Esos factores modelan las cambiantes relaciones del continente con el Norte. En América Latina, como en otras áreas del Sur, se ha configurado una reinserción o nueva inserción en el mundo, que es más estrecha que en el pasado reciente, más directamente sujeta a los vaivenes del acontecer internacional, más condicionada de forma inmediata por las dinámicas de la economía global.

En tal proceso se insinúa una reproducción con transformación del antiguo sistema de la «división internacional del trabajo» entre países productores de bienes industriales y zonas productoras de materias primas. La inserción periférica de estas últimas en dicho «sistema mundial» promovió la concentración y especialización de sus esfuerzos en actividades en las que era comparativamente baja la importancia de la investigación, los aprendizajes y la innovación de carácter endógeno. La globalización contemporánea de la producción mundial tiende a estructurarla como un reparto de naturaleza dual, concentrando en el Norte las tareas intensivas en educación avanzada, ciencia y tecnología, mientras que se despliegan por el Sur gran parte de las labores productivas con baja participación de actividades locales intensivas en conocimiento. En este sentido, el Sur latinoamericano parece vivir una *reinserción neoperiférica* en la economía internacional.

Para avanzar en la caracterización de lo que es hoy el subdesarrollo, y de lo que puede o no ser mañana, es necesario estudiarlo en el contexto más amplio de la desigualdad en la transición de sociedad en curso. Ése es el tema del próximo capítulo.

Las divisorias del aprendizaje

La emergencia de la sociedad capitalista del conocimiento, tal como hemos procurado caracterizarla en el capítulo 6, tiene una de sus expresiones más notables en el mundo del trabajo. La revolución tecnológica de la información se entretiene con una reestructura de las relaciones sociales e induce significativas transformaciones tanto en la organización de la producción como en las condiciones laborales; algunos tipos de empleo disminuyen y otros se expanden; en conjunto, se debilitan las posiciones de quienes realizan actividades poco vinculadas a formas de conocimiento relativamente avanzadas y en permanente cambio.

Las perspectivas del trabajo se ligan, de manera más directa y decisiva que poco tiempo atrás, con la formación individual y colectiva; es fundamental no sólo la educación a la que se ha podido o no acceder, sino también la posibilidad de trabajar en ambientes que sean en sí mismos fuentes de aprendizaje; la clave radica en la interacción entre las capacidades adquiridas y las oportunidades de usarlas en actividades que contribuyan a expandir esas capacidades.

Entendidos en sentido amplio, los procesos de aprendizaje condicionan fundamentalmente las aptitudes diferenciales para ubicarse ante la expansión de la innovación basada en el conocimiento. Las diferencias en materia de capacidades y en las oportunidades para hacerlas fructificar generan profundas brechas o divisorias entre sectores sociales y zonas geográficas. Ello ha llegado a ser un factor central de la cuestión del desarrollo y, más en general, de la problemática contemporánea de la desigualdad.

En este capítulo nos proponemos elaborar las afirmaciones contenidas en los párrafos precedentes.

8.1. Transformaciones en el mundo del trabajo

Entre los grandes procesos entretijidos en la Segunda Revolución Industrial figuran la disminución aguda del empleo agrícola, el acelerado incremento del empleo manufacturero y la organización «taylorista» de gran parte del trabajo fabril.

Los principios rectores de dicha organización, bien conocidos, ya fueron mencionados antes: estricta separación entre las actividades de concepción y dirección, por un lado, y las de ejecución, por otro; descomposición de éstas últimas en operaciones elementales, susceptibles de ser sistematizadas al detalle y encomendadas a personas con mínima preparación previa; consiguiente especialización de la mayor parte de los asalariados en la repetición rutinaria de tareas simples. Semejante sistema posibilitó una

reducción general de los costos salariales, tanto por el pago de menores retribuciones por tareas no calificadas como por el ejercicio de un mayor control sobre el proceso de trabajo y por la aceleración de sus ritmos

Los propósitos anotados han orientado, a lo largo de la historia, importantes esfuerzos técnicos y organizativos. Se ha sostenido que ahorrar tiempo fue el principal estímulo para la mecanización de la manufactura del algodón. Hacia la misma época, y un siglo antes de Taylor, el gran empresario innovador de la industria de la cerámica, Josiah Wedgwood, esbozaba ya un programa de introducción de máquinas, así como de sistematización y división del trabajo, orientado al disciplinamiento de los trabajadores. El objetivo sigue estando presente en la informatización y robotización contemporánea de múltiples tareas. También desde los comienzos de la industrialización fueron importantes los esfuerzos innovadores dirigidos a ampliar la jornada de trabajo, lo cual fue facilitado, por ejemplo, por el invento de la iluminación a gas a comienzos del siglo XIX (ver Freeman y Louca, 2001: 158, 169, 172).

Se ha sostenido incluso que la organización del trabajo y el modo de remunerarlo constituyen uno de los principales determinantes de la innovación. Argumentan Amable, Barré y Boyer (1997: 121) que, si los asalariados están poco o nada organizados, la legislación social es casi inexistente, larga la jornada de trabajo y bajos los salarios, las empresas no tendrán incentivos para encontrar innovaciones que economicen masivamente el trabajo, con lo que el crecimiento económico tendrá un carácter fundamentalmente extensivo; por el contrario, si los asalariados defienden sus intereses mediante sindicatos fuertes, en el marco de derechos reconocidos, generando una tendencia de largo plazo al aumento de sus remuneraciones y a la disminución de la jornada laboral, la innovación tecnológica y organizacional se constituirá en elemento esencial de la estrategia empresarial, y por ende, del modelo de crecimiento.

Las modalidades tayloristas fueron adoptadas, sobre todo, en fábricas de gran tamaño, donde las tareas, fragmentadas y «mecanizadas», se estructuraron en torno a la cadena de montaje, introducida por Henry Ford en la industria automovilística. En esa organización del trabajo, el obrero típico debe realizar una tarea única, sin ocuparse de conseguir materiales, reparar herramientas, entender lo que hace la persona que está a su lado o hablar siquiera su mismo idioma; se le puede capacitar en muy poco tiempo (Freeman y Louca, 2001: 276). Tal estructura se extendió, con mayores o menores variantes, a otras ramas, y fue puesta al servicio de la producción en serie de una gran cantidad de objetos iguales.

Surgió así el «fordismo», que fue la forma dominante de organización del trabajo a lo largo de, por lo menos, medio siglo; eso tuvo mucho que ver con el crecimiento del producto, del empleo manufacturero y, aún más quizás, del consumo de masas. A través del abaratamiento de varios productos y del alza de salarios que, en particular, pudieron lograr los trabajadores de las fábricas de gran tamaño, el fordismo influyó mucho en la significativa mejora del nivel de vida de grandes grupos sociales, incluidos los obreros de la gran industria, en los países del «centro».

Las inmensas fábricas norteamericanas de automóviles constituían durante los años 1950 los ejemplos por antonomasia del modelo. Las actitudes y la economía vinculadas

a éste se encarnaban en sus productos, propios de una época de materias primas baratas, energía también barata y ausencia de preocupaciones ambientales.

En las décadas posteriores, el modelo «fordista» se vio cuestionado en el «centro» por diversos factores, incluyendo el llamado «malestar en la fábrica» —de los trabajadores con las condiciones de labor— y, también, por la extensión de la producción «del centro» a la «periferia», vía la inversión extranjera directa siguiendo esas mismas pautas organizativas, lo que permite producir más barato al pagar salarios significativamente menores. De forma convergente, como lo muestran la automatización flexible o la manufactura asistida por computadora, el auge de las TICs ha resquebrajado los cimientos de la rentabilidad de la producción repetitiva, en serie, de índole taylorista. Después de 1970, se asistió a una notoria disminución del empleo manufacturero «tradicional». Al reducirse los costos y los tiempos que la diversidad requiere, las ventajas de la uniformidad a gran escala se van esfumando, y la innovación consigue un lugar en lo que hasta ayer era el santuario de la repetición. Pero éste abría ciertos espacios a bastante gente, que, al perderlos, difícilmente encuentra otros, salvo en condiciones de labor deterioradas, mientras que quienes los sustituyen son menos y se sienten menos seguros que los que allí estaban en tiempos no lejanos.

La organización «fordista» de la producción se basaba en la oferta masiva de bienes estandarizados, fabricados con maquinaria de propósitos específicos, todo lo cual ofrecía grandes «economías de escala» si se producía en gran cantidad, en cuyo caso se podía abaratar costos y basar la competitividad de las empresas en los precios de sus productos. En las modalidades denominadas «post fordistas», priman la flexibilidad y la organización de la producción en función de la demanda; la competitividad depende mucho más que antes de la innovación y de las características específicas de cada producto; el énfasis se desplaza de la máquina individual, el trabajador individual y la empresa individual a las vinculaciones sistémicas, según lo indica la prioridad atribuida a la «gestión de calidad total», la «producción justo a tiempo» o la «manufactura integrada mediante computadoras»; las redes de empresas están a la orden del día.

Se ha sostenido que la complejidad del desarrollo tecnológico contemporáneo hace mayor la correlación entre la competitividad de la empresa y el involucramiento de sus empleados. En efecto, el instrumental ofrecido particularmente por las TICs liga de manera directa la rentabilidad a la flexibilidad, la rapidez de adaptación y la diversidad de respuestas a la demanda; por consiguiente, ciertas características salientes de la innovación requieren hoy día no sólo más capacitación y participación de los trabajadores, sino también su creciente disposición a la labor en equipo. Se configura así una tendencia objetiva, claramente contrapuesta a la taylorización tradicional.

Pero no es evidente que esta tendencia lleve a una mejora general de las condiciones de trabajo. Apuntan en sentido contrario, junto a la agudización de la competencia económica internacional, el mayor poder de negociación empresarial basado en cambios técnicos acelerados, que hacen más heterogéneas las condiciones de trabajo, permiten prescindir de grandes contingentes de mano de obra y agravan la amenaza del desempleo, todo lo cual debilita a los sindicatos y disminuye la capacidad de negociación de los sectores asalariados.

A esto debe agregarse que los «trabajadores TICs», es decir, los que ocupan posiciones laborales de creación, mantenimiento o utilización muy especializada y estratégica de tecnología informática, presentan un nivel de sindicalización más débil que el de los trabajadores clásicos, hoy inmersos en un «ambiente TICs», lo que puede debilitar aún más su posición en escenarios concretos de conflicto.

Los «trabajadores TICs» sufrieron en buena medida, a partir de los años 1950, el «impacto taylorista». En esa época, se trataba más bien de «artistas», detentores de un saber arcano, aprendido como antaño en el «oficio». Dichos trabajadores eran demasiado pocos para el ritmo de expansión de la industria TIC; esta escasez, sumada a los altos salarios que devengaban y a su posición estratégica, configuraron un cuello de botella que fue enfrentado en dos frentes. En primer lugar, se impulsó mucho la formación en informática, con creación de carreras tanto en la educación superior como en la técnica, rápidamente masificadas por las expectativas generadas por la «profesión del futuro». Además, se orientó el cambio técnico hacia la parcelización de tareas, «desmembrando» los procesos de trabajo unitarios y de «amplio espectro» que caracterizaban hasta entonces a los «trabajadores TICs». El mercado de trabajo de las TICs tendió a dualizarse. Por una parte, se amplió la base de trabajadores con escasa formación, ocupados en tareas rutinarias de ingreso de datos y reparaciones menores. Por otra, se constituyó una élite estratificada de especialistas con formación superior, trabajo no rutinario, variable y en buena medida creativo, para quienes se establece condiciones contractuales bastante personalizadas dentro de las organizaciones en las que participan, lo que redundó, entre otras cosas, en niveles comparativamente bajos de sindicalización.

En la actividad económica en su conjunto, la realidad va mostrando una creciente segmentación del mercado de trabajo. La misma se vincula a una diferenciación en tipos de ocupación cuyas perspectivas de aprovechar o sufrir los cambios técnicos en curso son bastante distintas.

Hace ya una década que Reich (1993: 174-176) distinguió tres amplias «categorías de trabajo»: (i) los *servicios rutinarios de producción* en la industria, que atienden tareas en general repetitivas, ejemplificados por el trabajo manual poco calificado de la industria tradicional e, incluso, por buena parte del procesamiento de datos; (ii) los *servicios en persona*, en general también simples y repetitivos, estrechamente supervisados, que se proporcionan de persona a persona, sin requerir tampoco demasiada formación (venta minorista, bares, guardias de seguridad, etc.); (iii) los *servicios simbólico-analíticos* proporcionados por expertos (investigadores, profesionales liberales, ejecutivos, publicistas, escritores, etc.). En Estados Unidos, esas tres categorías juntas dan cuenta de más del 75% de la población ocupada; alrededor del 5% se desempeña en la agricultura o la minería, y gran parte del resto en la función pública. La proporción en el empleo de los «servicios rutinarios de producción» tiende a disminuir, mientras que crece aceleradamente la de los «servicios en persona». Ambas tienen en común el relativo estancamiento de los salarios y la precariedad del empleo; se amplía así la brecha que los separa de la situación de los «analistas simbólicos», cuyos ingresos crecen.

En líneas muy generales, el análisis parece válido para el Norte en su conjunto. Se dibuja de esa manera una divisoria entre un gran conjunto de *posiciones ocupacionales débiles* y otro conjunto, también variado pero no tan grande, de *posiciones ocupacionales fuertes*. Según Castells (2000: 337, cursiva en el original):

El modelo prevaleciente de trabajo en la nueva economía basada en la información es de una *mano de obra nuclear*, formada por profesionales que se basan en la información y a quienes Reich denomina «analistas simbólicos», y una *mano de obra desechable* que puede ser automatizada/despedita/externalizada según la demanda del mercado y los costes laborales.

Se notará que las «posiciones ocupacionales débiles» no son idénticas a las que pueden automatizarse.

Las tecnologías de la información permiten sustituir el trabajo humano repetitivo, susceptible de ser descrito a través de un algoritmo o sucesión de tareas elementales, que puede implementarse mediante un programa de computadora y llevarse a cabo de manera automática. De ahí la tendencia al debilitamiento acelerado del poder de negociación de los trabajadores que desempeñan tareas rutinarias, repetitivas y fragmentables o parcelables, en el sentido taylorista, ya se trate del taller, de la oficina o del comercio. Esas tareas pueden ser realizadas, de forma cada vez más amplia y barata, por máquinas. En grandes líneas, se trata de los «servicios rutinarios de producción». En esta categoría, por consiguiente, o bien el empleo disminuye —como sucede por lo general en el Norte y también en varios países del Sur— o bien las condiciones de trabajo y remuneración son bastante malas —como puede verse en casi todos lados y, particularmente, en ciertas zonas periféricas de rápido crecimiento económico.

Los «servicios en persona», por su parte, pueden ser difíciles de automatizar, pero son en general rutinarios, por lo que no exigen una calificación avanzada y una formación permanente; hay, pues, mucha gente en condiciones de desempeñar ese tipo de tareas y, además, dispuesta a ello, porque tiene pocas oportunidades distintas; se trata, además, de actividades directamente controladas, donde la sindicalización siempre ha sido muy difícil. En esta categoría, el empleo crece, pero la ocupación es muy precaria. Asistimos, pues, a una mutación profunda de las condiciones ocupacionales, que incluye los siguientes rasgos:

- (i) La desaparición de gran número de puestos de trabajo, sobre todo de tipo rutinario y repetitivo.
- (ii) La aparición de otros muchos, aunque no siempre tantos como los suprimidos, ni en general tampoco ocupados por quienes antes perdieron sus colocaciones, en particular porque gran parte de los nuevas oportunidades exige calificaciones comparativamente más altas.
- (iii) Una importante polarización en las condiciones de trabajo, en gran parte ligada al nivel de preparación requerido, que separa a los «analistas simbólicos» de quienes realizan tareas rutinarias y poco calificadas, sean o no automatizables.

(iv) Una tendencia a la degradación de la situación ocupacional de las numerosas personas que quedan del lado de abajo en tal polarización, tendencia que se manifiesta de maneras muy variadas: desempleo abierto, disminución del salario, empleo informal y precario, alargamiento de la jornada laboral, privación de derechos, etc.

La distinción crucial parece ser, en suma, entre tareas rutinarias y tareas no rutinarias: allí emerge una bifurcación, que se liga directamente a la educación y a las posibilidades de seguir aprendiendo a nivel avanzado.

8.2. Capacidades y oportunidades: dónde y cómo se aprende

En América Latina se estima que son necesarios entre diez y doce años de educación formal para tener posibilidades apreciables de acceder a empleos que permitan escapar al círculo de la pobreza; se calcula que entre 60 y 80% de los jóvenes no alcanzará ese nivel educativo (CEPAL, 2001: 96).

Para poder insertarse hoy en actividades económicas dinámicas y permanecer en ellas, las personas, las empresas y las localidades necesitan disponer de capacidades individuales y colectivas considerables, a fin de poder manejar conocimientos complejos e involucrarse en tareas que contribuyan a profundizar la formación con que cuentan. Esos requisitos no aseguran en modo alguno el éxito. Pero su ausencia excluye de los sectores más activos de la economía internacional, hace difícil incluso encontrar algún nicho o lugar estable a escala nacional y, en realidad, empuja hacia la marginación.

Ahora bien, las capacidades a las que nos referimos están obviamente vinculadas a la educación formal, pero la cuestión la desborda: lo primero que está en juego es el aprendizaje considerado en su globalidad. El mismo tiene que ver con la adquisición de conocimientos, tanto formalizados como tácitos, y también con la participación en la búsqueda de soluciones a diferentes tipos de problemas.

En este contexto, la idea de aprendizaje busca destacar dos dimensiones o aspectos. Por un lado, sugiere una actitud protagónica y no pasiva de quienes aprenden, así como la disposición a promover tal actitud por parte de quienes enseñan —o, mejor dicho, ayudan a aprender—, en la mejor tradición de la enseñanza activa. Por otro lado, la idea apunta al involucramiento directo en la solución efectiva de problemas reales. Sin la formación que así se obtiene, se hace difícil incluso adaptar conocimientos ajenos; en efecto, cuando se reciben procedimientos elaborados en otros medios, suele suceder que no se dispone de las capacidades para adaptarlos e implementarlos en las condiciones del contexto propio, lo que significa que no se podrá incorporarlos como auténticas soluciones. Esto es válido para individuos y para colectivos, tanto empresas como organizaciones en general, y aun para grupos humanos laxamente estructurados, movimientos o localidades.

La expansión del conocimiento y de su incidencia está generando, allí donde tal proceso realmente tiene lugar, una tendencia reconocida a la ampliación de la educación

superior. En los países de «altos ingresos», en 1965 accedían a la enseñanza terciaria el 20% de los jóvenes que habían concluido la enseñanza secundaria durante el quinquenio precedente, proporción que en 1995 había ascendido al 58%; dado el incremento cuantitativo y cualitativo del papel laboral femenino durante ese período, vale la pena consignar que, si al comienzo del mismo, el acceso al nivel terciario de la educación en el mencionado tramo de edad era del 25% para los hombres y del 14% para las mujeres, tres décadas después las cifras eran del 55 y del 61%, respectivamente (World Bank-UNESCO, 2000: 107).

Naturalmente, son varios los factores que han incidido en todo ello, pero no se puede minimizar lo que pesa la vinculación cada vez más estrecha entre perspectivas ocupacionales y niveles de formación.

Se notará que esa vinculación no se establece sólo en las actividades involucradas de forma directa en el cambio técnico; la expansión de la educación superior está lejos de reducirse a los profesionales de las ciencias naturales y de las ingenierías; éstos forman parte, por supuesto, de la categoría que Reich denomina «analistas simbólicos», cuyos ingresos y posiciones ocupacionales se van fortaleciendo en los países «centrales», pero la categoría mencionada es mucho más amplia. El conjunto de los analistas simbólicos es bastante parecido al conjunto de las personas que acceden a alguna forma de enseñanza superior, en instituciones educativas propiamente dichas o en otros contextos institucionales.

El binomio C&T en sentido estricto es sin duda el vector principal que motoriza la nueva centralidad del conocimiento, pero ésta en modo alguno se reduce al auge de aquél. El cambio científico-técnico plantea una nueva gama de posibilidades, problemas y dificultades a todos o casi todos los que se dedican al análisis de situaciones y procesos, al uso de símbolos, a la enseñanza, a la comunicación y la búsqueda de formas expresivas, a la reflexión cultural y filosófica, al manejo de conflictos, a la atención a la salud, al diseño de estrategias, a la coordinación y ejecución de actividades económicas, políticas y militares. Artistas, comunicadores y educadores se topan con infinidad de temas y medios muy nuevos; los juristas y filósofos, con problemas inesperados, como los que plantea la nueva biología y varios otros; los dirigentes gubernamentales y empresariales, con desafíos que trastocan las pautas más o menos habituales de gestión.

La lista puede prolongarse al infinito, aunque seguramente no hace falta abundar en ejemplos. Pero quizás no esté de más señalar que lo más relevante de las nuevas cuestiones que la expansión del conocimiento plantea a diversas profesiones y empleos es algo que en todos los casos está de una u otra manera presente: su carácter cambiante. Ésta es una de las claves de la diferenciación, destacada en la sección precedente, entre las tareas repetitivas y las que en cierta medida interiorizan el cambio.

