

CIENCIA, TECNOLOGÍA, SOCIEDAD
Número 2

**PARADIGMAS TECNOLÓGICOS,
SUJETOS TECNOLÓGICOS**

Jorge Ocampo Ledesma



2007



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO
Programa de Investigaciones Históricas de la Agricultura,
la Agronomía y el Agrarismo
(CIESTAAM)

DIRECTORIO DE LA UACH

Dr. Aureliano Peña Lomelí

Rector

Dr. Marcos Portillo Vázquez

Director General Académico

Dr. Héctor Lozoya Magaña

Director General de Investigación y Postgrado

Dr. Reyes Altamirano Cárdenas

Director del CIESTAAM

Dra. María Isabel Palacios Rangel

Coordinadora del PIHAAA/CIESTAAM

PARADIGMAS TECNOLÓGICOS, SUJETOS TECNOLÓGICOS

COMITÉ EDITORIAL
PROGRAMA DE INVESTIGACIONES HISTÓRICAS

Ocampo Ledesma, Ocampo
Ortiz Martínez, Guillermo
Palacios Rangel, María Isabel
Reyes Canchola, Rosaura
Teodoro Méndez, José Manuel

Primera edición en español, junio de 2007.

ISBN: 978-968-02-0379-6

© Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM-PIHAAA) de la Universidad Autónoma Chapingo, Km. 38.5 Carretera México-
Texcoco, C.P. 56230, Chapingo, Edo. De México.

Tel./Fax (01-595-)502-79, (01-595-)216-13

E-mail: ciestaam@correo.chapingo.mx, pihaaciestaam@yahoo.com, <http://www.chapingo.mx>

Derechos reservados conforme a la ley
Impreso y hecho en México.

ÍNDICE

Introducción	7
El paradigma científico tecnológico en Kuhn: aportes y limitaciones	9
El paradigma tecnológico desde la economía	12
Nuevas interpretaciones sobre el paradigma tecnológico económico	15
El Sistema Nacional de Innovación	19
La transferencia tecnológica en América Latina: las interpretaciones	22
Nuevos actores, nuevos escenarios	25
Cuadro 1: Características de los diferentes tipos de tecnología agrícola	27
La tecnología desde los sujetos	32

PARADIGMAS TECNOLÓGICOS, SUJETOS TECNOLÓGICOS

Jorge Ocampo Ledesma¹,

Introducción

... la existencia de un nexo profundo, que explica los fenómenos superficiales, debe ser recalcada en el momento mismo en que se afirma que un conocimiento directo de ese nexo no resulta posible. Si la realidad es impenetrable, existen zonas privilegiadas -pruebas, indicios- que permiten descifrarla.
Carlo Ginzburg²

En la soledad de su paraje antes de empezar la siembra, el productor agrícola campesino e indígena realiza una o varias ceremonias, de manera indefectible. Todas son para agradecer los alimentos y la vida que se le han permitido, pidiendo que se extienda el favor. Esta ceremonia sencilla y desde la orilla de la parcela, es repetida en cada ciclo agrícola antes de empezar a sembrar, teniendo a un lado los instrumentos de trabajo y las semillas que van ser depositadas. No solamente se trata de pedir ayuda, pues la apuesta contra el errático temporal no consiente ninguna certeza, sino de agradecer aun cuando las cosas salgan mal.

Entonces se quita el sombrero y hace su oración: una comunión con la tierra, con la lluvia, el viento, el granizo, los astros y el cielo todo, donde el humano no es separado sino parte del universo, una parte pequeña e insignificante dentro del concierto del cosmos. Su actividad agrícola no puede dejar de lado esto: su condición de humildad frente a la naturaleza pone en evidencia una concepción del mundo, donde lo importante no es atesorar, sino vivir y trabajar para comprender los sentidos de las obras poderosas, de la cual él es parte y constructor.

La tradición, aunque camina sus propios senderos, es una de las puertas de entrada a la posmodernidad, por paradójico que parezca. Recuperando la tradición nos acercamos a ese modelo de apreciar las cosas al cual nos conduce Latour entre otros, al querer establecer una nueva simetría entre la Naturaleza y la Sociedad, donde los vínculos y las articulaciones entre ambas se mantengan en vez de separarlas.

Casualmente, y no casualmente, esta condición para comprender la posmodernidad dando un giro más, dando otra vuelta de tuerca a la tecnología, está presente en la consideración tradicional que se recupera de las culturas indígenas americanas, y que se expresa dentro de sus concepciones del mundo y por tanto dentro de sus manejos tecnológicos agrícolas. De esta manera, Artemio Cruz nos presenta 12 características de la tecnología agrícola tradicional: preparación del terreno; selección y preparación de la semilla y su siembra;

¹ Profesor de la Preparatoria Agrícola, Miembro del Programa de Investigaciones Históricas de la Agricultura, el Agrarismo y la Agronomía (PIHAAA) del CIESTAAM, Universidad Autónoma Chapingo. Correo elec.: botsy@yahoo.com

² **Mitos, emblemas, indicios. Morfología e historia.** Ed. Gedisa, Barcelona, 1990, p. 162.

optimización del uso de agua disponible; optimización de la fertilidad del suelo y control de la erosión; control de la competencia interespecífica; control de enfermedades, plagas y depredadores; cosecha de productos; almacenamiento; ceremonias; calendarios agrícolas; mejoramiento de instrumentos; y, mejoramiento de semillas³. Todas estas actividades agrícolas mantienen -producen y reproducen- las cosmogonías indígenas y campesinas, ratificando lo dicho antes: de que la tecnología y sus procesos no se separan de la cultura y que se incluyen en la concepción del mundo.

Para continuar nuestro trabajo sobre la tecnología rural es indispensable comprender dos conceptos fundamentales: el de *paradigmas tecnológicos* y el de *sujetos tecnológicos*, conceptos entrelazados fuertemente. De hecho las elaboraciones sobre paradigmas apuntan a la existencia de los actores decisivos, como veremos enseguida.

El análisis de la tecnología debe incorporar una visión compleja y de largo aliento que incluya los términos culturales y territoriales en sus explicaciones. De esta manera, la tecnología deja de ser un resultado teleológico y aparece en una dimensión humana. Entonces es cuando el escenario tecnológico se llena de actores.

Éstos, como hemos visto, pueden ser *actores no humanos* -los instrumentos, los procesos, los objetos tecnológicos, y en nuestro caso por ejemplo, el tractor como *actor emblemático*- y *actores humanos* o sujetos tecnológicos. Aun con lo inusitado que puede ser incorporar a los actores no humanos al escenario de los análisis tecnológicos, lo cierto es que resulta de un interés especial pues permite seguir un hilo conductor en su proceso de socialización.

Es bien sabido que el tractor, o mejor aun la maquinaria y varios instrumentos agrícolas, son parte de los elementos de la tecnología agrícola moderna. El tractor destaca entre estos elementos, pues a diferencia de los fertilizantes, de las semillas y de los pesticidas, posee una condición de mayor durabilidad, al igual que otros instrumentos y maquinarias y de la infraestructura (carreteras, bodegas y obras hidráulicas, por ejemplos). Si bien esta durabilidad puede entenderse en términos económicos en torno a las formas de composición orgánica de capital, interesa destacar en estos momentos al tractor en su *condición emblemática*.

Si existe algún emblema para destacar el progreso agrícola o la modernización rural, el tractor es indudablemente el referente directo. Cuando en una viñeta, o en un artículo aparece la figura del tractor, en cualquiera de sus actividades o solo como dibujo, la

³ Artemio Cruz León, de la Universidad Autónoma Chapingo, es uno de los continuadores de la escuela del Maestro Efraím Hernández Xolocotzi. Ha trabajado una de las líneas de investigación orientada por el Maestro Xolocotzi, los estudios sobre la tecnología tradicional, en especial los arados. Las características citadas están tomadas de: *Acerca de la metodología para el estudio de la tecnología agrícola tradicional*, ponencia presentada para el XXI Congreso Internacional de Historia de la Ciencia y de la Tecnología, julio de 2001, Ciudad de México, en proceso de edición por la UAEM, la UACH y otras instancias. Ver, la fuente directa en Efraím Hernández Xolocotzi, Eduardo Bello B., Samuel Levy T.: *Agricultura tradicional en México*, en: Efraím Hernández Xolocotzi et al.: **La milpa en Yucatán. Un sistema de producción agrícola tradicional**, Colegio de Postgraduados, México, 1995, pp. 15-34.

correspondencia en el pensamiento es hacia la modernización y el progreso, hacia la eficiencia y la productividad en la agricultura.