Las tareas del primer tipo son, en líneas muy generales, las que Reich denomina «servicios rutinarios de producción» y «servicios en persona», pero también otras, como las actividades administrativas y de control rutinarias —la «burocracia», en el sentido peyorativo de la palabra—, incluyendo las que realizan ciertos «altos funcionarios» y profesionales liberales. Dentro de su inmensa diversidad, comparten en general una ten-

dencia al debilitamiento de las posiciones ocupacionales de quienes las desempeñan, entre los cuales sólo grupos más bien pequeños logran esquivar tal tendencia, a menudo mediante presiones y manejos de difícil operatividad así como perniciosas consecuencias para la eficiencia de las organizaciones donde actúan.

En ciertas ocupaciones, en cambio, la interacción con los saberes en transformación ha devenido habitual. Ello sucede a menudo para bien, pero también para mal —como corresponde al ambivalente poder del conocimiento—, por ejemplo, porque tales actividades incluyen las formas más elaboradas de la llamada «economía criminal». Estamos considerando, en general, las actividades en las que la parte no repetitiva de la labor tiende a ser determinante. Para referirse a ellas, quizás convenga hablar no tanto de «analistas simbólicos», sino de ocupaciones basadas en saberes que cambian rápidamente y devienen más complejos. En todo caso, lo decisivo no es el título universitario, o su ausencia; no pocos profesionales liberales, como ya se apuntó, se mantienen ocupados en labores esencialmente rutinarias, mientras que varios artesanos y agricultores fortalecen sus posiciones ocupacionales mediante sofisticadas y siempre actualizadas combinaciones de saberes tradicionales con técnicas modernas.

Esa expansión generalizada de la gravitación de conocimientos varios constituye una causa mayor del incremento notable en el porcentaje de jóvenes que acceden a la enseñanza terciaria en el «Norte». El hecho que ésta haya pasado, en tres décadas, de ser un ámbito reservado para minorías a un espacio al que accede una mayoría de cada generación constituye, seguramente, una transformación social y cultural muy significativa.

No menos interesante resulta el impulso al cambio cualitativo de la enseñanza que proviene del nuevo papel del conocimiento, en el sentido comentado en los párrafos precedentes. En síntesis, cuando lo decisivo es el manejo de saberes cambiantes, lo único que se puede aprender de manera definitiva es a seguir aprendiendo siempre, lo que constituye el más poderoso estímulo objetivo que pueda imaginarse para las formas activas de la educación.

Cuando se supone que existe un saber bien establecido que, una vez adquirido, permitirá un desempeño aceptable a lo largo de toda la vida laboral, las formas más tradicionales y rutinarias de la enseñanza pueden tener cierto éxito. Todavía hoy algunos planteamientos hablan de niveles «terminales» de la enseñanza, mostrando una profunda incompreensión de la mutación en curso, uno de cuyos aspectos fundamentales es precisamente que toda enseñanza que «termina» impulsa al fracaso, pues lo más importante que debe brindar la educación es la posibilidad de nunca terminar de aprender a nivel avanzado. Pero es cierto que, hasta hace bastante poco tiempo, la noción de «enseñanza terminal» dominaba incluso en la universidad, donde los estudios se estructuraban como si, en la etapa estudiantil, los jóvenes fueran a aprender todo lo sustantivo para sus profesiones, tras lo cual «egresarían» y podrían trabajar a partir de los conocimientos adquiridos, sin necesitar, en todo caso, más que alguna sumaria y ocasional actualización de la información. En ese marco conceptual, donde hay un «antes» del egreso, durante el cual se aprende, y un «después», en cuyo curso se aplica lo aprendido, la

enseñanza orientada por el objetivo de «cubrir un programa» bastante estable y preocupada ante todo por la transmisión de la información, sin ser nunca la mejor, podía tener cierta eficacia. En las condiciones de hoy, la pierde rápidamente.

En particular, las TICs permiten, por un lado, que los estudiantes puedan acceder a una información mucho más amplia, actualizada y diversificada que la que es dable ofrecer en una clase; por otro lado, esas tecnologías posibilitan que tanto la exploración como la ejercitación constituyan, para cada estudiante, tareas en las que puede poner una cuota mayor de iniciativa, realizándolas de acuerdo a sus propios ritmos y aprendiendo a organizar su labor. Esto no va necesariamente en desmedro de las dimensiones colectivas del aprendizaje, ni de la relevancia de la docencia: debería ser justo al revés.

En efecto, las posibilidades técnicas permiten que la tarea de enseñar se concentre, no en transmitir la información o en organizar la ejercitación, sino en lo que deben ser sus cometidos esenciales: suscitar el gusto por la temática considerada, por aprender en general, por acometer problemas y tareas no estandarizadas; crear confianza en que se es capaz de afrontar situaciones nuevas; ofrecer puntos de vista sugestivos, panoramas amplios y ocasiones para analizar críticamente la información disponible, de modo que se llegue a tener criterios propios para hacerlo; fomentar las fundamentales dimensiones tácitas y colectivas del aprendizaje, en los intercambios informales, las discusiones bien organizadas, las labores en equipo; brindar ocasiones para que cada uno cultive sus aptitudes para la comunicación y la cooperación.

Nada de nuevo, realmente, en cuanto a valores y orientaciones, cuya inspiración se remonta a dos mil quinientos años atrás, pero muchísimo de nuevo en cuanto a necesidades y posibilidades: el estado actual del saber exige y permite, a la vez, que la educación sea sobre todo una *mayéutica* socrática, orientada a que individuos y colectivos aprendan a aprender, a partir del descubrimiento y el cultivo de sus propias potencialidades, de lo que está dentro de ellos.

Conviene prevenir contra una frecuente interpretación unilateral de la perspectiva que esbozamos: lo que importa no son sólo las capacidades que puede brindar la enseñanza, sino también las oportunidades de usar y profundizar tales capacidades mediante la participación en tareas no rutinarias, en actividades en que la construcción de soluciones a problemas reales permita «aprender resolviendo». Argentina tiene la misma cantidad de estudiantes universitarios en proporción a la población que Dinamarca, Gran Bretaña, Italia o Japón (World Bank-UNESCO, 2000: 108-111). Pero son muy distintas las perspectivas que esos jóvenes tienen por delante, tanto en las posibilidades de profundizar su propia formación como en las de contribuir a elevar el desempeño general de sus respectivos países, pues muy diferentes son las oportunidades que se les abren para intervenir en labores de alto nivel.

El aprendizaje desborda los marcos de la enseñanza formal. Por supuesto, ello siempre fue así: los seres humanos aprendían antes de que la educación se configurara como actividad diferenciada, y nunca han dejado de aprender en el contexto de otras actividades, de las prácticas en general; en particular, el «aprender haciendo» en el mundo del trabajo siempre ha sido relevante. Sin desmedro de ello, el aprendizaje fuera del siste-

ma de enseñanza ha cobrado, en potencia al menos, una importancia cualitativamente distinta; las dinámicas contemporáneas del conocimiento implican que: (i) gran parte de los saberes avanzados se consiguen en el mundo de las prácticas; (ii) manejar las técnicas más eficientes sólo es posible, en un número creciente de áreas, si se combina sistemáticamente el estudio y la aplicación; (iii) muchas cosas sólo pueden ser aprendidas de verdad si una variedad de agentes conjugan sus distintas pericias a partir de sus experiencias específicas. Emerge así al primer plano lo que se ha denominado «aprender interactuando».

Se repite que es preciso impulsar la educación permanente; la formulación es correcta, pero insuficiente: lo que venimos destacando apunta a la necesidad de promover la educación permanente para todos, de nivel avanzado y combinada con el trabajo a lo largo de la entera vida activa adulta. Éste es el cimiento que precisan, para sostenerse sólidamente, los aprendizajes avanzados por interacción, es decir, los procesos a través de los que la gente aprende a resolver problemas, relacionándose con otra gente en la búsqueda, el intercambio, la aplicación y la creación de conocimientos.

Las situaciones en las que diferentes actores pueden robustecer sus capacidades, a partir de relaciones suscitadas por el propósito de hallar soluciones a determinados problemas, constituyen oportunidades formativas de la mayor importancia: cabe denominarlas *espacios interactivos de aprendizaje*.

Ejemplos de tales espacios pueden encontrarse en muchas partes: dentro de ciertas empresas y en el ámbito público, en agrupaciones de los productores de tal o cual rama, en las vinculaciones relativamente estables de equipos de investigación con empresas o con sindicatos, en diversos terrenos de la sociedad civil. Los diferentes problemas que en cada caso se encararan pueden vincularse a etapas distintas en la creación de conocimientos, desde la investigación básica al desarrollo experimental, y a diferentes disciplinas, ciencias naturales e ingenierías, ciencias sociales y humanidades. La conformación de dichos espacios no se limita a determinados tipos organizativos. Suelen involucrar a organizaciones bien definidas, como empresas o centros académicos; pero también se constituyen a partir de grupos *ad hoc*, creados para atender una dificultad o necesidad particular, como las asociaciones de familiares de pacientes de una cierta enfermedad o de personas afectadas por un problema ambiental; a menudo tienen carácter híbrido, poniendo en contacto empresas, investigadores o actores sociales y políticos de carácter estable con agrupamientos constituidos para la realización de una tarea a término.

Los espacios interactivos de aprendizaje no se caracterizan, pues, por su formato organizativo ni por su propósito temático, sino por constituir realmente *oportunidades* de resolver problemas a través de procesos en los que se amplían las *capacidades* de ciertos actores que en ellos intervienen. Constituyen, así, uno de los ejemplos importantes de cómo y dónde se aprende, en estos tiempos en los que gran cantidad de actividades sociales se basan en conocimientos avanzados y son empujadas o arrastradas por la innovación.

8.3. Grandes divisorias

En algunas naciones o regiones, una parte significativa de la población y de las organizaciones sociales y económicas realizan de forma permanente actividades demandantes de conocimiento, en las que muchos actores necesitan mejorar sus habilidades y son capaces de hacerlo de forma sistemática. En otras geografías, son más bien escasas las capacidades avanzadas, o las oportunidades de usarlas de manera no rutinaria, o ambas. Se registran así diferencias «externas», pero también «internas»: por una parte, tales capacidades y oportunidades son amplias y expansivas en ciertos países, mientras que en los demás resultan bastante escasas y no crecen de manera significativa; por otra parte, los miembros de ciertos grupos sociales acceden en gran número a combinaciones «fuertes» de formación y ocupación, mientras que la gran mayoría de quienes pertenecen a otros grupos no logran avanzar en la enseñanza ni salir de posiciones laborales precarias.

Quizás convenga consignar aquí unos pocos números, que ilustran el enfoque. Las diferencias entre el Norte y el Sur en materia de analfabetismo siguen siendo grandes: en los países de altos ingresos, los adultos alfabetizados ascienden al 98% de la población, lo que significa que el analfabetismo existe, pero es marginal, mientras que el promedio en los otros países es de un 71%. Casi 30% de analfabetos al terminar el siglo XX es una cifra enorme, pero también importa notar que, hacia 1970, más del 50% de los adultos del conjunto de países «no centrales» eran analfabetos. Ahora bien, si antaño el haber completado la escuela ofrecía a menudo una inserción ocupacional bastante sólida, las cosas son hoy muy distintas. Es pues imprescindible atender también a lo que ocurre en los niveles superiores de la educación. Pues bien, si en el Norte, como antes se anotó, accede a la enseñanza terciaria casi el 60% de los jóvenes en edad de hacerlo, en el Sur la proporción es de alrededor del 10%. En el «centro», la población de más de 25 años cuenta en promedio con más de nueve años de estudio, mientras que en las periferias ese promedio es bastante inferior a cinco años. Esta brecha de formación tiende a ampliarse, debido precisamente a la gran diferencia en el acceso de los jóvenes a la educación avanzada (datos de World Bank-UNESCO, 2000: 107, 115, 131).

Se va estableciendo así una nueva separación, tanto entre naciones como entre sectores sociales, la *divisoria del aprendizaje*. En esta polarización se manifiesta el carácter a la vez parcial y muy desparejo de la nueva expansión de las fuerzas productivas. Las aptitudes para afrontar creativamente la incertidumbre y la desestabilización, inherentes a ese proceso expansivo mayor, se sustentan en los aprendizajes individuales y colectivos; ellos dan una medida significativa de las posibilidades para hacer el mejor uso posible del conocimiento y también para enfrentar sus perjuicios, en particular porque tanto lo uno como lo otro demandan capacidades para buscar nuevo conocimiento.

Por todo ello, como hemos repetido varias veces, no basta con referirse a la expansión global de la economía basada en el conocimiento y motorizada por la innovación: corresponde agregar que las consecuencias y los impactos específicos de esa expansión están profundamente condicionados por los procesos diferenciales de aprendizaje. Éstos constituyen la clave de las nuevas divisorias entre Norte y Sur, y también entre grupos

o sectores sociales. Notemos algo evidente: la divisoria del aprendizaje no deja del mismo lado a todos los que habitan en un mismo lugar; grupos que se ubican del lado «de arriba» de tal divisoria existen en países que, considerados en su conjunto, están del lado «de abajo»; a la inversa, existen sectores «perdedores» en esa polarización que residen en regiones globalmente «ganadoras». Ésa es una de las causas por las cuales en el Primer Mundo se encuentran bolsos del Tercer Mundo y aun del Cuarto.

La divisoria del aprendizaje es mucho más amplia que la muy comentada «divisoria digital». Por supuesto, acceder a Internet y a instrumental informático en general es muy útil y puede contribuir no poco a resolver problemas concretos; carecer de tales posibilidades dificulta mucho el manejo ágil de conocimiento actualizado. Pero, como se comprueba cuando se facilita el acceso a Internet a personas y grupos en distintas situaciones, las diferencias profundas surgen de sus niveles de formación, de si han aprendido a aprender, de sus capacidades innovativas, de las oportunidades que han tenido y tienen para ejercitar sus capacidades. Disponer de bibliotecas es necesario para enfrentar al subdesarrollo y la desigualdad, pero las grandes brechas radican en las capacidades y oportunidades para hacer uso de las bibliotecas. La distinción entre divisoria digital y divisoria del aprendizaje es comparable a la diferencia entre información y conocimiento.

Calibrar la entidad de los procesos de aprendizaje demanda considerar en forma conjunta la educación y la oportunidad de aplicar las calificaciones y habilidades adquiridas a través de la educación; no uno sólo de esos dos factores, sino la combinación de ambos es lo que realmente gravita en los distintos desempeños económicos e innovativos. Una alta proporción de graduados universitarios no tiene demasiado impacto positivo en tales desempeños, si gran parte está desocupada o realiza labores rutinarias con bajos requerimientos de conocimiento. Uno de los factores críticos que indican de qué lado de la divisoria se está tiene que ver con las posibilidades de participar en la solución de los problemas detectados a partir de los propios intereses, por lo que el lado «de arriba» se caracteriza por ser rico en «espacios interactivos de aprendizaje», en el sentido establecido en la sección anterior. A la inversa, la pobreza en capacidades y oportunidades para aprender interactuando deja poco margen para incidir en el manejo de los propios problemas; esa carencia consiste en no saber o poder hacer casi otra cosa que aceptar lo que viene de afuera y tal como viene. Si el desarrollo debe ser visto en última instancia, según lo plantea Amartya Sen (1997: 541) «como la expansión de la capacidad de la gente de hacer aquellas cosas que entiende valiosas y ha elegido», lo que está por debajo de la divisoria del aprendizaje es el subdesarrollo.

De manera muy simplificada, podemos mostrar cómo se visualiza esa divisoria en la configuración actual de la problemática del desarrollo. Lo hacemos considerando dos dimensiones: la de las «capacidades» y la de las «oportunidades». Por supuesto, ambas son nociones muy complejas; para acercarse a su caracterización, hace falta considerar varios indicadores. Como aproximación muy primaria, consideraremos sólo un indicador de cada una. Estimaremos las «capacidades» de que dispone cada país por la proporción de los jóvenes que acceden a la enseñanza terciaria, dentro del correspondiente tramo de edad. En la medida en que el esfuerzo nacional en ciencia y tecnología tiene no poco que ver

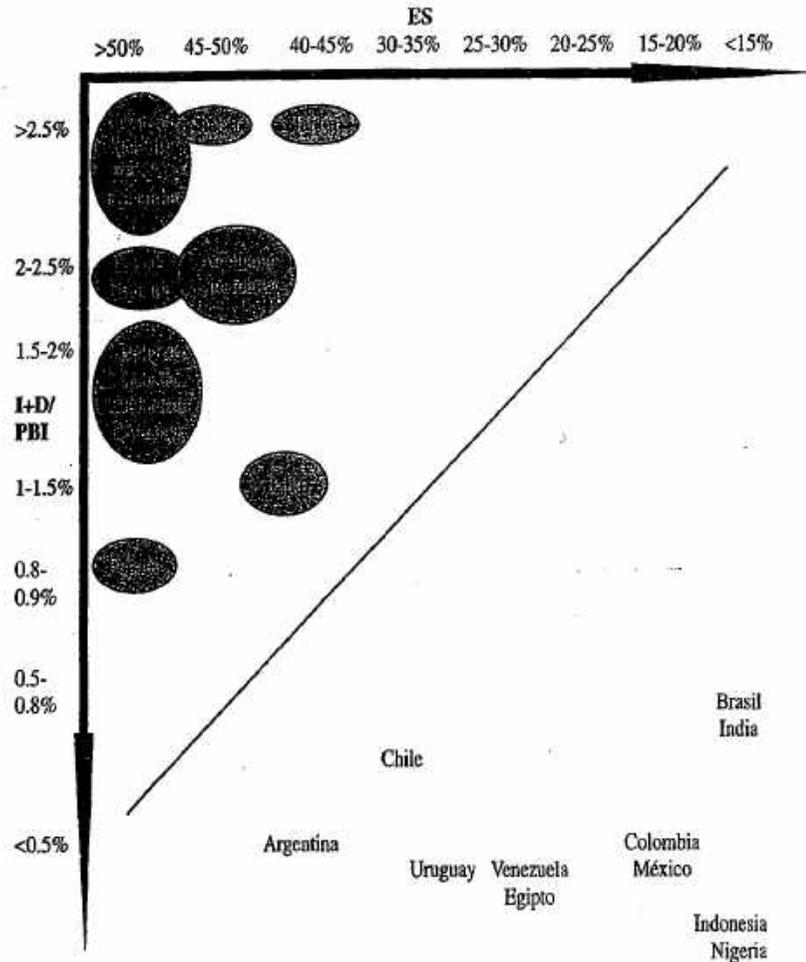
con las posibilidades de poner en juego y ampliar la formación disponible, estimaremos las «oportunidades», con las que cuenta cada país para usar de forma creativa conocimientos avanzados, mediante la proporción del Producto Bruto Interno (PBI) que dedica a I+D. Ambos son índices muy parciales, pero no irrelevantes; combinados, ofrecen la siguiente ilustración de nuestro tema. El cuadro que sigue los resume, para una serie de países, del Norte y del Sur, en tres períodos que cubren 20 años:

Porcentaje de jóvenes (entre 18 y 24 años) en la Educación Superior (ES) y porcentaje del PBI dedicado a Investigación y Desarrollo (I+D) en países seleccionados

	1975	1975	1985	1985	1998	1998
	ES	I+D	ES	I+D	ES	I+D
Alemania	27	2,4	29,5	2,7	45,3	2,3
Bélgica	—	—	—	—	57,4	1,6
Canadá	57,1	1,2	69,6	1,4	90,1	1,6
Corea del Sur	14,7	—	34,0	1,9	60,3	2,5
Dinamarca	—	—	—	—	46,3	2,0
España	23,2	0,4	28,5	0,6	51,1	0,9
Estados Unidos	55,5	2,4	60,2	2,9	80,6	2,7
Finlandia	—	—	—	—	71,1	3,11
Francia	25,3	1,9	29,8	2,2	52,2	2,2
Holanda	—	—	—	—	50,2	2,04
Inglaterra	19,1	2,4	21,7	2,3	50,4	1,8
Italia	27,0	0,9	25,5	1,1	42,7	1
Japón	30,5	2,3	27,8	2,8	42,7	3,1
Noruega	—	—	—	—	61,9	1,75
Suecia	—	—	—	—	48,7	3,7
Argentina	21,8	—	35,7	—	41,8	0,38
Brasil	11,1	—	10,5	0,8	11,7	0,8
Chile	12,3	—	15,6	—	30,3	0,64
Colombia	9,1	—	11,3	—	18,6	0,41
Egipto	16,1	—	18,1	0,2	22,6	0,2
India	5,2	0,6	7,1	0,8	6,9	0,7
Indonesia	3,6	0,3	7,1	0,3	11,3	0,1
México	14,3	—	15,9	0,2	16,1	0,3
Nigeria	2,2	0,2	3,3	0,1	4	0,1
Uruguay	16,7	—	28,7	—	29,4	0,30
Venezuela	20,6	—	25,3	—	25,4	0,33

Fuente: *L'État du Monde*, 2001; UNESCO Statistics, 2000, Principales indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos/Interamericanos 1990-1997; 2001.

Si se representa este cuadro en una gráfica con un par de ejes de coordenadas, adjudicándole a cada país su posición de acuerdo a los valores que le corresponden en ES y en I+D, aparece una distribución que sugiere la existencia de una divisoria entre naciones que se están convirtiendo en «sociedades de aprendizaje» y otras que no están siguiendo los caminos para llegar a serlo.



Más allá de índices y esquemas, las regiones y los estratos ricos en espacios interactivos de aprendizaje están por encima de la fracturas globales que emergen junto con la sociedad capitalista del conocimiento, y por debajo están los demás. Encontramos así dos dimensiones, una geográfica y otra social, de una divisoria notoria en la calidad de vida.

La mutación en curso multiplica la incertidumbre y aparece como una gran ola desestabilizadora, de la que pocos, si algunos, están totalmente a salvo. Pero sus impactos están repartidos de forma muy desigual. Son evidentes los incrementos en la prosperidad de numerosos individuos y grupos, las mejoras en su existencia cotidiana que les ha brindado el cambio técnico, y también sus sustantivas posibilidades de enfrentar los peligros y perjuicios que ese mismo cambio conlleva. Para muchísimos otros seres humanos, el panorama es menos claro o bastante más oscuro; ubicados en situaciones precarias, a menudo las transformaciones suponen para ellos retrocesos y nuevos riesgos. No es de extrañar que el descreimiento gane a tantos.

Es conocido el predominio de las lógicas y los circuitos de las finanzas en la economía global; pero ésta se basa en el conocimiento y está impulsada por la innovación; por consiguiente, sus distintas configuraciones dependen mucho de los procesos de aprendizaje. Cuando las capacidades son promedialmente altas, e importantes las oportunidades para ponerlas en juego, las lógicas productivas no quedan sometidas a las finanzas. En cambio, cuando capacidades y oportunidades son débiles, apenas se puede evitar la sujeción a «los mercados». Las expectativas bastante erráticas de quienes manejan los flujos de dinero, los dictámenes con frecuencia sin fundamento honesto de las agencias calificadoras de riesgo y las recomendaciones de los organismos financieros internacionales, difíciles tanto de esquivar como de usar para el bienestar colectivo, suelen definir la coyuntura de los países del Sur.

El amplio follaje de la dependencia financiera tiene profundas raíces en la precariedad productiva. La transición a la sociedad del conocimiento que vive el Norte conlleva una nueva divergencia en materia de potencial económico con el resto del mundo, comparable a otras «bifurcaciones» que la historia ha contemplado. Una convergencia parcial, de prácticas productivas y de pautas de consumo de los estratos privilegiados, tiene lugar en zonas «semiperiféricas», en gran medida debido a inversiones y préstamos del extranjero; de tal manera, se palián algunas consecuencias de las brechas del conocimiento y la innovación, de las debilidades de aprendizaje, convirtiéndolas de forma más o menos directa en subordinación financiera y política. Así se ponen de manifiesto algunas grandes facetas actuales del atraso y la dependencia.

En suma, más allá de la diversidad de aspectos y situaciones, en los albores del siglo XXI una separación fundamental entre los «centros» y las periferias pasa por las divisorias del aprendizaje.

Sobre la democratización del conocimiento

En el capítulo precedente centramos la atención en la incidencia actual del conocimiento en las diferentes situaciones de naciones y grupos sociales. Ese fenómeno es capital para las perspectivas futuras de la desigualdad, preocupación orientadora de lo que tratamos en las próximas páginas. Empezamos destacando una tendencia al aumento de la inequidad, vinculada al papel de la ciencia y la tecnología. A continuación, consideramos el tema desde el punto de vista de la configuración de las agendas de investigación y de las posibilidades de sesgarlas hacia la equidad. La gran cuestión es la posibilidad de orientar la innovación hacia la expansión de las libertades, en el sentido en que Amartya Sen enfoca la cuestión del desarrollo. En ese marco se plantea el problema cardinal de la democratización del conocimiento, algunas de cuyas dimensiones se comentan en la sección final del capítulo.

9.1. Ciencia, tecnología y desigualdad

Al presente, el conocimiento es el más poderoso agente de prosperidad y desigualdad. Para verlo, basta mirar la dirección de las migraciones masivas.

Millones y millones de seres humanos buscan residir en los «centros»; muchos quieren escapar de la violencia, a menudo tan salvaje como técnicamente avanzada, que se ha enseñoreado de varios lugares; una cantidad de gente más grande todavía aspira simplemente a zafarse de las posiciones desfavorables a donde la relegan las divisorias del aprendizaje. Personas que han logrado una cierta formación, pero que no encuentran oportunidades para trabajar de acuerdo a sus capacidades, intentan hallarlas emigrando a países con economías sólidas; desplazándose del Sur al Norte, esperan cruzar la divisoria del aprendizaje, y con frecuencia lo logran. En el Río de la Plata, por ejemplo, son una multitud quienes no ven otra opción.

Todavía mayor es el número de personas sin mayor calificación que se arriesgan a desplazarse en la misma dirección, afrontando para ello condiciones siempre penosas y a veces espantosas. Si alcanzan a hacer pie en el Norte, seguirán ubicados por debajo de las divisorias del aprendizaje, pero la cercanía geográfica a los núcleos del dinamismo económico y al poder de consumo generalizado les abren ciertas perspectivas laborales; sus posibilidades difícilmente serán mejores que las de insertarse de forma precaria en ocupaciones del tipo «servicios en persona»; si lo logran, pueden vivir en condiciones más o menos duras, pero inalcanzables en sus naciones de origen, donde sus probabilidades de escapar a la marginación son muy pequeñas. En los países «centrales», creen

tener algún futuro, para ellos y sobre todo para sus hijos. De cualquier modo, los hechos muestran cuánto se incrementan los ingresos promediales de los emigrantes; en algunos países de América Central, gran cantidad de familias dependen para vivir de las remesas de sus parientes en Estados Unidos, que en conjunto constituyen una suma mayor que el total obtenido mediante las exportaciones. El fenómeno se registra también en Asia y África; por ejemplo, en 1995 Egipto recibió de sus trabajadores emigrantes una cantidad superior al 75% de la suma de los ingresos provenientes de la explotación del Canal de Suez, la exportación de petróleo y el turismo (PNUD, 1999: 89).

Sucede que, mirando al planeta en su conjunto, la desigualdad es simplemente pavorosa: «El 1% de la población más rica del mundo tiene una renta anual equivalente al total de lo que recibe el 57% más pobre de la población del mundo» (PNUD, 2002: 2). «La relación entre los ingresos del 5% más rico del mundo y los del 5% más pobre es de 114 a 1» (Idem: 19).

Más alarmante, si cabe, es la tendencia. De mediados de los años 1960 a mediados de los 90, la proporción del ingreso total del 20% más pobre del mundo bajó de 2,3 a 1,4%, y las del 20% más rico subió del 70 al 85%. Si se considera el quinto de la población mundial que vive en los países más ricos y el quinto que vive en los países más pobres, la relación entre sus ingresos promedio pasó de 30 a 1 en 1960, a 74 a 1 en 1997 (PNUD, 1996, 1999).

Si las oleadas migratorias ilustran la dimensión geográfica de una perceptible tendencia al alza de la desigualdad vinculada al conocimiento, su dimensión social se relaciona de cerca con la evolución de la inequidad en los propios países «centrales» durante las últimas décadas. En Estados Unidos, el principal escenario de la más reciente revolución tecnológica y de su imbricación con la reestructura del capitalismo, más del 40% de la riqueza de las familias está en manos del 1% de los hogares más prósperos, lo que no sucedía desde 1929; la relación entre el ingreso promedio del 5% de las familias que más ganan y el del 20% de las familias que menos ganan era un poco más de once a uno en 1979, y ha subido a diecinueve a uno en 1999 (Madrack, 2002). En Europa —como puede verse consultando, por ejemplo, los Informes sobre el Desarrollo Humano de las Naciones Unidas— la evolución es menos acentuada, pero apunta, por término medio, en la misma dirección, lo cual muestra a la vez la envergadura del fenómeno y su condicionamiento por las especificidades culturales y políticas.

En lo que se refiere a los países subdesarrollados, «las tendencias recientes —afirman Yusuf y Stiglitz (2001: 250)— apuntan a un inexorable incremento de la desigualdad, pues el globalismo amplía la brecha de ingresos entre las personas calificadas y las no calificadas».

Al subrayar la gravitación del conocimiento en la tendencia al incremento de la desigualdad, no estamos absolutizando esa tendencia, ni reduciendo sus causas a una sola. En toda nuestra discusión de los procesos de innovación, y sobre todo al referirnos a la emergencia despareja de la sociedad capitalista del conocimiento, procuramos destacar la interacción o interpenetración de las dinámicas cognitivas, científicas y tecnológicas, con las dinámicas económicas, políticas e ideológicas, así como con tenden-

cias lentas, de larga data, a través de las cuales gravitan la historia y la cultura. No sugerimos en modo alguno que la tendencia a la desigualdad sea ineluctable; existen, hoy como casi siempre, «contratendencias». Se han detectado ciclos de incremento y disminución de la desigualdad; se ha argumentado incluso que tales ciclos pueden correlacionarse con la introducción y maduración de nuevos «paradigmas técnico-económicos» (Freeman, 2000). Exista o no una vinculación de esa índole, parece bastante claro que los avances en materia de igualdad nunca tuvieron un carácter automático, sino que surgieron a partir de esfuerzos, luchas y políticas deliberadas, estrechamente influenciadas por las dificultades y posibilidades específicas de cada situación. Por ello resulta básico analizar las formas concretas a través de las que el poder del conocimiento, en esta etapa de la historia, tiende a reforzar la desigualdad entre los seres humanos.

Esa es la causa principal que nos ha llevado a dedicar bastante atención a las capacidades para la innovación y a los procesos de aprendizaje. Cuando estos factores se convierten en claves de las dinámicas económicas, y de las relaciones de poder en general, hay una tendencia a que la desigualdad engendre más desigualdad; las posiciones ocupacionales «fuertes» son con frecuencia las que generan, en su desempeño mismo, una mayor capacitación; los medios sociales «ricos» en espacios interactivos de aprendizaje tienden a ampliar y multiplicar tales espacios; en el Norte, el propio funcionamiento de la sociedad demanda conocimiento avanzado, mientras que la ciencia y la tecnología tienen que nadar contra la corriente en gran parte de las regiones «semiperiféricas» y periféricas, o apenas si existen, como es el caso en las áreas marginales.

Es cierto que desde siempre, la mayor parte de las veces, la riqueza se ha construido sobre la riqueza; pero hoy parece aflorar una diferencia con el pasado cercano. En la medida en que el incremento de la producción se basaba de forma considerable en la expansión del trabajo manufacturero no calificado —como sucedía en la etapa típica del «fordismo» en los países centrales, y también en ciertos casos de industrialización periférica sustentada en la producción de bienes de amplio consumo— existía una posibilidad objetiva de mejorar las condiciones de vida de un conjunto grande de familias trabajadoras. Las formas en que tal posibilidad se aprovechó o no dependieron de factores específicos de cada caso, incluyendo las capacidades sindicales y las configuraciones políticas. Por su parte, la expansión del conocimiento avanzado —de las personas, los equipos, las organizaciones, las localidades, los «medios innovativos»— se basa tan directamente en el conocimiento «acumulado» antes que, cuando deviene el cimiento de la dinámica económica, parece inducir una agudización de las divergencias entre naciones y estratos sociales.

Podría objetarse que, aunque semejante tendencia exista, no es en sí misma preocupante, pues lo que realmente debe importar no es la desigualdad, sino la miseria; de ahí que no habría que inquietarse por el acelerado incremento de la riqueza de los estratos mejor situados si, al mismo tiempo, va mejorando la situación de los sectores más desfavorecidos. Semejante enfoque tiene un asidero cuya solidez no es difícil poner de manifiesto, sobre todo a la vista del fracaso de grandes experiencias que pretendían haber combinado de manera estable igualdad y prosperidad. Ahora bien, la historia tam-

bién enseña que, aunque no se considere la igualdad como un valor, la desigualdad sigue siendo un gran problema, ante todo porque suele constituirse en causa mayor de la miseria. Gran parte de las regiones con mayores índices de pobreza —particularmente en América Latina— son también las más desiguales. Ello no parece casual: la intensa inequidad deja a las personas más pobres con muy pocas herramientas, individuales y colectivas, para construirse una situación mejor, en lo que se refiere a la distribución y a la producción de bienes y servicios; la alta desigualdad suele traducirse en grandes diferencias de aptitudes técnicas, organizativas y políticas, de poder de negociación y presión, incluso de influencia en la selección de los problemas que reciben mayor atención y, desde luego, en las resoluciones que en torno a ellos se adoptan. Por supuesto, hay distintas formas de la desigualdad; las que se vinculan al conocimiento parecen afectar de manera especialmente intensa a las posibilidades que tienen las personas desfavorecidas de mejorar su propia situación.

9.2. El papel de la agenda de investigación

No estamos afirmando que la ciencia y la tecnología agraven inexorablemente la inequidad, sino algo bastante menos esquemático, aunque tal vez discutible. Partimos de la observación, en líneas generales bastante aceptada, de que la distribución de las capacidades científicas y tecnológicas se parece no poco a la distribución de la riqueza y la pobreza. En tal contexto, creemos que, librado a sí mismo, el funcionamiento de la investigación y la innovación tiende más bien a agravar que a paliar la desigualdad. Hemos ofrecido más arriba una sumaria argumentación general en apoyo de tal suposición. Aquí la profundizaremos, vinculándola concretamente con las agendas del quehacer científico y tecnológico.

¿Qué relación existe entre las prioridades de la investigación y los potenciales impactos sociales de distintas líneas de trabajo? El Informe sobre el Desarrollo Humano de 1999 encaró explícitamente esta cuestión (ver PNUD, 1999: 7, 68). En ese documento se establece, por ejemplo, que se invierten mayores recursos en la obtención de nuevos cosméticos y de tomates de maduración lenta que en la búsqueda de cultivos resistentes a la sequía para tierras poco productivas o de una vacuna contra el paludismo; se sostiene también que, en el caso de diversos medicamentos y semillas, el progreso tecnológico, orientado por quienes disponen de los medios financieros requeridos, va quedando fuera del alcance de los pobres.

En esto último suele estar en juego lisa y llanamente la vida de la gente; lo comprueba un caso que cobró gran notoriedad. En la segunda mitad de los años 1990, los medicamentos nuevos contra el SIDA empezaron a disminuir rápidamente el porcentaje de muertes entre los enfermos que podían pagar por ellos 10 mil dólares anuales o más. El ADPIC (Acuerdo sobre los Aspectos de la Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio) de la OMC (Organización Mundial del Comercio) fue invocado por compañías farmacéuticas que demandaron judicialmente al gobierno de Sudáfrica por

su política tendente a obtener esos medicamentos a costos muy inferiores; el gobierno de Estados Unidos presionó en el mismo sentido. La campaña internacional de rechazo a tal actitud, promovida por diversas ONGs, posibilitó la expresión de la indignación mundial. Ello obligó a las compañías a retirar su demanda y a compensar a Sudáfrica por los costos del juicio. Una compañía farmacéutica de la India acordó suministrar a los países sudafricanos medicamentos a un costo de 350 dólares al año por paciente (PNUD, 2002: 104-106).

La incidencia de ciertas grandes empresas transnacionales en la innovación técnico-productiva, y sobre todo en su financiación, es cada vez mayor, por lo que también lo es en la selección de los asuntos prioritarios; así, se da comparativamente poca atención a cuestiones que son urgentes para mucha gente. La tendencia tiene en realidad dos facetas; una se relaciona con el tipo de productos y servicios que se priorizan, por ejemplo, cosméticos antes que vacunas; otra se vincula con el precio al que se está dispuesto a poner a la venta determinados productos.

No parece pues infundada la conclusión del análisis ofrecido en el mencionado Informe sobre el Desarrollo Humano de 1999, según la cual, en la definición de los programas de investigación, es el dinero el que decide y no las necesidades sociales.

Muchos testimonios apuntan en la misma dirección; mencionaremos sólo uno, bastante elocuente. Según una antigua responsable del Proyecto Genoma Humano, al presente empleada en el sector privado, sus patrones no se interesan en absoluto por curar el cáncer, sino que a menudo ordenan abandonar líneas de investigación prometedoras, porque no las juzgan rentables, y bloquean la colaboración con otros laboratorios, lo que podría llevar más rápido a obtener remedios, pero sin que las ganancias estuvieran aseguradas. La misma investigadora agrega: «Todo el sistema es perverso: los laboratorios privados recogen informaciones científicas de dominio público, le agregan algún pequeño elemento, y después obtienen una patente que cubre la totalidad de los datos. Es el robo legalizado» («Les pirates du génome», *Le Monde*, 17-9-2002).

Desde nuestro punto de vista, lo señalado ejemplifica una tendencia mayor —ya destacada en las secciones 4.2 y 6.5— hacia la creciente *privatización del conocimiento*. La misma no puede llamar la atención, desde el punto de vista de las lógicas que configuran la emergencia de «la sociedad capitalista del conocimiento». En realidad, constituye una de las tendencias cuya relevancia contribuye explicar la mutación de sociedad en curso. Pero no por ello esa tendencia es menos preocupante, sino todo lo contrario, ya que no parece un fenómeno coyuntural y pasajero, sino un rasgo «estructural». Tan sólo paliarlo requiere acciones específicas, sostenidas y bien orientadas.

Se desprende de lo dicho que el análisis mismo de cómo se forjan las agendas de investigación tiene importancia fundamental. No cabe esperar que se incidirá en esa tendencia profunda sin una comprensión afinada de cuáles son los valores e intereses que moldean la selección de temas, de problemas y de metas para las tareas de creación científica y tecnológica. Ése es uno de los cimientos en que debe apoyarse toda búsqueda de mecanismos para lograr que las necesidades sociales tengan mayor incidencia en la orientación de tales tareas.

Uno de los grandes nudos problemáticos del subdesarrollo en las condiciones de hoy, y seguramente más aún en las de mañana, es el de cómo canalizar hacia fines de desarrollo un conjunto de esfuerzos ligados al conocimiento, que sean muy superiores a los que hasta ahora se han puesto en juego. Por tanto, un ítem insoslayable para las políticas científicas y tecnológicas que apunten, en las periferias y en los «centros», a combatir el subdesarrollo, es la construcción de *agendas desde el Sur*.

Se trata de priorizar cuestiones y líneas de investigación que tengan muy en cuenta, entre otros factores, su potencial relevancia para el desarrollo. Ello tiene sustancia en la medida en que se refleja en las propuestas de trabajo, en la distribución de tiempos y recursos, en la evaluación de lo que se hace. Lo primero que se necesita es la capacidad para formular problemas relevantes, para abordarlos con originalidad y para atraer hacia ellos investigación de calidad realizada en otras partes del mundo. La meta se ubica en las antípodas de la autarquía, del ensimismamiento en una agenda constituida sólo por intereses particularistas, de la reivindicación de un practicismo de vuelo corto. Se apunta a tareas creativas de impacto teórico y práctico, cultural y social.

El desarrollo es asunto que sólo puede ser resuelto, eventualmente, en el largo plazo e involucrando a todas las grandes ramas del conocimiento; no se recomienda, pues, incluir en las agendas sólo lo que puede tener impacto inmediato, ni se sugiere excluir tales o cuales disciplinas. Varios de los problemas más relevantes requieren abordajes genuinamente interdisciplinarios, como la búsqueda de cultivos viables a largo plazo, resistentes y seguros desde el punto de vista biológico, de vacunas contra el paludismo y el VIH, o de formas de energía renovables, ejemplos que el documento antes citado (PNUD, 1999: 74) considera al referirse a las cuestiones cruciales para el desarrollo humano. Muchos otros podrían mencionarse, incluyendo uno que surge directamente de lo discutido en capítulos precedentes, que no es más difícil que alguno de los recién anotados, y que incumbe a todas las disciplinas: ¿cómo extender las oportunidades sistémicas para aprendizajes avanzados en condiciones de escasez?

Con el poder de la ciencia y la tecnología, han crecido las preocupaciones éticas que suscitan. Dada la magnitud de los intereses creados, para que la investigación y la innovación no apunten hacia la ampliación de la desigualdad, sino en sentido contrario, será necesario que aquellas preocupaciones inspiren inmensos y muy específicos esfuerzos, desde la formulación misma de las agendas, a lo largo de todas las prácticas científicas y tecnológicas.

9.3. Conocimiento y libertades

La expansión de las libertades de los seres humanos —de sus posibilidades de construir vidas dignas, en las que puedan llevar a la práctica opciones que valoran y han elegido libremente— constituye la meta del desarrollo, su orientación normativa; pero también constituye su clave estratégica fundamental, pues las capacidades de la gente, para decidir e implementar lo que valoran, son las herramientas principales en el enfrentamiento

al subdesarrollo, que en sentido amplio puede ser visto como la falta de libertades. Éste es el planteamiento que Amartya Sen (2000) ha elaborado, del que partimos en el próximo capítulo. Para ello necesitamos discutir previamente el papel del conocimiento en la restricción y en la ampliación de las libertades.