De esta manera, en tanto emblema, el tractor deviene en símbolo como representación social de la ideología moderna y destaca una concepción del mundo donde se expresa un linaje y una orientación. Pero al mismo tiempo permite tender puentes entre los diferentes procesos de estudio, permite mantener la complejidad del análisis, recupera una visión de larga duración mediante una existencia de ya más de un siglo, permite encontrar hilos y descubrir tramas en las relaciones entre sociedad y tecnología.

El paradigma científico-tecnológico en Kuhn: aportes y limitaciones

...es para la práctica normal y no para la práctica extraordinaria
de la ciencia para lo que los científicos están entrenados.
T. S. Kuhn⁴

El término de paradigma se colocó en una amplia circulación a partir de la obra de Kuhn, hacia 1962, misma que hemos comentado arriba. Las imprecisiones de Kuhn sobre este concepto no fueron un obstáculo para que el término se pusiera de moda, utilizándose de manera excesiva y muchas veces sin mayor rigor.

Recordemos que Kuhn considera al paradigma como una relación entre una creencia científica y una comunidad de científicos. Pero esta definición general es desmenuzada por Masterman por imprecisa, pues la definición no aparece pura, sino envuelta en una disertación amplia, amparada en ejemplos e incorporada en una gran polémica.

De acuerdo con Masterman⁵, y dando por establecida la existencia de la *ciencia normal*, el aporte de Kuhn se produce en medio de una fuerte controversia, donde las afinidades del autor con los planteamientos de Karl Popper son evidenciados al mismo tiempo que ponen al descubierto las diferencias. En este último sentido, Kuhn destaca “un hecho central acerca de toda ciencia real (investigación básica, aplicada, tecnológica, todas se parecen en esto)... que normalmente es una actividad de resolución de rompecabezas regida por la costumbre, y no una actividad fundamentalmente falsadora o llena de cambios repentinos...; hasta tal extremo que, particularmente en los nuevos campos científicos, la palabra “correcta” es ahora “paradigma” y no “hipótesis”...”⁶.

⁴ T. S. Kuhn: **La estructura de las revoluciones científicas**, Fondo de Cultura Económica, México, 1992, p. 86.

⁵ Margaret Masterman: *La naturaleza de los paradigmas*, en Imre Lakatos y Alan Musgrave (editores): **La crítica y el desarrollo del conocimiento**, ediciones Grijalbo, México, 1975, pp. 159-201.

⁶ **Ibid.**, pp. 160-161. Los elementos teóricos de la falsación son sostenidos por Popper como un proceso ininterrumpido de avance del conocimiento científico, mediante la contradicción del postulado científico por otro que lo supera en la explicación, falsándolo. De aquí que la elaboración de hipótesis son fundamentales para poder mantener el proceso de desarrollo del conocimiento. Ver: David Miller: **Popper. Escritos selectos**, Fondo de Cultura económica, México, 1997. Ver también la polémica que desarrolla Kuhn y Popper en el texto citado de Lakatos y Musgrave, T. S. Kuhn: *¿Lógica*

Evidentemente Masterman toma posición junto a su maestro, pero eso no la obliga a dejar de asumir posiciones críticas, señalando que en su texto clásico Kuhn “...emplea *paradigma* en no menos de veintiún sentidos, o posiblemente más”. Enseguida, la autora reproduce las veintiún definiciones, precisando que buena parte de éstas no son inconsistentes entre sí y preguntándose si es posible encontrarle “...algo en común entre todos estos sentidos”⁷.