Distribución del poder y ejercicio de la ciudadanía

La distribución de los beneficios y de los perjuicios asociados a la ciencia y a la tecnología depende mucho de las capacidades de los distintos grupos humanos para captar los problemas y las oportunidades, para establecer las propias prioridades, para incidir en la adopción de decisiones, para implementar alternativas deseables, para intervenir en su ejecución y supervisión. Así se plantea la gran cuestión de la democratización del conocimiento, en la que está en juego quiénes y cómo controlan los recursos fundamentales del poder en esta época.

La cuestión supone el doble problema de ampliar las vías para la comprensión de los temas científicos y tecnológicos por parte de la ciudadanía, y de construir mecanismos institucionales que amplíen la participación ciudadana en la definición de las acciones vinculadas.

Es probable que el desarrollo de esta cuestión transforme sensiblemente la política, las principales arenas de conflicto, las herramientas organizativas, el poder de convocar y las modalidades de participar. La emergencia de la sociedad industrial y las disputas en torno al control de los recursos centrales del dinamismo económico en esa sociedad indujeron profundas alteraciones en las prácticas y las teorías de la política; las modificaciones vinculadas a la mutación de sociedad en curso no tendrían por qué ser insignificantes.

En cualquier caso, ya es notorio, por ejemplo, que la percepción de los riesgos generados por la incidencia acrecentada de la tecnología en la vida cotidiana de todos está generando nuevos involucramientos y compromisos colectivos, así como nuevas modalidades de acción social.

Todavía más notorio es el carácter cada vez más conflictivo de los procesos de innovación técnico-productiva. Como en otras grandes etapas de mutación en la historia, se enfrentan entre sí los diversos grupos de «ganadores» y «perdedores» en los cambios; estos últimos generan además, tal vez en un grado desconocido en el pasado, desconfianzas muy extendidas. Son muchos los que no confían en determinados productos de la técnica moderna, en sus procesos productivos, en los procedimientos para limitar los perjuicios potenciales, en los límites que definen los riesgos considerados aceptables. Aunque la desconfianza subsista y se extienda, sus efectos pueden ser paliados en alguna medida combinando propaganda, ocultamiento e imposición; pero la construcción de confianza parece inseparable de la democratización del conocimiento.

Si no se avanza en esa dirección, muy débil será el control social de la ciencia y la tecnología. Si el poder que éstas ofrecen se concentra en manos de minorías —por ejem-

plo, a través de la tendencia a la privatización del conocimiento—, cabe temer que se expanda el uso perjudicial de tal poder. Existe un potencial rápidamente creciente para mejorar las condiciones de la vida humana y para multiplicar las capacidades destructivas, para degradar la biosfera así como para construir relaciones con la naturaleza que la preserven y, en más de un aspecto, la recuperen. Difícil resulta saber si uno u otro tipo de actividades prevalecerá y, en tal caso, cuál será; probablemente, el resultado dependerá mucho de la medida y las formas en que se distribuya el poder generado por la ciencia y la tecnología, de quiénes y cómo lo manejen.

La disyuntiva tiene mucho que ver con las posibilidades de comprender en profundidad las dinámicas propias de la investigación y la innovación, así como de incidir en su orientación. En las condiciones reales de hoy, asumir que lo mejor es dejarlas libradas a sus propios automatismos supone aceptar su subordinación a las lógicas mercantiles. La alternativa a esto último requiere que diversos actores colectivos puedan, en cierto sentido, entrar «dentro» de los procesos sociales de cambio técnico.

Semejante propósito general puede parecer vago, pero se «desagrega» en cuestiones más concretas, como las que anotamos a continuación. Hace falta que personas y grupos con formaciones y experiencias diferentes se ayuden mutuamente a «abrir la caja negra» de la tecnología, es decir, a entender mejor las distintas lógicas y posibilidades técnicas y no técnicas de cada situación. Hay que propiciar y respaldar los debates acerca de tales problemas, de modo que ocupen un lugar visible en la agenda pública de cuestiones a resolver y sobre los cuales las personas se interesen por elaborar su propia composición de lugar. No menos importante es que los actores potencialmente involucrados en cada transformación técnico-productiva intervengan en concertaciones acerca de sus ritmos y orientaciones.

Se trata de tareas sin duda difíciles, en las que se puede fracasar rotundamente y en las que, a la inversa, en el mejor de los casos sólo puede aspirarse a éxitos parciales y provisionales; por eso mismo conviene subrayar que lo que suceda en este terreno será un importante indicador de la vigencia efectiva de la ciudadanía, entendida en el sentido de la vieja máxima según la cual «lo que a todos compete por todos debe ser decidido».

Esta cuestión general de la democratización del conocimiento se presenta de maneras muy distintas según las experiencias previas y las culturas, las circunstancias de tiempo y lugar, los recursos disponibles y la distribución del poder; invita pues a explorar rutas diferentes y a experimentar alternativas específicas. A la vez, la cuestión presenta grandes facetas comunes a geografías diferentes, lo que abre posibilidades de colaboración desde el reconocimiento de la diversidad de situaciones concretas y la valoración de lo fecundo que ello puede ser.

Por ejemplo, en casi todas partes se manifiesta, de una u otra forma, la poderosa tendencia ya señalada a la apropiación privada del conocimiento; la misma se extiende incluso a una parte significativa de lo que suele considerarse ciencia básica o fundamental; como consecuencia de semejante evolución, se corre el riesgo de que disminuya la proporción del conocimiento que tiene carácter de bien público. Afrontar tal riesgo demanda sin duda acciones variadas, que no serán necesariamente las mismas en un

pequeño país del Sur que en un país grande del Norte. Hacen falta estrategias distintas si lo que está en juego es el *software* libre o el acceso a fármacos de los que depende la vida de mucha gente, cuando en los países pobres hay que pagar licencias para poder utilizar ciertos procedimientos de investigación o cuando se encarece el acceso a la educación. Sin desmedro de la especificidad de cada caso, en las más diversas situaciones, la experiencia muestra todo lo que puede aportar la colaboración por encima de fronteras entre gentes de buena voluntad.

Por el contrario, la concentración del conocimiento en manos privadas se ve impulsada por las condiciones que configuran la economía global. Ejemplos claros de ello son las regulaciones del comercio, de las inversiones extranjeras y de la propiedad intelectual que se han establecido durante los últimos años; éstas refuerzan el poder de quienes ya lo tienen y, sobre todo, hacen más difícil que los países o grupos más débiles protejan sus saberes y sus espacios de aprendizaje. En la misma dirección apuntan, de forma menos directa pero a menudo no menos efectiva, algunas imposiciones de los organismos financieros internacionales a los países del Sur; por ejemplo, éstos condicionan sus préstamos a la ejecución de programas privatizadores que incluyen la liquidación de equipos y laboratorios públicos de investigación, con lo que la cuota creciente de asesoría técnica es canalizada en su mayor parte a consultoras privadas radicadas en países del Norte.

Ya nos hemos referido a las conexiones entre la tendencia a la privatización del conocimiento y la orientación de la agenda de investigación; sería muy deseable una más amplia consideración conjunta de ambas cuestiones por parte de las organizaciones internacionales de cooperación en materia educativa y cultural. La democratización de la ciencia y la tecnología —en sentido tanto «geográfico» como social— pasa por la construcción de agendas supranacionales de investigación para la generación de conocimiento público vinculado con las necesidades de los sectores postergados, de modo tal que personas del Sur y del Norte participen en el mismo nivel tanto en la elaboración como en la ejecución de planes de trabajo, dotados de recursos adecuados y sostenidos.

Perspectivas de la democracia

Para recapitular el planteamiento de este apartado, consideremos brevemente el problema de la democratización en general.

Desde que comenzó la transición de las sociedades de base agraria a las sociedades dinamizadas por la industria, la democracia política inició un proceso henchido de contradicciones, avances y retrocesos. Sus principales promotores, que, empero, más de una vez renegaron de ella, fueron los grupos sociales que la industrialización llevó al primer plano, los movimientos y los partidos que en tales grupos se basaron. A su influjo, la democracia política ha cobrado una presencia significativa en el acontecer histórico y en el mundo de hoy. Lo variado de sus encarnaciones es evidente; sus sombras y carencias también. En cuanto a sus luces y virtudes, basta perderla para apreciar cuánto valen.

La democracia, entendida como lo contrario de la concentración del poder, no se refiere a un solo tipo de relaciones sociales; tampoco constituye una situación bien definida y única. Hay diferentes fuentes del poder social, entre las que se destacan las relaciones económicas, militares, ideológicas y políticas (Mann, 1986, 1993). El pueblo, el *demos*, nunca lo ha gobernado todo, y probablemente nunca lo hará. Pero han existido avances sustantivos en la limitación de la arbitrariedad, en el control y la distribución de ciertas formas de poder, en las consecuencias menos injustas de su ejercicio. Los progresos de la democracia en distintos terrenos se condicionan mutuamente. En particular, un régimen democrático dado no está nunca asegurado de forma definitiva; cuando su afirmación se da por garantida y deja de preocupar, suele sorprender agrietándose; su consolidación y más aún su calidad dependen directamente de su capacidad de profundizarse y de extenderse a otras esferas. La vocación democrática demanda, pues, preocuparse por los procesos de democratización en las diferentes actividades colectivas.

En algunas de las naciones y regiones donde más se ha consolidado la democracia política, ésta contribuyó a una cierta democratización social que, a su vez, reforzó a aquélla. Los intentos de extender el proceso al seno mismo de la producción han sido variados, imaginativos, reiterados; han cosechado incluso algunos logros; pero, en conjunto, la democracia industrial no ha pasado de ser un loable propósito. Y semejante limitación ha afectado negativamente a las prácticas democráticas en la política misma. Un gran estudioso de esta última sostiene que el conflicto que opone la democracia política a la falta de democracia económica ha sido y seguirá siendo central para la calidad de la democracia (Dahl, 1998).

Ahora bien, la evolución contemporánea de la ciencia y la tecnología ha reforzado, en líneas generales, la distribución prevalectante del poder económico. La democratización, en sus diversas manifestaciones, es lo que hace posible la expansión de las libertades. Por eso, esta última se encuentra hoy directamente confrontada con el problema de la democratización del conocimiento.

La cuestión del desarrollo

En este capítulo, el hilo conductor es la búsqueda de caminos para el desarrollo de los pueblos periféricos que tengan en cuenta el peso del conocimiento en las relaciones de poder, tema inmenso sobre el cual —en el mejor de los casos— sólo podremos esbozar algunas pistas. Primero ofrecemos una caracterización de la meta, entendida como *desarrollo humano auto-sustentable*. Avanzar en esa dirección requiere una consideración en profundidad de las especificidades de cada realidad subdesarrollada, lo que ejemplificamos con una breve referencia al panorama de la investigación y la innovación en América Latina. Luego discutimos, desde una perspectiva de actores, las vías para la construcción de sistemas de innovación en la periferia. Concluimos el capítulo con algunas pequeñas sugerencias sobre las alternativas y las políticas.

10.1. Desarrollo humano auto-sustentable

Las formas más extendidas y agudas de la desigualdad están vinculadas de forma directa con la persistencia del subdesarrollo, y éste implica una falta de libertades cuya superación no parece viable sin una profunda transformación de la orientación y de las lógicas de la producción de conocimientos. Por consiguiente, las estrategias para el desarrollo difícilmente serán exitosas si no logran cambiar el panorama en materia de ciencia, tecnología e innovación.

Antes de animarnos a rozar tal asunto, corresponde establecer, con algo más de precisión que hasta aquí, lo que entendemos por desarrollo. Adoptamos como punto de partida la caracterización de Sen, ya resumida, del «desarrollo como libertad», en el sentido de que la expansión de las libertades constituye tanto la meta como la principal herramienta del desarrollo.

En ese enfoque, es claro que el desarrollo no se identifica con el «desarrollo económico» ni, mucho menos, con el crecimiento económico: este último simplemente no garantiza la expansión de las libertades. Pero a partir de esa afirmación, bien fundada en la historia, resultaría absurdo alegar que el desarrollo es independiente del incremento de la producción. El asunto requiere una apreciación matizada, que empiece por tomar nota, al menos, de otras dos lecciones de la realidad: un país puede tener una producción por habitante bastante menor que otro y, sin embargo, presentar sistemáticamente mejores índices de alfabetización, esperanza de vida, acceso a agua potable, etc.; por otro lado, si se comparan las regiones con promedios de producción más altos con las que los tienen más bajos, estas últimas también quedan claramente por debajo en la

mayoría de los indicadores de calidad de vida. Al fin y al cabo, esa diferencia entre países ricos y países pobres, con todas sus excepciones y graduaciones, sigue siendo apreciable a simple vista.

La superación de la miseria generalizada es inviable sin una gran expansión de las capacidades productivas, para generar ocupaciones decentes y atender las necesidades de poblaciones en expansión; pero muy distintas suelen ser las consecuencias de diferentes estilos de crecimiento económico; éste podrá ser más o menos beneficioso, pero siempre conlleva ciertos perjuicios, y nunca garantiza la expansión de las libertades.

Lo que para abreviar hemos denominado *teoría del motor* —concepción según la cual el crecimiento económico es la máquina cuyo funcionamiento mismo genera el progreso social—, ha sido una y otra vez refutada por la experiencia. Más aún, son frecuentes los casos de procesos de crecimiento sin desarrollo, que desembocan en la interrupción del crecimiento. Argentina ofrece un trágico ejemplo reciente.

La comprobación de las grandes insuficiencias de la «teoría del motor», en lo que tiene que ver con la calidad de vida, llevó a introducir la noción de *desarrollo humano*, que, en estrecha sintonía con el planteamiento de Sen, alude al proceso de ampliación de las potencialidades y las posibilidades de elección de los seres humanos. En 1990, el primer Informe Mundial sobre el Desarrollo Humano reivindicó la necesidad de superar el desarrollo económico, definido de manera estrecha, para ubicar al individuo, con sus necesidades, aspiraciones y capacidades, en el centro de los esfuerzos para el desarrollo; al mismo tiempo, puso el acento en el carácter inaceptable de las discriminaciones generadas por la clase social, el sexo, la raza, la nacionalidad, la religión, la comunidad, la edad (PNUD, 1999: 16). El desarrollo humano apunta, pues, a la disminución de la desigualdad.

La comprobación de otras grandes insuficiencias de la «teoría del motor», las relacionadas con el medio ambiente, llevó a la noción de *desarrollo sustentable*, definido como el desarrollo que las generaciones de hoy pueden llevar a cabo sin hipotecar las posibilidades de las generaciones futuras para construir sus propias opciones de desarrollo. La noción cobró fuerza a medida que se registraba la disminución, a causa del crecimiento económico, de variados recursos naturales, y se multiplicaban los daños ambientales generados por ciertas tecnologías productivas; la experiencia mostró que no sólo debía atenderse a los perjuicios efectivos sino también a nuevos y grandes peligros potenciales planteados por la expansión del conocimiento. Paralelamente, todos esos problemas se fueron haciendo más urgentes. El desarrollo sustentable procura proteger, a las generaciones futuras y también a las actuales, del agotamiento de los recursos naturales, la extensión de la contaminación y los riesgos tecnológicos.

La elaboración de las nociones alternativas de desarrollo ha estado influenciada, desde que el tema cobró vigencia hace más de medio siglo, por el debate sobre lo que —también en aras a la brevedad— hemos designado *teoría de la escalera*, según la cual el eje de las estrategias para ascender hacia los niveles de prosperidad de los países desarrollados consiste en recorrer las mismas etapas que esos países habrían recorrido en el pasado.

La primera gran crítica, recordemos, que se le hace a esa teoría se resume en la afirmación de que el atraso es, además, subdesarrollo: las regiones ubicadas en posiciones inferiores no lo están sólo por razones internas, sino también por causas externas. El colonialismo ha sido un factor mayor en el atraso de las naciones que lo sufrieron. La consolidación de un sistema mundial centro-periferia, durante la Segunda Revolución Industrial, contribuyó tanto a la prosperidad de los «centros» como a la debilidad técnico-productiva de las periferias, y a su subordinación económica, política y militar. En el mundo de hoy, las «divisorias del aprendizaje» ponen en evidencia la gravitación de la creatividad, el conocimiento y su uso efectivo en el fenómeno del subdesarrollo; éste se ha transformado, pero está lejos de desaparecer; igual que ayer, sigue siendo, además, dependencia, como el acontecer financiero lo muestra una y otra vez. La «teoría de la escalera» falla, ante todo, porque los ubicados en peldaños superiores dificultan el ascenso de quienes se hallan en los peldaños inferiores.

Otro tipo de cuestionamientos pone en duda la existencia misma de «la escalera»: ¿en qué medida cabe sostener que los países ricos y técnicamente avanzados recorrieron trayectorias similares? Los procesos de industrialización en Alemania y Estados Unidos, diferentes entre sí, fueron más distintos aún de la experiencia original en Inglaterra, y ello es todavía más cierto en el caso del Japón; el avance económico y social de los pequeños países escandinavos, que hace un siglo o menos eran pobres y periféricos, siguió una trayectoria muy específica; y la heterodoxia de los casos más o menos exitosos ha vuelto a ponerse de manifiesto en el este de Asia, donde el calificativo de «milagro» tiene asidero en la medida en que el proceso de crecimiento no se ajustó a pautas preestablecidas.

Cabe la sospecha, en verdad, de que cuando un país o una región expande su poderío técnico-económico es como si rompiera algunos de los peldaños en los que se apoyó, impidiendo a los otros que trepen por la misma «escalera», y haciendo así necesario construir otras «escaleras» más o menos originales.

En cualquier caso, un cuestionamiento más integral de la noción de que el desarrollo consiste esencialmente en tratar de alcanzar a los países «centrales» surgió al constatar que la generalización de las pautas de producción y consumo de tales países es lisa y llanamente insustentable. Si sólo China —un quinto de la población del planeta— llega a tener niveles de contaminación y uso de recursos naturales similares a los actuales del Norte —menos de un quinto de la población total—, la situación ambiental será catastrófica.

Motivos como los apuntados han vuelto a poner sobre el tapete lo que pedían los antiguos críticos de las teorías de «la escalera» y «el motor»: la construcción de una noción de *desarrollo como transformación global*.

Intentando resumir lo que se ha aprendido sobre el desarrollo a lo largo de medio siglo, Adelman (2000) anota, como una de las lecciones, que se trata de un proceso multidimensional y no lineal, caracterizado por la dependencia de cada trayectoria histórica, que implica cambios no sólo en la producción y en la tecnología sino también en las instituciones sociales, económicas y políticas, así como en las pautas del desarrollo humano.

Si el crecimiento económico no garantiza el desarrollo, corresponde dejar de lado cualquier determinismo que asegure éxitos a partir de modelos bastante simples. Si los procesos que llevaron a mejoras ciertas de las condiciones de vida en algunas regiones han sido idiosincrásicos, son los cambios sociales en su conjunto los que deben ser estudiados, abandonando todo monismo explicativo o prescriptivo. Si, además, los estilos «centrales» de producción y consumo no pueden ser extendidos al conjunto del planeta, no tiene ya ningún asidero la «unicidad» de alguna propuesta para el desarrollo. Por desgracia o por suerte, no parece haber más remedio que explorar alternativas plurales, lo que requiere el protagonismo de diversos colectivos.

El enfoque ilumina las dimensiones endógenas del desarrollo, lo que nada tiene que ver con pretensiones autárquicas, sino con la necesidad de poner en juego las libertades de las personas involucradas, como herramientas para el progreso social; para ello se necesitan capacidades e iniciativas propias, incluso en materia de conocimiento e innovación, que estarán disponibles mañana si se edifican hoy. Además de preservar las posibilidades del porvenir, hay que ir las forjando desde ya. La *auto-sostenibilidad del desarrollo* consiste en la capacidad de las generaciones presentes para construir las bases —humanas, ambientales, cognitivas y materiales— del desarrollo futuro.

Hirschman (1981, 1984) enseñaba que el avance en el desarrollo consiste en encontrar recursos de diversa índole, que están ocultos o desaprovechados, y usarlos para los fines del desarrollo; insistía en la importancia de los *eslabonamientos* entre las sucesivas etapas de un cierto proceso productivo y actividades diversas en general, pues así «una cosa lleva a la otra», poniendo en marcha dinámicas nuevas y aprovechando capacidades de acción antes desperdiciadas. Su visión de la cuestión se encuentra, pues, con la de Sen, que enfatiza que las personas no deben ser vistas como pacientes sino como *agentes*. Tales visiones, conjugadas con las dimensiones colectivas de los procesos sociales de innovación y la relevancia de los involucramientos activos en los aprendizajes por interacción, centran la atención en una *perspectiva de actores*.

En suma, al hablar de desarrollo a secas, nos referimos al *desarrollo humano auto-sustentable, protagonizado por actores colectivos*, en el sentido expuesto en este párrafo.

10.2. La innovación semiperiférica

Cualquiera sea el balance que se proponga tras un medio siglo largo de políticas para el desarrollo, difícil parece esquivar dos constataciones: por un lado, el problema sigue planteado, en más de un sentido y en numerosas regiones, con más gravedad que nunca; por otro lado, la transición en los «centros» a la sociedad capitalista del conocimiento trastoca gran parte de los datos de ese problema.

Uno de los puntales de los cuestionamientos a la ortodoxia en la teoría del desarrollo ha sido la afirmación de la especificidad de la «condición periférica», como un entramado social con existencia real y características propias.

Por oposición a lo que Hirschman denominaba «la pretensión de la monoeconomía» —según la cual el desarrollo es una rama de la economía, y ésta, una ciencia que establece resultados o «teoremas» de validez universal—, diversas heterodoxias sostuvieron que poco se puede comprender de las dinámicas sociales en la periferia sin introducir algunas herramientas conceptuales nuevas, a partir de las cuales es factible construir una estrategia de crecimiento propia y eficiente para los países pobres. La historia les dio parcialmente la razón: la «teoría de la escalera» no encontró asidero en la práctica, y la «condición periférica» probó su existencia mellando las armas de la ortodoxia, pero tampoco respondió con docilidad a una estrategia general alternativa: las escasas experiencias exitosas han resultado muy específicas, altamente idiosincrásicas y bastante inesperadas para las grandes doctrinas contrapuestas.

Las concepciones más en boga durante largas décadas no prestaron demasiada atención al papel en el desarrollo de las capacidades sociales para la innovación, mientras que los procesos de crecimiento sostenido han tenido en común el vigor con que se expandieron, por vías muy distintas, los potenciales innovativos involucrados. Hace falta, pues, estudiar más cuidadosamente las realidades y potencialidades de la innovación en cada contexto periférico específico. El panorama latinoamericano sugiere algunos puntos que vale la pena tener en cuenta.

Las posibilidades están muy condicionadas por las trayectorias previas, en particular, por los cambios y por las permanencias en la estructura productiva, pero también por otro tipo de factores. En América Latina, la cultura oficial ha marginado siempre a la ciencia, con excepción de la bio-medicina y algunas otras ramas de las ciencias biológicas, y ha prácticamente ignorado a la tecnología; el «matrimonio entre la ciencia y las artes útiles», que caracterizara a la segunda Revolución Industrial, tuvo poca presencia en este continente.

Hace alrededor de un siglo, el rápido crecimiento de algunos países latinoamericanos abrió buenas oportunidades para la industrialización, en especial cuando fue impulsada por la creciente capacidad de consumo de las clases medias. Esa era la situación en regiones donde la inmigración europea fue muy importante, como en ambos márgenes del Río de la Plata y en San Pablo. Esta inmigración promovió la innovación industrial y la ideología industrializadora, sobre la que se basó el progreso económico cuando la crisis mundial de 1930 orientó a América Latina hacia un período de «crecimiento hacia adentro», liderado por la industrialización en lugar de las importaciones. Éste fue el principal período de desarrollo de América Latina en la historia contemporánea, *grosso modo* entre 1940 y 1980 (Astorga y Fitzgerald, 1998: 20). Se ha observado que, durante esa etapa, la innovación tecnológica probablemente tuvo lugar a lo largo de todo el continente en una escala mayor que después de 1980 (Katz, 1994).

En dicho período, gran parte de los países latinoamericanos se convirtieron en «semi-industriales» (Adelman, 2000). Un enfoque más fino caracteriza al proceso como «industrialización trunca» (Fajnzylber, 1983); en ella la manufactura pasó de un papel menor a constituirse en el principal propulsor del crecimiento en ese período, pero sin llegar a basarse sólidamente en actividades endógenas de alto nivel de calificación. Por

consiguiente, la industrialización no alcanzó niveles de competitividad que retroalimentaran el proceso, por lo que su avance siguió dependiendo en gran medida de las exportaciones de materias primas con muy poco valor intelectual agregado y, cada vez más, del financiamiento externo. Un estilo de crecimiento caracterizado por la canalización hacia afuera del grueso de la demanda de conocimiento no resultó sostenible. La «semi-industrialización» o «industrialización trunca» puede ser vista como la emergencia de estructuras manufactureras importantes, pero en torno a las cuales no llegan a constituirse sistemas de innovación.

Ese «truncamiento» del crecimiento no responde necesariamente a la inexistencia de capacidades para la generación de conocimientos. Al respecto, el panorama del Sur es muy variado: políticas eficientes requieren una consideración diferenciada, así como la decisión de ir más allá de las recetas generales. En la mayor parte de los países latinoamericanos se cuenta con una estructura de investigación más o menos endeble, pero apreciable, con trayectoria bastante prolongada, logros reales que en algunos casos son sobresalientes, y numerosos equipos que trabajan a alto nivel. El problema central es que la historia ha forjado lazos débiles entre las estructuras de generación y transmisión de conocimientos y los procesos de crecimiento económico e incluso de progreso social, porque éstos se han basado primordialmente en la importación de conocimientos.

En América Latina, la mayor parte de la investigación se realiza en un conjunto no demasiado grande de universidades, sobre todo públicas; pese a ello, se pudo afirmar con razón, hace más de treinta años, que el cierre de alguna gran universidad pasaría desapercibida por completo desde el punto de vista del funcionamiento de la economía. Aunque la situación ha cambiado bastante desde que tal afirmación fuera formulada, su validez está lejos de extinguirse. Esa persistente «soledad del actor universitario» pone de manifiesto uno de los rasgos estructurales de la «condición semiperiférica», al menos en ese continente: la existencia de capacidades de investigación significativas pero poco aprovechadas para fines de desarrollo. Es un desperdicio; también una oportunidad.

Hace asimismo varias décadas que trabajos pioneros, como los de Jorge Sabato, pusieron en evidencia que la innovación en la región latinoamericana es en gran medida *informal*, sin que ello implique que sea de bajo nivel: ambos aspectos son relevantes y deben ser considerados en conjunto; probablemente, constituyen una de las características definitorias de la «innovación semiperiférica». En todo caso, su permanencia fue comprobada por las encuestas de innovación realizadas durante los años 1990: en América Latina, la introducción de lo nuevo en las prácticas productivas y en las que a ellas se vinculan no se hace, por lo general, como parte de una labor sistemática, que constituya la misión explícita de determinados departamentos en las empresas o la tarea permanente de ciertos equipos; sin embargo, hoy como ayer, son numerosos los casos de innovaciones que ponen en juego altos niveles de conocimientos, calificaciones y creatividad.

Subvaluada por las tendencias culturales prevaletentes, poco estudiada por las escuelas económicas dominantes y habitualmente ignorada por las políticas públicas, la innovación latinoamericana ha tenido un carácter no sólo informal, sino también *intersticial*. Marx decía que la burguesía y las relaciones sociales que la caracterizan brotaron

entre los poros de la sociedad feudal. Inspirándose en ese enfoque, Michael Mann (1986) ha elaborado la noción de emergencia intersticial de nuevos procesos en los espacios que las principales redes institucionalizadas de interacción social dejan sin ocupar. En América Latina, los procesos sociales de innovación técnico-productiva con frecuencia se han infiltrado entre los recovecos de una tradición cultural que subvalora el trabajo manual e incluso la técnica, y han ocupado posiciones inestables en los márgenes de las relaciones económicas prevaletentes, que priorizan el recurso a las capacidades exógenas.

En términos promediales, hasta el presente los dinamismos innovadores latinoamericanos apenas si han logrado emerger de los intersticios, pero en ellos sobreviven y se renuevan recursos considerables.

Se pueden llenar tomos con ejemplos de lo dicho, que constituyen a menudo experiencias interesantes, pero que pocas veces se consolidan: son «anécdotas» prometedoras que no logran transformarse en «tendencias». Cuando esos procesos llegan a aflorar, no son demasiado valorados, ni a nivel de la cultura ni de la economía; las políticas no tienen en cuenta el carácter necesariamente acumulativo de la construcción de capacidades. A la inversa, los sectores dirigentes no se preocupan demasiado por los «desaprendizajes» ejemplificados por la pérdida de calificaciones o de espacios interactivos de aprendizaje, y no toman las medidas requeridas para evitar tales retrocesos, porque no sienten que también allí se juega el futuro.

Una interpretación simple y aguda mantiene plena vigencia:

Nuestro diagnóstico es, simplemente, que los países no aprovechan su potencial de desarrollo debido a que, por razones relacionadas sobre todo con su imagen del cambio, encuentran difícil tomar el número adecuado de decisiones para desarrollarse y hacerlo con la rapidez necesaria (Hirschman, 1981: p. 36).

Cuando se comparan los «centros» con las «semiperiferias», buscando determinar si priman las tendencias a la convergencia o a la divergencia en los desempeños económicos, tal vez no sea en los niveles técnicos propiamente dichos donde convenga centrar la atención. En América Latina, esfuerzos de adaptación e innovación con los rasgos antes indicados han alcanzado niveles importantes; por otra parte, en reiteradas oportunidades la importación de equipos y la transferencia de procedimientos ha llevado a que ciertas ramas se desempeñen en las proximidades de la frontera tecnológica internacional. La inversión extranjera y las capacidades locales de ingeniería generaron durante la década de 1970 avances considerables en las ramas metalmeccánicas —fundamentales en la industria de la época—, lo que supuso una cierta «convergencia» con los niveles productivos de los «centros». Pero la transición al «paradigma microelectrónico» revirtió la tendencia. Un cambio de esta índole implica que, durante un cierto período al menos, el desempeño económico y la prosperidad se basan de forma más directa en las capacidades de generar y usar conocimientos, dando lugar a una «divergencia» a favor de los países que tienen esas capacidades. Posteriormente puede haber

una «convergencia parcial» en las pautas de producción y consumo, como sucedió en América Latina durante la década de 1990, a impulsos de la transferencia de tecnología y, sobre todo, del acceso fácil al financiamiento externo, lo cual no aumentó mucho las capacidades endógenas pero sí la vulnerabilidad financiera y la subordinación externa. Por debajo del vaivén de tendencias convergentes y divergentes, que por un lado tienden a ampliar la brecha tecnológica y, por otro, a disminuirla, existe una «brecha de la innovación»: ciertas regiones y países son capaces de mejorar sustantivamente, en términos promediales, sus capacidades para resolver problemas, mientras que otros se van quedando atrás en esa cuestión crucial, lo que acentúa su dependencia aun en el caso de que hayan alcanzado niveles productivos estimables.

En suma, América Latina constituye un caso de «innovación semiperiférica», donde los procesos endógenos de introducción de lo nuevo en las prácticas productivas son predominantemente de tipo informal e intersticial, como resultado de una historia que llega hasta hoy, y que se caracteriza por la frecuente aparición de oportunidades para innovar, a menudo bien aprovechadas, pero también, y en grado bastante mayor, por la recurrente impotencia para «acumular» aprendizajes y capacidades.

10.3. Estado, mercado y actores

Las décadas que siguieron a la II Guerra Mundial fueron una suerte de «edad de oro» para la cuestión del desarrollo, tanto por la atención que recibió como por las esperanzas depositadas en las principales estrategias propuestas. Éstas coincidían en hacer de la industrialización la vía maestra para la superación del atraso y divergían respecto a cuál podía o debía ser la clave del progreso; unos la definían como el papel dirigente y protagónico del Estado, otros la concebían como el libre juego del mercado. Pero, por debajo de esa diferencia, subyacía la suposición compartida de que existe «un» primer factor, que pone en marcha el proceso, asegura su continuidad y opera, ante los diversos bloqueos, como una «ganzúa» que abre todos los cerrojos. Esta hipótesis simplificadora, común a las concepciones «estadocéntricas» y a las «mercado-céntricas», configura a ambas como enfoques «monistas», o modelos propiamente dichos.

Durante los años 1980 cundió la decepción acerca de las perspectivas del desarrollo. Los retrocesos económicos y sociales fueron muy graves en América Latina y en África Subsahariana. Sus efectos sumados a los de otros procesos, en primerísimo lugar el derrumbe del bloque soviético y la drástica reorientación de la economía china, contribuyeron a desacreditar profundamente a los modelos «estadocéntricos». A fines de esa década se formuló el «consenso de Washington», un modelo con un acusado enfoque «mercado-céntrico». Tal consenso, impulsado o incluso impuesto por los organismos financieros internacionales, es la cara para los «países en vías de desarrollo» de la reestructura global del capitalismo, que durante la misma década de 1980 se entretejió con la revolución tecnológica, según lo comentamos en el capítulo 6. Pocos consideran que su aplicación haya sido exitosa.

Al fracaso de los modelos definidos por el papel omniabarcante del Estado siguió un nuevo fracaso de los modelos caracterizados por el accionar irrestricto del mercado; superar esa esterilizante disyuntiva es probablemente el principal problema actual en el campo del desarrollo.

Cuando la realidad ha mostrado que no se puede confiar en una clave única o modelo privilegiado para el desarrollo, la concepción de los sistemas de innovación puede ser fecunda, tanto para la interpretación de los acontecimientos como para la elaboración de políticas. Esa concepción, ante todo, destaca el papel de múltiples actores sociales. Contribuye, pues, a superar la contraposición esquemática entre Estado y mercado. Colabora, en particular, a la comprensión de ciertos procesos bastante exitosos de crecimiento económico y progreso social desde posiciones antaño semiperiféricas o periféricas, como los de Escandinavia y algunos países del Asia Oriental, que no responden a un modelo «estadocéntrico» ni a uno «mercado-céntrico»; aunque esas experiencias son muy distintas, tienen en común la construcción de sólidos sistemas de innovación.

La concepción que nos ocupa integra una variedad de aspectos, no sólo económicos sino también políticos, institucionales y culturales, en sintonía con una concepción integral del desarrollo. Asimismo, lleva a estudiar aspectos concretos de las interacciones entre actores y organizaciones, lo cual abre espacios para analizar las especificidades de la innovación en los diversos contextos periféricos.

Ese enfoque global e interdisciplinario en potencia de los procesos sociales de innovación se inscribe sin dificultades en la visión general del desarrollo como expansión de las libertades, y puede colaborar tanto a profundizar sus análisis de ciertos problemas como a concretar sus propuestas. En efecto, Sen (2000: 25-26) apunta a:

[...] investigar el proceso de desarrollo en términos globales que integra las consideraciones económicas, las sociales y las políticas. Este tipo de enfoque amplio permite apreciar simultáneamente el vital papel que desempeñan en el proceso de desarrollo muchas y diferentes instituciones, entre las cuales se encuentran los mercados y las organizaciones relacionadas con ellos, los gobiernos y las autoridades locales, los partidos políticos y otras instituciones ciudadanas, los sistemas de educación y las oportunidades de diálogo y debate públicos (incluido el papel de todos los medios de comunicación).

Este tipo de enfoque también nos permite reconocer el papel de los valores sociales y de las costumbres vigentes, que pueden influir en las libertades de que disfrutan los individuos y que tienen razones para valorar. Las normas compartidas pueden influir en algunos aspectos sociales como la equidad de los sexos, los tipos de cuidado de los hijos, el tamaño de la familia y las pautas de fecundidad, el tratamiento del medio ambiente y muchas otras instituciones y resultados. Los valores y las costumbres sociales vigentes también afectan a la presencia o a la ausencia de corrupción y al papel que desempeña la confianza en las relaciones económicas, sociales o políticas. En el ejercicio de la libertad influyen los valores, pero en los valores influyen, a su vez, los debates públicos y las interrelaciones sociales, en los cuales influyen las libertades de participación.

Cabe decir que ésta es una visión «activista» del desarrollo, pues tiene en cuenta la actuación de una pluralidad de agentes, sus posibilidades reales de participar y las motivaciones complejas que inciden en sus acciones. La misma resalta la importancia de los mercados y de los distintos niveles gubernamentales, pero lleva a no esperarlo casi todo del Estado ni a dejarlo casi todo librado al mercado.

En resumen, lo que hemos caracterizado como desarrollo humano auto-sustentable desde una perspectiva de actores sugiere asignar alta prioridad a los problemas y las posibilidades de los sistemas de innovación en países subdesarrollados, dando por supuesto que se apunta a afrontar la brecha de la innovación y las divisorias del aprendizaje, intentando dinamizar, compatibilizar y articular actividades múltiples.

Se trata, en primer lugar, de analizar lo que realmente ocurre en el nivel de los procesos colectivos de aprendizaje y de uso social del conocimiento, procurando captar las especificidades de la situación considerada. Una interrogante fundamental, que se debe responder en cada caso concreto, es la de cuáles son los vínculos e interacciones que efectivamente tienen lugar y cuáles son los que están ausentes, pero hacen falta para que las capacidades y oportunidades de aprender e innovar se aprovechen y acumulen.

La elaboración de políticas ha de asumir que sus resultados concretos dependerán de manera crucial de la atención prestada a los intereses, necesidades y posibilidades de los distintos actores potencialmente involucrados en los procesos de innovación. Para la conversión de los sistemas de innovación más bien virtuales, propios del subdesarrollo, en sistemas reales, hacen falta políticas públicas de articulación entre esos actores potenciales, a menudo aislados, a fin de inducir la construcción de lo que falta desde las fortalezas existentes, con frecuencia desaprovechadas.

Se esboza así una estrategia «desde abajo», cuyo hilo conductor es la promoción de los enlaces, sinergias, circuitos innovativos y espacios de aprendizaje que se detectan en la realidad, concebidos como lecciones que surgen del espesor de la sociedad, acerca de cómo afrontar la problemática de la innovación en el contexto no demasiado propicio del subdesarrollo. Son las «células» de los tejidos innovativos, cuya multiplicación e interconexión pueden llegar a generar auténticos sistemas de innovación.

10.4. Estrategias alternativas

La evolución de la desigualdad y de las condiciones de vida en general dependerá mucho, durante las próximas décadas, de lo que suceda con la búsqueda de nuevos caminos para afrontar el subdesarrollo. Al respecto presentamos en este apartado unas breves reflexiones, que se apoyan en casi todo el material discutido en capítulos anteriores.

Afrontar la problemática del subdesarrollo cuando la ciencia y la tecnología se han convertido en «fuerzas productivas directas» y, más en general, en claves de las diversas relaciones de poder, requiere afinar ideas acerca de las principales orientaciones de los esfuerzos de investigación e innovación. Cuando se está en una posición débil, es preciso analizar cuidadosa y simultáneamente tanto las características predominantes

del conocimiento que se está produciendo y usando como las propias posibilidades en la materia.

Cambio técnico y ventanas de oportunidad

Cuando la industrialización se extendió por el oeste de Europa y Estados Unidos, a partir de comienzos del siglo XIX, las técnicas fundamentales que se transferían desde Gran Bretaña y se adaptaban en aquellas regiones, con variaciones que andando el tiempo llegarían a ser considerables, eran las tecnologías mecánicas y del vapor, basadas más en conocimientos empíricos que en teorías científicas; éstas se difundían principalmente mediante la incorporación de personas con experiencia y se aprendían usándolas. Semejante modalidad de tecnificación de las actividades prácticas no ha perdido vigencia, pero las sucesivas «oleadas» de cambio técnico se han basado cada vez más en el saber científico.

Simplificando quizás demasiado, cabe decir que la historia de la innovación técnico-productiva combina un fenómeno de incremento sostenido con otro de carácter cíclico: por un lado, se expande de forma sistemática el conocimiento científico directamente involucrado en la innovación; por otro lado, se suceden los ciclos, o «paradigmas técnico-económicos», en cada uno de los cuales un conjunto de «nuevas tecnologías» transforma las prácticas, induciendo una suerte de «convergencia» en torno a sus lógicas propias. Esto último es lo que sucedió, como ya fuera mencionado, durante la «Segunda Revolución Industrial», con la electricidad, la química orgánica y las nuevas técnicas que permitieron multiplicar la producción de acero; algo semejante, aunque probablemente en escala superior, volvió a suceder con lo que ciertos autores han bautizado como «Tercera Revolución Industrial», entendida como la irrupción de las TICs; tal vez ya esté emergiendo un nuevo ciclo signado por la gravitación de las ciencias y tecnologías de la vida, con sus características específicas.

En ese contexto de largo plazo, que combina la expansión sostenida del papel del conocimiento con ciclos en los que se modifican las lógicas dominantes en la producción y uso de conocimientos, ¿cuáles son las opciones estratégicas que pueden adoptar las distintas periferias?

Una propuesta ya antigua, que a primera vista parece bastante razonable, argumenta que los países atrasados deben priorizar el uso de tecnologías «maduras», respecto de las cuales la mayor parte de la I+D necesaria ya ha sido realizada, con lo que se atenúan las desventajas ligadas al conocimiento, y se pueden aprovechar ventajas como la disponibilidad de mano de obra. Esta opción suele implicar la renuncia a realizar un gran esfuerzo en los terrenos del conocimiento y la calificación y, por tanto, las divisorias del aprendizaje se amplían y los consiguientes problemas sociales se agravan. Por esa vía nunca se ha escapado del subdesarrollo.

Una estrategia muy diferente se apoya en la noción de «paradigma técnico-económico», entendido como modelo de la «mejor práctica», en determinadas circunstancias,

formado por un conjunto de principios tecnológicos y organizativos genéricos, que constituyen la manera más efectiva de aplicar una revolución tecnológica dada, y de usarla para modernizar el conjunto de la economía. Cuando se adoptan de forma amplia, tales principios constituyen «la base de sentido común» para organizar todas las actividades y estructurar las instituciones (Pérez, 2002: 16). A partir de esta noción, se recomienda hacer uso de las «ventanas de oportunidad» que se abren durante la transición de un ciclo o «paradigma técnico-económico» a otro, concentrando los esfuerzos en las tecnologías centrales del ciclo o paradigma emergente. La idea orientadora de este enfoque es que, en tales períodos, las pautas de la eficiencia productiva se alteran tan radicalmente que los países ubicados en la vanguardia tecnológica pueden perder parte de sus ventajas, porque las estructuras que hasta entonces eran garantía de prosperidad dejan de serlo, llegando incluso a convertirse en lastres, mientras que otros países, menos condicionados por los intereses creados durante un pasado de éxitos y la consiguiente tendencia al conservadurismo, tienen por delante nuevas oportunidades, si logran a la vez manejar las nuevas tecnologías y efectuar las transformaciones organizacionales requeridas para su uso más eficiente. Cuando se dispone de ciertas capacidades, «una ventana de oportunidad se abre para hacer una entrada relativamente autónoma de firmas pequeñas y países retrasados a la producción de nuevos productos, basados en nuevas tecnologías, en las fases tempranas de éstas» (Pérez, 1988: 92).

Pasar a través de la «ventana» permite descontar distancias con los países líderes, alcanzarlos o hasta sobrepasarlos; pero la oportunidad sólo dura lo que el período de desajuste entre las nuevas tecnologías y las viejas instituciones, durante el cual las ventajas previas resultan menos gravitantes. Una vez que las instituciones se han adaptado al nuevo panorama técnico, las posiciones relativas tienden a consolidarse, y la ventana se cierra. La consiguiente recomendación estratégica es aprovechar al máximo esa transitoria oportunidad.

Es como si en una competencia deportiva, en la que hay diferencias bastante estables entre grupos de competidores, las reglas de juego cambiaran de manera bastante brusca, con lo que las posiciones relativas pueden alterarse rápidamente, porque varios de los punteros insisten en seguir jugando como antes mientras que algunos de los seguidores mejoran su ubicación, ya que se adaptan más pronto a las modificaciones, pero las posiciones tienden de nuevo a consolidarse una vez que todos juegan de acuerdo a las nuevas pautas.

En el pasado, el auge de las «nuevas tecnologías» características de la Segunda Revolución Industrial se asoció al avance de Alemania y Estados Unidos, que alcanzaron y superaron a Gran Bretaña, sustituyéndola en el liderazgo de la industrialización.

La noción de ventana de oportunidad se apoya sobre todo en el caso de los «cuatro tigres» del Este asiático —Corea del Sur, Taiwán, Hong Kong y Singapur— que transformaron su perfil productivo durante la transición al paradigma de las TICs. Estas tecnologías, si se las aprovecha adecuadamente, permiten aumentar la calidad y la cantidad de la producción, aun en situaciones desventajosas respecto a la disponibilidad de recursos energéticos y materias primas en general. Ese cambio de paradigma altera las lógi-

cas de la eficiencia productiva. Las opciones más rentables se van transformando desde las que caracterizaban al «fordismo» a otras bastante diferentes: de unas pocas grandes series de productos idénticos para mercados estables, a la multitud de pequeños lotes de diseño específico y mayor valor agregado para mercados segmentados y volátiles; de los procesos rígidos y con una única función, a los procesos flexibles y polivalentes; de la seguridad en la permanente validez de los conocimientos adquiridos, a la necesidad de tomar en cuenta su obsolescencia como amenaza continua.

Los «tigres» se adaptaron muy rápido a las lógicas emergentes, usando las nuevas posibilidades de manejar y transmitir información para reorganizar profundamente la producción y la distribución, lo cual fue fundamental para que, en pocas décadas, Corea del Sur y Taiwán pasaran de países agrarios muy pobres a países muy industrializados bastante prósperos. En realidad, siguieron una senda abierta por Japón, con su apuesta por la industrialización exportadora de alto nivel y su proyecto de alcanzar y superar a Occidente en el terreno tecnológico, acuñado ya en el siglo XIX, cuando la superioridad occidental en ese terreno le impuso al país una apertura que había rechazado durante siglos.

Hay mucho que aprender de las experiencias de los países mencionados —sobre todo en lo que se refiere a la promoción de la enseñanza y de los aprendizajes de alto nivel, el carácter sistémico con que se impulsó la innovación, el papel de la igualdad y la función articuladora del Estado—, y nada que copiar. Esas experiencias se llevaron a cabo en buena medida bajo regímenes políticos autoritarios, si bien las dinámicas mismas del crecimiento y sus crisis indujeron una activación de grupos sociales que impulsaron la democratización. Tales procesos estuvieron imbuidos por una alta dosis de conservadurismo cultural y de subordinación a las jerarquías establecidas, en particular dentro de las empresas. Sus éxitos han tenido que ver no sólo con factores internos, incluyendo sus tradiciones específicas, sino también con factores externos, igualmente intransferibles. Entre estos últimos se destaca el apoyo multifacético de Estados Unidos en el contexto de la guerra fría, que incluyó la apertura a sus exportaciones del gran mercado estadounidense; también se vieron favorecidos por los ejemplos, inversiones e impulsos provenientes de Japón. Por otra parte, el conjunto de la industrialización acelerada del Este asiático ha tenido altos costos ambientales que, con su extensión a China, amenazan con llegar a ser enormes.

Se trata, en suma, de una opción que no es deseable imitar. Además, parece casi imposible hacerlo en las condiciones reales de la mayor parte del Tercer Mundo de hoy, donde las tendencias internas y externas apuntan mucho más hacia una «inserción neoperiférica» en la economía global que hacia un crecimiento económico acelerado, impulsado por exportaciones manufactureras de nivel tecnológico cada vez más alto. Para que la sugestiva idea de ventana de oportunidad resulte fértil en el mundo subdesarrollado del siglo XXI, parece necesario adaptarla. La noción de desarrollo humano auto-sustentable, en una perspectiva de actores, sugiere explorar «ventanas de oportunidad alternativas» que, a partir de las condiciones propias de cada contexto periférico o semiperiférico, permitan aprovechar las posibilidades ofrecidas por las nuevas tecnologías, poniéndolas al servicio de las metas esenciales del desarrollo.

¿Es fructífero tomar como punto de partida y norte de todos los esfuerzos la alteración del perfil exportador, o ello debe ser una de las consecuencias de una transformación con otro hilo conductor? La distinción no es nada trivial, pues implica prestarle mayor o menor atención a la situación de cada región en su conjunto y, en particular, a la producción dirigida hacia el interior. La experiencia internacional muestra que el dinamismo exportador casi siempre fue el resultado de una intensa dinamización interna. En Corea del Sur y Taiwan, la etapa de industrialización por sustitución de importaciones constituyó el punto de apoyo para la posterior conquista de mercados externos. La elevación del nivel tecnológico de actividades tradicionales puede generar especializaciones productivas con capacidad de exportación, como sucedió en Finlandia, con la maquinaria para el tratamiento de la madera, o en Dinamarca, con los bienes de equipo para la industria láctea. En cualquier caso, lo que las nuevas tecnologías posibilitan es resolver una amplia gama de problemas de los sectores productivos de cada país —que en su gran mayoría atienden a necesidades y demandas internas—, que con frecuencia no encuentran soluciones adecuadas a sus propias condiciones, debido a la inevitable rigidez del estandarizado mercado tecnológico mundial.

Las oportunidades abiertas se vinculan con la flexibilidad de diseño tecnológico. Un caso ilustrativo es el de los «chips», que han llegado a constituir una suerte de «materia prima» para la construcción de numerosas soluciones específicas; ésta es a la vez versátil y barata, y se puede comprar sin mayores restricciones, lo que permite concentrar la atención en el problema y no en cómo amoldarlo a la solución prefabricada que esté disponible en algún catálogo. Por ejemplo, un pequeño industrial textil puede aspirar a un sistema de información para su empresa o a un sistema de control de calidad para sus tejidos, diseñados a su propia medida y sin que sean prohibitivamente caros. Los grados de libertad tecnológica han tenido un enorme aumento potencial. La cuestión es cómo aprovecharlos.

A menudo se preconiza la incorporación al nuevo mundo de la técnica de manera tan reduccionista y unilateral como inviable: la táctica correcta sería concentrar todos los esfuerzos en exportar productos de las «nuevas tecnologías». En algún caso extremo, se le propone a un pequeño país periférico que deje de lado toda su estructura agroindustrial para dedicarse a la exportación de «software», opción simplemente absurda. En Finlandia, el país de Nokia, el crecimiento se ha sustentado en la renovación de todos los procesos productivos con la ayuda de la electrónica, no en descartarlos y concentrar los esfuerzos en la electrónica. En general, en los países periféricos hace falta una dinamización de los sectores productivos y una mayor agresividad en su inserción internacional; pero de por sí esto podría eventualmente, y sólo a muy corto plazo, asegurar crecimiento económico. El desarrollo es otra cosa muy distinta.

Un hilo conductor para estrategias alternativas puede ser *innovar hacia adentro*, haciendo uso del avance técnico para mejorar toda la estructura productiva de bienes y servicios. Ello involucra, por supuesto, a los sectores que venden al exterior, e incluye la ampliación de la lista de ofertas. Pero la contraposición decisiva no se plantea entre mercado externo o mercado interno, agricultura o manufactura, industria o servicios, ni siquiera es la que distingue entre viejos y nuevos productos, sino la que existe entre producir con alto o bajo valor agregado de conocimiento, calificación e innovación.

En el estudio de la innovación en general, que presentamos en la primera parte, señalamos que un problema típico del subdesarrollo, más que la inexistencia de innovaciones técnico-productivas, es con mucha frecuencia el carácter trunco de su difusión, ya que ésta no llega a la etapa de «capilarización», a través de la cual lo nuevo se distribuye por el tejido socio-productivo. Las oportunidades que ofrecen ciertos avances técnicos, particularmente en el ámbito de las TICs, tienen que ver con las posibilidades de revertir los procesos trunco de difusión tecnológica, sobre todo a través de actividades de tipo «capilar», en las que intervienen «sastres tecnológicos» que diseñan soluciones a medida y de alto nivel, usando en cada caso una combinación eficiente (un *mix* decía Sabato) de conocimiento importado y saberes generados en el propio país.

En esta concepción, las ventanas de oportunidad no se cierran tan rápido y pueden aprovecharse incluso en ausencia de una política de Estado en materia de ciencia y tecnología para el desarrollo, cuya existencia en el Sur sigue teniendo carácter de excepción. Las oportunidades son reales si se cuenta con capacidad local, particularmente en áreas como la informática, la electrónica y las biotecnologías. Es característica de la «innovación semiperiférica» la presencia de no pocas empresas y organizaciones de alto nivel tecnológico, pero sin mayor respaldo estatal, cuyo potencial como «solucionadoras de problemas» apenas se aprecia. Cuando lo que se valora de verdad es lo que genera riqueza, directamente y a corto plazo, esas capacidades «portadoras de futuro» no reciben casi atención, pero a menudo se las arreglan para sobrevivir en pequeños nichos del mercado interno o, incluso, exportando, pero sin poder desempeñarse como vasos capilares para la difusión tecnológica. Una estrategia nacional digna de ese nombre las emplearía al máximo; pero pueden ser muy útiles aunque sólo existan políticas de nivel medio, industriales o sectoriales, que apunten a potenciar ramas o «cadenas» productivas. El aprovechamiento de tales capacidades puede surgir incluso de iniciativas de los actores directos en la generación y utilización de conocimientos; recordemos que, como el propio nombre indica, la función de «sastre tecnológico» sólo puede cumplirse en el contexto de relaciones continuadas entre productores y usuarios.

En otras palabras, la noción de «ventanas alternativas» se enmarca en una perspectiva de actores, y es consistente con estrategias «desde abajo» para la construcción de sistemas de innovación.

La inadecuación de la tecnología estandarizada disponible no se refiere sólo a las condiciones de la mayor parte de las unidades productivas en la periferia, sino también a las necesidades básicas de la población. Una oportunidad sustancial para «innovar hacia adentro» implica poner la potencia de las nuevas tecnologías al servicio de la solución de problemas de mucha gente, en áreas tan diversas como la salud, el transporte, la vivienda, la educación, el ocio.

Como es fácil comprobar en América Latina —el continente más desigual del mundo—, los efectos de un orden social injusto no pueden ser compensados por políticas sociales paliativas ni por los efectos de «derrame» del crecimiento económico; tampoco está en la tecnología el poder de hacerlo. Puede, sí, colaborar a ello la construcción de redes o sistemas de innovación en los que los problemas sociales constituyan deman-

das fuertes de soluciones específicas que, en lugar de no ser casi considerados, como sucede en los sistemas de innovación, más virtuales que reales, existentes hoy en la región. Las ventanas de oportunidad ofrecen alternativas para conjugar equidad e innovación. A esta cuestión cardinal volveremos en el capítulo de conclusiones.

Políticas de jardinería

Sacar partido de las posibilidades que se abren, seguramente frágiles, exige disponer de recursos, de espacios para utilizarlos y de voluntades para hacerlo. Pero en diversas zonas periféricas el potencial científico, tecnológico e innovativo se parece a lo primero que se abandona en un naufragio; así ocurre en gran parte de América Latina con su crisis recurrente. Hacen falta, en ese terreno, estrategias de supervivencia para las capacidades disponibles que, a la vez que defienden su existencia en el presente, apunten a transformar su inserción en la sociedad para robustecer sus perspectivas futuras.

Para poner la ciencia y la tecnología al servicio del desarrollo tal vez el problema más urgente sea, en gran parte del mundo subdesarrollado, construir su base social y cultural. Ello exige afrontar temores variados, expectativas difusas y a menudo contrapuestas, el descreimiento en sus posibilidades —particularmente en ámbitos empresariales y políticos— y, más en general, el desinterés social, que suele darse por descontado, pero que apenas si se explora.

No puede haber sistemas nacionales de innovación fuertes a partir de la fragilidad extrema de algunos de sus componentes básicos. Sin embargo, las razones de su debilidad no se circunscriben a fallas en los diversos componentes del sistema: como ya lo subrayamos, el valor social asignado al conocimiento endógenamente generado y a la innovación juega también un papel central.

En condiciones poco propicias, hay que demostrar mediante los hechos el valor social que puede tener la investigación endógena. Para ello, es preciso vincularla fuertemente con nuevas alternativas para afrontar las crisis. En tiempos semejantes es cuando más gravitantes resultan las capacidades para la innovación en condiciones de escasez. La existencia de esas capacidades, desplegadas de manera bastante informal y hasta «intersticial», pero con frecuencia a alto nivel, es un rasgo histórico persistente de ciertos contextos semiperiféricos. En las condiciones de hoy, no pueden sobrevivir sin vinculaciones mucho más estrechas que en el pasado con la generación y transmisión de conocimiento avanzado. En la actualidad se registran ciertas tendencias fuertes al «desaprendizaje», que erosionan las capacidades individuales y colectivas realmente existentes para investigar e innovar en condiciones de escasez: ellas merecen, pues, el cuidado con que un jardinero se ocupa de las flores de su jardín.

En los países centrales, las políticas públicas para el avance técnico-productivo, generalmente activas, parten de la existencia real del sistema nacional de innovación, de las organizaciones y grupos que lo componen y de los vínculos entre ellos. Distinta es la situación en las periferias. Esas «distancias» entre las situaciones del Sur y las del

Norte, en términos de los sistemas de innovación, previenen contra la importación «llave en mano» de mecanismos institucionales para las políticas innovativas. Las instituciones son, siempre, muy «dependientes del contexto»: la copia que no toma en cuenta esta característica suele tener el mismo nombre que el original, pero no sus funciones reales. No es sorprendente, entonces, que la importación genere un conjunto bastante ineficiente de instituciones.

En el Sur, según ya se dijo, hay que construir los sistemas de innovación «desde abajo», apoyándose en algunos actores efectivos pero bastante dispersos, promoviendo la conversión en realidades de otras potencialidades y, fundamentalmente, impulsando las conexiones necesarias: hacen falta políticas de articulación. Pero, además, no puede darse por descontado que los recursos que existen hoy, u otros equivalentes, seguirán existiendo mañana: es preciso ayudar a que crezcan las plantas beneficiosas y combinarlas de maneras deseables, pero en todo momento hay que proteger su existencia misma. En el subdesarrollo, la expansión socialmente útil de la ciencia, la tecnología y la innovación demanda auténticas *políticas de jardinería*.

Para ello, varias lecciones se pueden aprender del Norte. Por ejemplo, las siguientes: (i) las políticas de innovación son realmente un instrumento en el fortalecimiento de los SNI; (ii) las políticas de innovación son instrumentos de articulación; (iii) el éxito de estas políticas depende mucho de que se tome en cuenta la perspectiva de los actores al diseñar intervenciones, esto es, que se tengan presentes los intereses, las necesidades y las posibilidades de los diferentes actores de la interacción innovativa. Estas orientaciones para la acción, si se aplicaran de forma sistemática y prestándole debida atención a las fortalezas y problemas de cada país «sureño», serían sin duda más efectivas que la extendida práctica, tan común en el subdesarrollo, de copiar la forma sin tener en cuenta los problemas específicos en juego y el contexto real en que aparecen.

El Sur es pobre en lo que hemos denominado «espacios interactivos de aprendizaje», es decir, las redes relativamente institucionalizadas donde se resuelven ciertos problemas de la práctica a partir de la colaboración entre distintos actores en la identificación, generación y aplicación de los conocimientos adecuados, de modo tal que sus respectivas capacidades se expanden. Buena parte de las políticas de innovación que se usan en el Norte apuntan, de hecho, a fortalecer esos espacios, a través de incubadoras de empresas, programas de extensión industrial o centros universidad-empresa. Esos instrumentos son bastante exitosos, sobre todo porque se usan en medios que ya son ricos en espacios de aprendizaje, a los que potencian y multiplican, mientras que, por ejemplo, el fracaso de tantos mecanismos para relacionar empresas y universidades en América Latina se debe a que, importados e implantados «desde arriba», se aplican con frecuencia en el vacío. Una orientación «desde abajo» empieza por explorar lo que existe, para luego apoyar la consolidación y la multiplicación de los «espacios» prometedores y socialmente útiles.

En los espacios interactivos de aprendizaje surgen «circuitos innovativos», caracterizados como encuentros concretos, a escala microsocia, de actores que necesitan conocimientos especializados para resolver un problema con otros actores capaces de

proveer tales conocimientos, en condiciones tales que surge «algo nuevo» (ver epígrafe 5.6). A la inversa, cuando se mantienen o reiteran los circuitos innovativos que involucran a determinados agentes, cuando se vinculan con otros circuitos, cuando incorporan a otros actores, pueden forjarse redes o espacios de aprendizaje. Ésos son los ámbitos por excelencia donde ocurre la mayor parte de la innovación, donde se adoptan las decisiones que más directamente inciden en ella, donde se forjan las actitudes que la orientan. Son su verdadero punto de partida. Son las plantas valiosas y escasas en terrenos donde existe poco conocimiento acumulado y escasa cultura de cooperación. Son las lecciones que surgen del espesor de la sociedad sobre cómo actuar e innovar en las condiciones difíciles y siempre específicas de cada contexto periférico.

El traslado de formatos institucionales suele arrojar resultados desalentadores; conlleva, además, el riesgo de la mala copia, que tantas veces se hace realidad al importar políticas. No conviene partir de allí, sino empezar por detectar las fortalezas existentes, aprender a cuidarlas y apuntar a difundir sus logros, a vincularlas entre sí, a expandirlas a nuevos campos.

Para afrontar el subdesarrollo, es imprescindible que el Estado desempeñe un papel articulador muy activo, promoviendo «políticas de jardinería» y respaldando los esfuerzos para construir «desde abajo» verdaderos sistemas de innovación. Con tal propósito, valdría la pena tener en cuenta y combinar principios como los siguientes, que de alguna manera resumen lo dicho antes:

- (1) Un principio de *realidad*: no presuponer que se cuenta con organizaciones y actores listos para reconocer la utilidad de las políticas propuestas.
- (2) Un principio de *adaptación*, que caracterice finamente los problemas reales que afrontan organizaciones y actores para innovar, con toda su diversidad, a los efectos de diseñar instrumentos adecuados al contexto para hacer operativa la política preconizada.
- (3) Un principio de *perseverancia*, imprescindible para que las estrategias lleguen a ofrecer beneficios, pues los cambios necesarios para que una política de innovación se haga carne en el tejido productivo y en la sociedad son de lenta maduración.
- (4) Un principio de *flexibilidad*, que inspire la revisión crítica permanente, el análisis de la posible inadecuación de los instrumentos empleados y la transformación de las metas, de modo que ciertas políticas no sigan aplicándose cuando la situación ha cambiado o incluso cuando han fracasado.
- (5) Un principio de *aprendizaje*, que estimule el estudio serio de lo que se hace en el mundo para fomentar la innovación socialmente útil, como fuente de información, inspiración y precaución para el diseño de alternativas propias.
- (6) Un principio de *orientación prioritaria*, que recomienda apoyar, consolidar y expandir los espacios interactivos de aprendizaje y los circuitos innovativos allí donde estén, para fortalecer actores concretos, obtener soluciones innovadoras reales y, no menos importante, posibilitar éxitos que colaboren a transformar

una cultura relativamente derrotista en relación a las propias capacidades para la innovación.

- (7) Un principio de *originalidad*, que asuma que la innovación en el subdesarrollo necesita ser pensada también desde su irreductible especificidad, lo que probablemente lleve a diseñar políticas que sean nuevas «bajo el sol».

Conclusión:

Innovación social y equidad proactiva

Es tiempo de sintetizar y finalizar. Organizaremos nuestras conclusiones en torno a tres ejes: (i) la presentación de un enfoque para el estudio de la innovación y el desarrollo que apunta a *aprender de la sociedad*; (ii) la concepción de los trabajos en Ciencia, Tecnología y Sociedad como ámbitos de encuentro al servicio de la *creatividad colectiva*; (iii) la urgencia de *explorar* posibilidades nuevas y viejas para conjugar innovación con equidad.

La innovación desde el Sur como enfoque en diálogo con otros

En este libro hemos discutido ciertos aspectos de la problemática social contemporánea del cambio científico y tecnológico, a partir de un enfoque que denominamos «la innovación desde el Sur». Su soporte principal es la comprobación de que los procesos de innovación técnico-productiva, considerados en la primera parte, constituyen un factor destacado de transformación de la realidad, con incidencia bastante grande en las divisiones sociales, según se argumentó en la segunda parte. El hilo conductor es la consiguiente urgencia de repensar la problemática del subdesarrollo, que ha sido profundamente alterada por el ascenso de la innovación, pero que sigue constituyendo la más aguda y difundida manifestación de la desigualdad ente los seres humanos.

En tal contexto, el enfoque que proponemos apunta a comparar las realidades de las regiones del Norte y del Sur, atendiendo tanto a las «convergencias» como a las «divergencias». Para ello se entiende útil revisar la conceptualización de la innovación elaborada en función de las experiencias de países del «centro», analizándola desde la especificidad de distintas «condiciones periféricas». Por esa vía se aspira a poner de manifiesto algunos temas y problemas que, al ocuparse de la innovación, requieren especial atención, en el Sur y quizás también en el Norte.

La innovación desde el Sur es, pues, una propuesta para reflexionar sobre la teoría y para estudiar la realidad, que sólo puede desarrollarse en diálogo con otros enfoques, del Sur y del Norte. Propiciar el intercambio de ideas desde la pluralidad de contextos y de puntos de vista es uno de los principales propósitos que ha orientado la redacción de este libro.

Una herramienta central para el trabajo en diálogo es recurrir a las comparaciones históricas. Ellas ofrecen ocasiones potencialmente fecundas para encuentros interdisciplinarios amplios, que son imprescindibles —estamos cada día más convencidos— para el estudio de los problemas de la innovación y el desarrollo. Con ese propósito, dibujamos en el capítulo 5 un «enfoque constructivo» para el estudio comparativo de los sis-

temas de innovación, que puede colaborar tanto a captar como a aprovechar alternativas variadas.

La noción, cara a Hirschman, del desarrollo como descubrimiento de recursos ocultos o desaprovechados, conduce, en una perspectiva de actores, a *aprender de la sociedad*, particularmente en lo que se refiere a las capacidades innovativas latentes o reales que podrían ser mejor utilizadas.

Perspectivas en CTS+I

Este libro ha sido escrito como respuesta a una invitación del programa «Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación» (CTS+I) de la Organización de Estados Iberoamericanos, a cuyo desarrollo queremos contribuir desde el enfoque recién reseñado.

Lo fecundo de semejante programa tiene mucho que ver con la diversidad. Son varias las perspectivas desde las que se han estudiado en profundidad aspectos de las relaciones entre Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS). A nuestro juicio, las más ricas comparten una visión que no atiende sólo a los «impactos» de la investigación sobre la sociedad ni sólo a los «condicionamientos» que ésta ejerce sobre aquélla, sino a las «interacciones» de una y otra, en una tradición claramente señalada por uno de los pioneros del tema, John Bernal, y que puede remontarse a grandes maestros que siguen influenciando profundamente dicha visión desde contribuciones tan distintas como las de Marx o Schumpeter.

La variedad de las interacciones y la complejidad de los problemas requiere necesariamente la contribución de saberes y enfoques distintos. Si las prácticas académicas no apuntan a superar las vallas entre comunidades de investigadores, mal podrán colaborar a la generalización de los diálogos en el seno de la sociedad en su conjunto acerca de la problemática del conocimiento. Si se aspira a lograr algún grado de comprensión y de incidencia socialmente positiva en lo que se refiere a los procesos de innovación, se requiere la contribución de investigadores de distintas disciplinas, pero sobre todo la de otros actores, insertos en los mundos de la producción, la educación, la comunicación, la gestión pública.

Vemos, pues, la temática CTS+I como un terreno de encuentro, entre personas de distintas inserciones geográficas y laborales, que comparten la preocupación por promover la creatividad colectiva para que el conocimiento contribuya mejor a la expansión de las libertades y de la calidad de la vida en común, y sirva menos a la desigualdad, la destrucción y la degradación ambiental.

A la agenda de trabajo en ese terreno nos interesa en grado sumo colaborar desde nuestra inserción específica, en tanto universitarios de un pequeño país periférico. No es del caso efectuar aquí propuestas concretas y detalladas, sino tan sólo anotar algunos aspectos que vale la pena tener en cuenta.

El crecimiento del conocimiento hace cada vez más difícil la comprensión por los «legos» de gran parte de los asuntos que los involucran, al tiempo que nos convierte a

todos en legos respecto a la mayoría de los temas, y a muchos, en especialistas estrechos. El problema es medular para el ejercicio de la ciudadanía, para la noción de cultura y, *last but not least*, para la orientación de la innovación.

Tal problema replantea de manera aguda las preguntas de qué y cómo enseñar, más allá de la especialidad elegida por el alumno; esas preguntas son sobre todo importantes en relación a la enseñanza de las disciplinas científicas para las personas que no gustan de ellas y no planean utilizarlas ni en sus estudios ni en sus prácticas laborales.

Al respecto, una de las herramientas potencialmente útiles es la enseñanza de distintos temas, que pueden ser englobados en el campo CTS, en los niveles terciario y medio, y también fuera del sistema formal o tradicional de educación. La idea orientadora es que muchas personas pueden sentirse atraídas por una u otra faceta de las relaciones mutuas entre la ciencia, la tecnología y la sociedad, lo cual puede constituir su punto de entrada al estudio y a la reflexión sobre tales cuestiones. Nunca hay que olvidar las obvias verdades de que se aprende desde lo que se sabe y desde lo que interesa. Por consiguiente, una primera condición necesaria para el éxito es organizar la docencia a partir de los intereses genuinos de aquellos a quienes se la ofrece, de sus conocimientos, preocupaciones y proyectos; no puede sino ser una enseñanza muy dependiente del contexto, abierta a la experimentación y a la diversidad. Una condición no menos necesaria es que la docencia se estructure de manera genuinamente interdisciplinaria, propiciando diálogos plurales. Y, como en toda enseñanza activa, debe apuntar a que quienes desean aprender puedan definir y realizar algún trabajo por cuenta propia, lo cual, como actitud, se parece mucho a buscar soluciones para algún problema. En suma, se trata de enseñar en una genuina perspectiva de CTS+I.

Ofertas educativas de ese tipo pueden colaborar a ampliar el acceso a una dimensión de la cultura, como lo es la creación científica y tecnológica, y a la formación ciudadana, en la medida en que ayuda a capacitarse para incidir en la decisión de algunas cuestiones importantes que a todos incumben.

Como hemos argumentado en el capítulo 9, la emergencia de la sociedad capitalista del conocimiento, plagada de desigualdades y esencialmente concentrada en ciertas áreas geográficas reducidas, pero con impactos enormes en todo el planeta, hace de la democratización del conocimiento un desafío mayor de nuestro tiempo. Entre las diversas condiciones necesarias para encararlo con algunas posibilidades de éxito —no parece haber ninguna condición que por sí sola sea suficiente para ello— se destaca la transformación profunda de la enseñanza: es preciso hacer realidad la educación permanente, expresión abreviada con la que designamos la generalización del acceso a la enseñanza avanzada y de calidad, ofrecida de maneras diversas, renovable a lo largo de la vida entera y vinculada con el desempeño laboral.

Modalidades educativas con varias de esas características ya existen hoy, pero son el patrimonio de minorías, con lo que tienden a ahondar las divisorias del aprendizaje. Para revertir la tendencia, se precisan cambios apreciables en esos universos, usualmente conservadores y satisfechos consigo mismos, que son los sistemas formales de enseñanza. Se necesita su colaboración para que dejen de ser el teatro por excelencia

de la educación, nada menos, puesto que la educación permanente para todos no saldrá de la mera retórica hasta que realmente concibamos como aula potencial a todo ámbito social —granja, fábrica, hospital, laboratorio, taller, centro turístico, estudio asesor, banco de fomento, etc.— donde una tarea socialmente útil se lleve a cabo con altos niveles de calificación y eficiencia. Para ofrecer oportunidades a tantas personas con débiles posibilidades ocupacionales —sobre todo, en los países periféricos, a la gran cantidad de jóvenes que no estudian ni trabajan— hay que ir convirtiendo en realidad esas potencialidades, ante todo detectando las experiencias exitosas y aprendiendo de ellas.

Las universidades tienen mucho que aportar a esa labor, y muy graves serán las consecuencias si no lo hacen. Cabe sospechar que la medida en que contribuyan —o dejen de hacerlo— a las tareas estrechamente interconectadas de la democratización del conocimiento y de la generalización de la enseñanza avanzada, muy vinculada con el trabajo y renovable a lo largo de la vida entera, definirá el perfil social de las universidades en el siglo XXI (Arocena y Sutz, 2001; Marcovich, 2002).

Una de las grandes metas para la transformación necesaria de la educación es vincularla con la expansión de las capacidades colectivas para la innovación. Se trata, en especial, de impulsar las conexiones de la enseñanza formal, y sobre todo de las modalidades para su permanente renovación, con las prácticas laborales en espacios interactivos de aprendizaje, lo que, a su vez, puede favorecer a estos últimos, particularmente a través de la incorporación sistemática de gente joven y muy calificada.

Desde perspectivas de CTS+I, no poco se puede aportar a la exploración de posibilidades para entretener educación e innovación y, más en general, a aprender de la sociedad acerca de cómo enfrentar los grandes problemas de nuestro tiempo.

Las lecciones más importantes que así se pueden obtener tienen que ver con las posibilidades de cooperación entre actores con intereses y saberes diferentes. La concepción de la innovación como fenómeno interactivo y distribuido pone esa cuestión en el centro de la atención. Para que agentes distintos puedan de alguna manera colaborar y complementarse, se requieren niveles significativos de integración social, y también una cierta «horizontalidad tecnológica», en tanto disponibilidad de competencias que permitan una participación efectiva. La innovación como solución de problemas establece límites fuertes a la «delegación» de tareas en la materia, si se quiere que redunde en beneficios colectivos. Para lograr esto último, el involucramiento en la orientación, generación y difusión de lo nuevo debe ser, pues, muy superior a lo que sucede y se supone adecuado, sobre todo en el mundo del subdesarrollo, donde resulta especialmente importante ampliar, tanto en términos de individuos como de grupos, la participación en tales actividades.

Lo anotado es cardinal para una concepción del desarrollo centrada en el protagonismo de diversos actores colectivos. Al respecto, un problema mayor viene dado por las difíciles relaciones entre la introducción de avances técnicos y la actuación de los trabajadores; en la sección 3.6, «Antagonismos en el mundo del trabajo», notamos que en ese terreno se despliegan algunos de los aspectos más conflictivos de los procesos de innovación. Al mismo tiempo, las modalidades predominantes en la producción con-

temporánea ofrecen mayores posibilidades para conjugar eficiencia e involucramiento de los productores directos, como lo destacan Amable, Barré y Boyer (1997: 331-334). Aprovechar las posibilidades técnicas exige capacidad para pasar con rapidez de una tarea a otra, para actualizar competencias y para aprender a un nivel alto, lo que naturalmente requiere ciertas garantías de estabilidad laboral. Si los trabajadores disponen de tal capacidad, podrán colaborar a la mejor adaptación de los nuevos equipos y procedimientos productivos, originando incluso innovaciones. Sus reivindicaciones, en materia de seguridad y condiciones de vida en el trabajo, pueden tanto generar conflictos como incitar a la mejora de los procesos productivos, reduciendo los riesgos de contaminación y obteniendo productos de mayor calidad. La opción por los bajos salarios, el autoritarismo en las relaciones laborales, la precariedad del empleo y los despidos frecuentes llevan a desaprovechar esas nuevas posibilidades. Pero aprovecharlas no es nada fácil, pues tiene que ver con la introducción en la práctica de nuevas relaciones de cooperación, en contextos donde persistirán la contraposición de intereses y los conflictos.

En suma, todos los caminos conducen a Roma: afrontar la problemática de la innovación técnico-productiva exige ante todo capacidad de *innovación social*.

Formas de la equidad

En el pensamiento sobre el desarrollo, los condicionamientos mutuos entre crecimiento y equidad constituyen uno de los problemas más grandes, ya antiguo, pero que está lejos de haberse resuelto. En los albores de la sociedad capitalista del conocimiento, hay que pensarlo de nuevo.

La alta desigualdad opera como un bloqueo, no para la innovación en su conjunto, pero sí para gran parte de ella. En los procesos sociales de introducción de lo nuevo en las prácticas colectivas, una gran desigualdad entre los sectores potencialmente involucrados implica que varios de ellos quedan, de hecho, al margen de las decisiones sobre cuáles son los problemas fundamentales y cuáles las soluciones aceptables. En esas condiciones, las decisiones tienen un carácter acusadamente «vertical»; esa impronta autoritaria se refleja en qué innovaciones son finalmente adoptadas, a quiénes benefician y a quiénes perjudican. Por esa vía, las divisiones existentes tienden a ahondarse; la «demanda efectiva» de innovaciones se concentra en los sectores de mayor poder adquisitivo y, en la periferia, se canaliza casi de forma exclusiva hacia el exterior, en desmedro de las capacidades locales para generar y usar conocimientos. Así ha sucedido en América Latina durante la mayor parte de su historia.

Cuando, tras largas décadas de trabajo teórico y práctico, Raúl Prebisch (1981) recapituló su visión de la cuestión del desarrollo, destacó con vigor el papel retardatorio del consumo conspicuo, propio del «capitalismo imitativo» de la periferia latinoamericana. «La sociedad privilegiada de consumo constituye [...] un considerable freno interno al desarrollo» (op. cit.: 234). La falta de austeridad dirige gran parte del exce-

dente económico hacia la adquisición de bienes y servicios suntuarios, mayoritariamente importados, en desmedro de la inversión productiva, económica y social. El fenómeno volvió a hacerse evidente durante la relativa bonanza que conoció América Latina durante buena parte de los años 1990, en gran medida debida a la captación fácil de dineros externos; cuando esta apuesta se agotó, quedaron al desnudo en una importante porción del continente el agravamiento de la miseria, la debilidad del aparato productivo y la persistente marginalidad de las actividades innovativas.

La marginación de vastos sectores de la población respecto a la innovación no sólo es negativa desde el punto de vista de su orientación social sino también porque la convierte en una actividad endeble. Volvamos a las enseñanzas básicas de dos maestros en los que nos hemos apoyado reiteradamente: en esas condiciones, diría Hirschman, permanecen desaprovechados recursos fundamentales para el desarrollo, mientras que Sen repetiría que la expansión de las libertades y capacidades humanas no sólo es la meta, sino también la herramienta principal del desarrollo. La innovación, proceso social interactivo y distribuido, flaquea cuando hay muchos actores ausentes o relegados a la pasividad.

A la inversa, como muestran diversas experiencias históricas, en algunas sociedades donde la inequidad es baja, suele generarse una demanda sostenida de innovaciones, que son, a la vez, relevantes socialmente y sofisticadas en términos de los conocimientos implicados. La demanda puede provenir de actores ya existentes y organizados, o de otros con carácter latente, que se activan para plantear reivindicaciones que tienen que ver, por ejemplo, con problemas específicos de salud y discapacidad, control de los alimentos, seguridad ambiental, etc. Con frecuencia, las soluciones técnica y financieramente viables a los reclamos de ese tipo dependen del contexto, por lo que el poder para impulsar semejantes reivindicaciones constituye un estímulo mayor para las capacidades endógenas de innovación.

Ahora bien, en este mundo no todo lo bueno viene junto necesariamente: sería ideal que a menor desigualdad correspondiera siempre mejor desarrollo, pero la realidad no lo asegura. En particular, la experiencia muestra que, si bien no es cierto —como en algún momento se afirmó con fuerza— que el crecimiento económico requiera necesariamente pasar por una etapa de alta desigualdad, tampoco puede sostenerse que disminuir la desigualdad acelera de por sí el crecimiento.

Respecto a ello, Fajnzylber (1990) afirmaba años atrás que en América Latina había tres tipos de países: (i) los de alta desigualdad y crecimiento lento; (ii) los de alta desigualdad y crecimiento rápido; (iii) los de baja desigualdad y crecimiento lento; constataba asimismo la presencia de un «casillero vacío», pues no había ejemplos en el continente de países de baja desigualdad y crecimiento rápido. En las décadas finales del siglo XX, el crecimiento rápido se hizo más lento; así sucedió en Brasil, su exponente más destacado, donde la alta desigualdad bloquea a la innovación, pese a un apreciable potencial científico y tecnológico; mientras tanto, en dos de los países que mejor ejemplificaban la combinación de desigualdad baja y crecimiento lento, Argentina y Uruguay, la menor inequidad no aseguró el crecimiento y, cuando éste se interrumpió, la desigualdad se incrementó de manera apreciable.

El «casillero vacío» de ayer sigue estándolo hoy, y no sólo en América Latina. Ahora bien, no se conoce ningún ejemplo significativo de que se haya logrado escapar del subdesarrollo y de la dependencia en un contexto de alta y generalizada desigualdad. En cambio, en los dos grandes casos de superación de la condición periférica o semiperiférica que han tenido lugar durante el último siglo —el de Escandinavia y el de algunos países de Asia Oriental— ciertas tendencias específicas hacia una mayor equidad promovieron, por vías muy distintas en uno y otro caso, alternativas originales de desarrollo.

En las sociedades escandinavas, con aspectos igualitarios y democráticos muy notorios en términos comparativos, diversos actores colectivos han jugado un papel importante en la promoción de las capacidades de innovación y, a la vez, en la orientación de parte significativa de esas capacidades con un sentido solidario. En todo el proceso la extensión de una educación de calidad fue de primordial importancia. Ya en el siglo XIX los movimientos cooperativos campesinos no sólo respaldaron activamente la difusión de la instrucción en el medio rural, sino que también promovieron una innovación tecnológica adecuada a sus necesidades, compartieron maquinaria y, más aún, se opusieron a las patentes que les dificultaban su acceso a la técnicas avanzadas. Desde entonces, se pueden detectar distintas manifestaciones de una tendencia a que se afirmen formas de la equidad que no dificulten sino que, por el contrario, favorezcan la expansión de las capacidades para la innovación.

En el contexto de trayectorias históricas muy distintas, y a través de formas específicas, una tendencia parecida puede observarse en algunos países del Este asiático, como Corea del Sur y Taiwan. Allí, las reformas agrarias redistribuyeron la tierra de modo que los beneficios del subsecuente avance en la productividad agrícola no se concentraron en pocas manos, sino al contrario. La gran inversión en educación primaria antecedió al crecimiento industrial intensivo en mano de obra. Se amplió considerablemente el acceso a la enseñanza secundaria y terciaria ya antes de que esos países se embarcaran en el crecimiento intensivo, tanto en habilidades como en capital, de los años 1970 y 1980. Y se incrementó drásticamente la educación en ingeniería y en informática, como paso previo al giro hacia las industrias intensivas en tecnología y en información, que abrieron espacios para la utilización integral de las capacidades creadas. Se afirma que, en tales experiencias, la relación entre crecimiento y distribución fue de tipo sinérgico más que conflictivo (Adelman, 2000).

Todos los elementos mencionados apuntan a la ampliación de las posibilidades para intervenir en los procesos de innovación y difusión tecnológica; éstos sustentaron un crecimiento significativo que, en el marco de desigualdades entre los sectores más ricos y los más pobres, por término medio mucho menores que lo habitual en el Sur, hizo posibles mejoras amplias en los niveles de vida de mucha gente.

El «casillero vacío» en América Latina no significa que no haya habido avances hacia la equidad. Aunque sea el continente más desigual del mundo, en ciertos períodos se registraron importantes retrocesos de la inequidad, y en algunos países —pocos, desgraciadamente— tales retrocesos han sido sostenidos y sustanciales. Pero, en líneas

generales, los avances hacia la equidad y los procesos de redistribución de la riqueza —éticamente valiosos y justificados, sin duda— no promovieron demasiado el involucramiento en los procesos de innovación técnico-productiva, no capacitaron a los colectivos para intervenir en esos procesos, con iniciativas y como verdaderos agentes. De hecho, se estimuló la actitud de receptores pasivos de soluciones, más que la de participantes en la definición de los propios problemas y en la construcción de sus soluciones.

La inequidad tiene manifestaciones muy variadas, de donde también las tienen los avances hacia la equidad. En casi todas partes pueden observarse formas *proactivas* y *reactivas* de la equidad, en el sentido que precisamos a continuación.

Cuando, refiriéndonos una vez más a Sen, la disminución de la desigualdad se hace estimulando actitudes más propias de pacientes que de agentes, en relación al cambio técnico y productivo, se trata de formas reactivas de la equidad: no amplían las capacidades colectivas para la innovación, por lo que, cuando los conocimientos y los aprendizajes pasan a ser decisivos, no permiten seguir avanzando hacia la igualdad y ni siquiera sostener los niveles alcanzados.

Por el contrario, la equidad proactiva es la que se alimenta a sí misma al favorecer tipos de innovación social y ambientalmente sustentables; sus manifestaciones son las formas de disminución de la desigualdad que, al mismo tiempo, expanden las capacidades de mucha gente y sus posibilidades para intervenir en procesos interactivos de aprendizaje, a través de los que se construyen soluciones a problemas colectivos y se incide en la orientación de la innovación.

Difícil es establecer por decreto formas proactivas de la equidad. Pero ellas surgen, pequeñas o grandes, del espesor de diversas sociedades. Tienen que ver con la incidencia de los trabajadores en la orientación beneficiosa del cambio técnico, con las vinculaciones entre seguridad social y educación permanente, con la implicación de la gente en el fortalecimiento de la medicina preventiva, con la generalización de la enseñanza avanzada, con los aprendizajes por interacción, con los esfuerzos colectivos para ubicar las urgencias sociales al tope de las agendas de investigación. De una manera u otra, la cuestión ha estado presente en toda nuestra discusión del desarrollo humano auto-sustentable y de la innovación como proceso social.

El problema del desarrollo es tan difícil porque no sólo hay que vencer grandes trabas e intereses poderosos para disminuir la desigualdad, sino lo cual no hay desarrollo humano, sino que además hay que hacerlo a través de formas proactivas de la equidad, imprescindibles para la autosustentabilidad del desarrollo.

A partir de la última consideración, revisamos algunas afirmaciones anteriores, que quisiéramos subrayar en estos párrafos finales.

La clave de lo que denominamos «ventanas alternativas de oportunidad» es que las nuevas tecnologías ofrecen posibilidades de abordar, de manera eficiente, la resolución de problemas específicos con cabeza propia. Se abren oportunidades de «innovar hacia dentro»; si se las aprovecha, se llegará a tener capacidades significativas de innovar «hacia el mundo», lo cual es necesario para que el avance a largo plazo sea sustentable. La conclusión fundamental a la que arribamos es que nada de ello es posible sin encon-

trar mejores y más sólidas formas de la equidad proactiva, la que se sostiene a sí misma promoviendo la generalización de los aprendizajes, la «horizontalidad tecnológica» y las capacidades de cambio, tanto en lo productivo como en lo institucional. Ésa es la esencia de lo que pone en evidencia el enfoque de la «innovación desde el Sur», cuando se le aplica a la cuestión del desarrollo.

La innovación, entendida como encuentro de actores, requiere políticas públicas de articulación. El trabajo académico puede apoyarlas, si ayuda a detectar lo mejor de lo que va surgiendo en la sociedad. Resulta, pues, de todo lo que hemos procurado argumentar en este libro, que sería útil incluir en la agenda de investigación, en una perspectiva de CTS+I, la *exploración* de las formas proactivas de la equidad.

Los grandes vientos globales soplan en contra. La emergencia de la sociedad capitalista del conocimiento parece ampliar la desigualdad y alejarnos del desarrollo. Pero siempre se puede aprender maneras nuevas para seguir navegando.

Referencias

- ADELMAN, I. (2000): «Fifty years of economic development: what have we learned?», trabajo para la Annual Bank Conference on Development Economics of the World Bank, disponible en <http://www.worldbank.org/research/abcde/eu>.
- AMABLE, B., BARRÉ, R. y BOYER, R. (1997): *Les systèmes d'innovation à l'ère de la globalisation*, Economica, París.
- AROCENA, R. (1991): *La crisis del socialismo de Estado y más allá*, Editorial Trilce, Montevideo.
- AROCENA, R. y SUTZ, J. (2001): *La Universidad Latinoamericana del Futuro. Tendencias - Escenarios - Alternativas*, Editorial UDUAL, México.
- ASTORGA, P. y FITZGERALD, V. (1998): «The standard of living in Latin America during the twentieth century», *Development Studies Working Papers*, n.º 117, Centro Studi Luca d'Agliano.
- BECK, U. (1998): *La sociedad del riesgo. Hacia una nueva modernidad*, Paidós, Barcelona.
- BERNAL, John D. (1979): *Historia social de la ciencia*, Ed. Península, Barcelona.
- BORROTO, C. (2002): «Biotecnología agropecuaria», en Castro Díaz-Balart (coord.): *Cuba. Amanecer del Tercer Milenio. Ciencia, Sociedad y Tecnología*, Editorial Debate, Barcelona, 19-30.
- BRAVERMAN, H. (1975): *Trabajo y Capital Monopolista*, Editorial Nuestro Tiempo, México.
- BRAUDEL, F. (1985): *La dinámica del capitalismo*, Alianza Editorial, Madrid.
- BROOKS, H. (1993): «Research Universities and the Social Contract for Science», en Branscom, L. (editor): *Empowering Technology*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 202-234.
- BRUNNER, J. J. (1990): «Educación superior, investigación científica y transformaciones culturales en América Latina», en *Vinculación Universidad Sector Productivo*, CINDA, Santiago de Chile.
- BUNDERS, J. (1994): *Participative Strategies for Science-Based Innovations. The Case of Biotechnology for Small-Scale Farmers in Developing Countries*, VU University Press, Amsterdam.
- BURRILL, S. y ROBERTS, W. (1992): «Biotechnology and Economic Development: the Winning Formula», *Biotechnology*, vol. 10, junio.
- CAPEK, M. (1973): *El impacto filosófico de la física contemporánea*, Tecnos, Madrid.
- CARDOSO, F. H. y FALETO, E. (1969): *Dependencia y desarrollo en América Latina, Siglo XXI*, México.
- CARDOSO, F. H. (1994): «Postface», *Revue Tiers Monde*, tomo XXXV, n.º 138, abril-junio, París, 443-446.

- CASTELLS, M. (1999): *The Information Age: Economy, Society and Culture*. Vol. III: *End of Millenium*, Blackwell, Reino Unido.
- (2000): *La era de la información*. Vol. 1: *La sociedad red* (segunda edición), Alianza Editorial, Madrid.
- (2001): *La galaxia Internet. Reflexiones sobre Internet, empresa y sociedad*, Plaza & Janés Editores, Barcelona.
- CEPAL (2001): *Equidad, desarrollo y ciudadanía*, Santiago de Chile.
- CIPOLLA, C. M. (1978): *Historia económica de la población mundial*, Ed. Crítica, Barcelona.
- COOKE, P. y MORGAN, K. (1998): *The Associational Economy. Firms, Regions, and Innovation*, Oxford Univ. Press, Nueva York.
- COOMBS, R., SAVIOTTI, P. y WALSH, V. (1987): *Economics and Technological Change*, Macmillan, Londres.
- CRAFTS, N. (2001): «Historical Perspectives on Development», en Meier y Stiglitz, 301-334.
- DAHL, Robert (1998): *On Democracy*, Yale University Press, New Haven, USA.
- DE LA MOTTE, J. y PAQUET, G., (eds.) (1996): *Evolutionary Economics and the New International Political Economy*, Pinter, Londres.
- DAVIS, M. (2000): *The Universal Computer. The road from Leibnitz to Turing*, Norton and Co., Nueva York.
- EDQUIST, Ch. y HOMMEN, L. (1988): «Government Technology Procurement and Innovation Theory», Informe Final del Proyecto «Public Technology Procurement as a Policy Instrument», dentro del Programa TSER (Targeted Socio-Economic Research) de la Unión Europea.
- EHRlich, R. y MARÍN, M. (2000): «Genética molecular y biotecnologías: nuevos escenarios, desafíos y opciones», en Alvarez et al., *Tecnología genética. Investigación, ética, legislación*, Editorial Trilce, Montevideo, 31-36.
- Etzkowitz, H. (1990): «The Second Academic Revolution: The Role of the Research University in Economic Development», en Cozzens, S.E. et al. (editores), *The Research System in Transition*, Kluwer, Dordrecht, Holanda.
- (1997): «The Entrepreneurial University and the Emergence of Democratic Corporatism», in L. Leydesdorff y H. Etzkowitz (eds.), *Universities and the Global Knowledge Economy*, Pinter, Londres, 141-152.
- FAJNZYLBER, F. (1983): *La industrialización trunca de América Latina*, Ed. Nueva Imagen, México.
- (1990): *Industrialización trunca de América Latina: de la «caja negra» al «casillero vacío»*, Cuadernos de CEPAL, Santiago.
- FASSIM, Y. (1991): «Academic Ethos versus Business Ethics», en McBrierty, V. y O'Neill, E. (editores), *University-Industry-Government Relations, A Special Issue of the International Journal of Technology Management*, Dublin.
- FREEMAN, C. (1977): «Malthus with a computer», en Teich, T. (editor), *Technology and Man's Future*, St. Martin's Press, Nueva York, 82-98.
- (1982): *The Economics of Industrial Innovation*, Pinter, Londres.
- (1987): *Technology policy and economic performance. Lessons from Japan*, Pinter, Londres.

- FREEMAN, C. (1992a): *The Economics of Hope. Essays on Technical Change, Economic Growth and the Environment*, Pinter, Londres.
- (1992b): «Formal scientific and Technical Institutions in the National System of Innovation», en Lundvall, B-A (editor), *National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, Pinter, Londres, 169-190.
- FREEMAN, C. y SOETE, L. (1997): *The Economics of Industrial Innovation*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- FREEMAN, C. (2000): «Social Inequality, Technology and Economic Growth», en S. Wyatt et al. (ed.), *Technology and Inequality. Questioning the Information Society*, Routledge, Londres.
- FREEMAN, C. y LOUÇA, F. (2002): *As time Goes By. From the Industrial Revolutions to the Information Revolution*, Oxford University Press, Oxford.
- GIBBONS, M., LIMOGES, C., NOWOTNY, H., SCHWARTZMAN, S., SCOTT, P. y TROW, M., (1994): *The new production of knowledge*, Sage, London.
- GRAFFITI (1985): «The Utopia Project. An alternative in text and image», Number 7, Estocolmo.
- GREGERSEN, B. (1988): «Public Sector Participation in Innovation Systems», en Freeman, C. y Lundvall, B.A. (editores), *Small Countries Facing Technological Revolution*, Pinter, Londres.
- HALPERIN DONGHI, T. (1992): «Promesa y paradoja en el triunfo de la democracia», en *La Ciudad Futura*, 33, Buenos Aires.
- HELD, D., MCGREW, A., GOLDBLATT, D., y PERRATON, J. (1999): *Global Transformations. Politics, Economics and Culture*, Stanford Univ. Press, Stanford, California.
- HICKS, D. y HAMILTON, K. (1999): «Real Numbers», en *Issues in Science and Technology on line*, 1999. Página web: <http://www.nap.edu/issues/15.4/realnumbersa.htm>
- HIMANEN, P. (2001): *L'Ethique hacker et l'esprit de l'ère de l'information*, Exils Editeur, París.
- HIRSCHMAN, A. (1981): *La estrategia del desarrollo económico*, FCE, México.
- (1984): *De la economía a la política y más allá*, FCE, México.
- JOHNSON, B. (1992): «Institutional Learning», en Lundvall, B. A. (editor), *National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, Pinter, Londres.
- KATZ, J. (1986): *Desarrollo y crisis de la capacidad tecnológica latinoamericana. El caso de la industria metalmeccánica*, BID/CEPAL/CIUD/PNUD, Buenos Aires.
- (1994): «Technology, economics, and late industrialization», en Salomon, J. J., Sagasti, F. y Sachs-Jeantet, C. (ed.), *The Uncertain Quest: Science, Technology, and Development*, United Nations University Press, 237-263.
- KIDDER, T. (1981): *The Soul of a New Machine*, Avon Books, Nueva York.
- LANDES, D. S. (1979): *Progreso Tecnológico y Revolución Industrial*, Ed. Tecnos, Madrid.
- (1998): *The Wealth and Poverty of Nations*, Norton, Nueva York.
- LASTRES, H., CASSIOLATO, J., LEMOS, C., MALDONADO, J. y VARGAS, M. (1999): «Globalização e inovação localizada», en Cassiolato, J. y Lastres, H. (editores), *Globalização e Inovação localizada. Experiências de Sistemas Locais no Mercosul*, IBICT-IEL, Brasília.

- LECHNER, N. (2000): «La trama social como paisaje cultural», ponencia presentada a la Reunión Anual de la Asociación Alemana de Latinoamericanistas, noviembre, Berlín.
- L'État du Monde (1999): *Annuaire Economique Geographique Mondiale*, 2000, La Découverte, París.
- LILLEY, S. (1942): «Mathematical Machines», *Nature*, n.º 3782, vol. 149, 25 de abril.
- LÓPEZ CEREZO, J. A. y LUJÁN, J. L. (2000): *Ciencia y política del riesgo*, Alianza, Madrid.
- LUNDVALL, B.-A. (1985): «Product Innovation and User-Producer Interaction», *Industrial Development Research Series*, n.º 31, Alborg University Press.
- (1988): «Innovation as an Interactive Process: from User-Producer Interactions to the National System of Innovation», en Dosi, G. et al. (ed.), *Technical Change and Economic Theory*, Pinter, Londres.
- (2002): «The university in the learning economy», *Druid Working Paper 2002-6*, 87-7873-122-4. Dirección electrónica: <http://www.druid.dk/wp/wp.html>
- MADRICK, Jeff (2002): «The Power of the Super-Rich», *The New York Review of Books*, vol. XLIX, 12, 25-27.
- MANACORDA, P. (1982): *El ordenador del capital*, Blume, Madrid.
- MANN, M. (1986, 1993): *The Sources of Social Power*, vol. I y II, Cambridge University Press, Cambridge.
- MARCOVITCH, J. (2002): *La universidad (im)posible*, Cambridge University Press-OEI, Madrid.
- MARGLIN, S. (1977): «Orígenes y funciones de la parcelación de tareas. ¿Para qué sirven los patrones?», en Gorz, André (editor), *Crítica de la división internacional del trabajo*, Editorial Laia, Barcelona.
- MARX, K. (1988): *El capital*, tomo 1, vol. 2, libro primero, «El proceso de producción del capital», Siglo XXI Editores, México.
- MEIER, G. y STIGLITZ, J. Edit. (2001): *Frontiers of Economic Development*, Oxford Univ. Press, Nueva York.
- MUMFORD, Lewis (1987): *Técnica y civilización*, Alianza Ed., Madrid (traducción de la versión inglesa de 1963; original: 1934).
- MUÑOZ, E. (2001): *Biocología y sociedad. Encuentros y desencuentros*, Cambridge University Press-OEI, Madrid.
- NADVI, K. y SCHMITZ, H. (1994): «Industrial Clusters in Less Developed Countries: Review of Experiences and Research Agenda», Institute of Development Studies Discussion Paper, 339.
- NELSON, R. R. y NELSON, S. G. (1982): *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Harvard Univ. Press, Cambridge, Massachusetts.
- NOBLE, D. (1977): *America by design*, Oxford Univ. Press, Nueva York.
- (1982): «Social choice in machine design: the case of numerically controlled machine tools», en Zimbalist, A. (editor), *Case Studies on the Labor Process*, Monthly Review Press, Nueva York.
- NOVOZHILOV, V. (1991): «University-Industry Cooperation in Eastern Europe: the experience of some advance universities in the USSR», en McBrierty, V. y O'Neill, E. (ed.), *Uni-*

- versity-Industry-Government Relations, A Special Issue of the International Journal of Technology Management*, Dublín.
- PÉREZ, C. (1988): «New Technologies and Development», en Freeman, C. y Lundvall, B. A., (editores), *Small Countries Facing the Technological Revolution*, Pinter, Londres, 85-97.
- (2002): *Technological Revolutions and Financial Capital*, Edward Elgar, Cheltenham, Reino Unido.
- POLANYI, M. (1966): *The Tacit Dimension*, Doubleday, Nueva York.
- PORTER, M. (1991): *La ventaja competitiva de las naciones*, Vergara Ed., Buenos Aires.
- PNUD (1996, 1999, 2001, 2002): *Informe mundial sobre el Desarrollo Humano*, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- PREBISCH, R. (1981): *Capitalismo periférico, crisis y transformación*, Fondo de Cultura Económica, México.
- PUTNAM, R.D. (1993): *Making Democracy Work. Civic Traditions in Modern Italy*, Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología, RICYT (1999, 2000 y 2001): *Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología, Iberoamericanos/Interamericanos*, Buenos Aires.
- REICH, R. (1993): *El trabajo de las naciones*, Vergara Ed., Buenos Aires.
- RIBEIRO, Darcy (1983): *El proceso civilizatorio*, Universidad Central de Venezuela, Caracas.
- ROGERS, E. (1995): *Diffusion of Innovations*, Free Press, Nueva York.
- ROSENBERG, N. (1979): *Tecnología y Economía*, Ed. Gustavo Gili, Barcelona.
- (1994): *Exploring the Black Box. Technology, economic and history*, Cambridge University Press.
- (1995): *Inside the Black Box: Technology and Economics*, Cambridge University Press.
- ROTTA, G.-C. (1980): «Preface», en Metropolis, M., Howletty, J. y Rotta, G.-C. (editores), *A History of Computing in the Twentieth Century*, Academic Press, Nueva York.
- SABATO, J. (ed.) (1975): *El pensamiento latinoamericano en la problemática ciencia-tecnología-desarrollo-dependencia*, Paidós, Buenos Aires.
- SABATO, J. y MACKENZIE, M. (1982): *La producción de tecnología. Autónoma o transnacional*, Ed. Nueva Imagen, México.
- SALOMON, J.-J. (1986): *Le gaulois, le cow-boy, et le samouraï. La politique française de la technologie*, Economica, París.
- SCHUMPETER, J. (1957): *Teoría del desenvolvimiento económico*, Fondo de Cultura Económica, México. (Versión original: 1911).
- SEBASTIÁN, J. (2000): «Tendencias en la cooperación entre las universidades y las empresas», en *Revista Ciecas*, Centro de Investigaciones Económicas, Administrativas y Sociales, Instituto Politécnico Nacional, México (<http://www.campus-oei.org/cursos/ctsi/uruguay/ciecas.pdf>).
- SEGURA-BONILLA, O. (2000): *Sustainable Systems of Innovation: The Forest Sector in Central America*, SUDESCA Research Papers, n.º 24, Aalborg, Dinamarca.
- SEN, A. (1997): «Development thinking at the beginning of the XXI Century», en Emmerij, L. (ed.), *Economic and Social Development into the XXI Century*, IDB, Washington DC, 531-551.

- SEN, A. (2000): *Desarrollo y libertad*, Editorial Planeta, Barcelona.
- SNOECK, M., SUTZ, J. y VIGORITO, A. (1992): *Tecnología y transformación. La industria electrónica uruguaya como punto de apoyo*, Ed. Trilce, Montevideo.
- SMITH, A. (1986, primera edición, 1776): *The Wealth of Nations*, Routledge, Nueva York.
- STIGLITZ, J. (2002): *El malestar en la globalización*, Taurus, Madrid.
- STOKES, D. (1997): *Pasteur's Quadrant. Basic Science and Technological Innovation*, Brooking Institution Press, Washington.
- SUTZ, J. (1984): «Informatique et société: quelques réflexions à partir du Tiers Monde», tesis de doctorado, Universidad de París I, París.
- SWAMINATHAN, M. S. (1998): «Science and food security», en UNESCO, *World Science Report 1998*, Elsevier, París, 248-258.
- TAYLOR, F. W. (1947): *Scientific Management*, Harper and Row, Nueva York.
- TOYNBEE, A. (1972): *A Study of History. The first abridged one-volume edition*, Oxford Univ. Press, Reino Unido.
- TURKLE, T. (1995): *Life on the screen. Identity in the era of Internet*, Simon & Schuster, Nueva York.
- TURPIN, T. y GARRET-JONES, S. (1997): «Innovation networks in Australia and China», en Etzkowitz, H. y Leydesdorff, L. (editores), *Universities and the Global Learning Economy. A Triple Helix of University-Industry-Government Relations*, Pinter, Londres, 21-32.
- UNESCO (1999, 2000): *Statistiques*, página web de la UNESCO.
- UNESCO (2001): *The State of Science and Technology in the World*, UIS, Quebec.
- VITALIS, A. (1981): *Informatique, Pouvoirs et Libertés*, Economica, París.
- VON HIPPEL, E. (1988): *The Sources of Innovation*, Oxford University Press, Nueva York.
- WEBER, Max (1992): *Essais sur la théorie de la science*, Pocket, París.
- (1977): *Economía y sociedad*, Fondo de Cultura Económica, Bogotá.
- WORLD BANK-UNESCO (2000): *Higher Education in Developing Countries. Peril and Promise*, Washington.
- YUSUF, S. y STIGLITZ, J. (2001): «Development Issues: Settled and Open», en Meier y Stiglitz, 227-268.
- ZIMAN, J. (2003): *¿Qué es la ciencia?*, Cambridge Univ. Press, Cambridge, Madrid.
- (1994): *Prometheus Bound. Science in a Dynamic Steady State*, Cambridge University Press, Reino Unido.
- (1986): *Introducción al estudio de las ciencias*, Ariel, Barcelona.