Para Masterman, los diferentes sentidos de Kuhn al concepto de paradigma “caen dentro de tres grupos principales... [los de] tipo filosófico [a los cuales les llama] **paradigmas metafísicos o metaparadigmas**... A los paradigmas de... tipo sociológico les llamaré **paradigmas sociológicos**... Por último, Kuhn emplea “paradigma” de una manera todavía más concreta... A los paradigmas de esta **especie** los llamaré **paradigmas artefactos o paradigmas construcciones**...”⁸.

Si bien, de acuerdo con Kuhn, el paradigma puede funcionar en ausencia de teorías, este concepto puede entenderse como un conjunto de hábitos científicos, mediante los cuales es posible llevar adelante con éxito la resolución de problemas, o lo que él llama *rompecabezas*. La amplitud del hábito depende del tamaño del problema a resolver⁹.

Una aproximación, entonces, a la definición de paradigma nos la brinda al decir que “filosóficamente hablando,... es un artefacto que puede emplearse como un ingenio para resolver rompecabezas, [pero no es] una concepción metafísica del mundo”. En este sentido “el artificio y la convicción son quienes conjuntamente constituyen un paradigma” porque “...si nos preguntamos qué **hace** un paradigma... es el sentido de “paradigma” como construcción... **porque solo con un artefacto se pueden resolver rompecabezas**”¹⁰

Lo cierto es que en sus exposiciones, Kuhn deja evidente un proceso social de construcción del conocimiento científico, fundamentado sobre una base filosófica menos rigurosa que la sostenida por Popper. De esta manera, la relatividad del conocimiento científico se presenta de manera más completa, pues significa que los científicos sólo se plantean los problemas para los cuales tienen la solución, que bien vistos desde esta aseveración se entiende que su capacidad de observación sólo aprecia las cosas para la que fue entrenada, al igual que su capacidad de descripción sólo acierta a describir el universo que se ha construido, para el cual fue elaborado su lenguaje. Con estas derivaciones del planteamiento kuhniano, la construcción newtoniana de la ciencia -o lo que es igual, la

del descubrimiento o psicología de la investigación? y de K. Popper: *La ciencia normal y sus peligros*, pp. 81 y s., y pp. 149 y s., respectivamente.

⁷ *Ibid*, p. 168. Ver al respecto, dentro del texto de T. S. Kuhn: **La tensión esencial. Estudios selectos sobre la tradición y el cambio en el ámbito de la ciencia**, Conacyt/FCE, México, 1996, en especial el *Prefacio* y la Segunda Parte, en particular el Capítulo XII titulado *Algo más sobre los paradigmas*.

⁸ *Ibid*, p. 169. Los subrayados son de la autora.

⁹ *Ibid*, pp. 169 y s.

¹⁰ *Ibid*, pp. 173-175.

base de la concepción moderna de la ciencia y de la tecnología- deja entrever sus fisuras y pierde su consideración monolítica monumental¹¹ .

Sin embargo, siguiendo con Masterman, una de las limitaciones de Kuhn es que no logra distinguir que en el proceso de construcción de los resultados científicos, pueden aparecer “tres importantes estados de cosas, a los que llamaré **ciencia sin paradigmas**, **ciencia con múltiples paradigmas** y **ciencia con dos paradigmas**, respectivamente...”¹² .

Explicando estos tres estados de cosas, la autora nos dice que “... la ciencia con **múltiples paradigmas**, [es] ese otro estado de cosas en el que, lejos de no haber ningún paradigma, hay, por el contrario, demasiados... Aquí dentro del subdominio definido por cada técnica paradigmática, la tecnología puede algunas veces llegar a estar muy avanzada, y la investigación normal de resolución de enigmas puede realizar progresos... [pero] no se consigue más que un progreso local y no un progreso generalizado. Este estado de cosas llega a su fin cuando alguien inventa un paradigma más profundo, aunque más tosco... Este paradigma, bien porque produzca la caída de los paradigmas rivales menos profundos, bien porque de una u otra manera se los incorpore a sí mismo, triunfa sobre los demás, y así, con sólo un paradigma, puede comenzar un trabajo científico más avanzado...”¹³

Si un paradigma es una creencia científica compartida por una comunidad de científicos, en una interrelación mediante la cual ambos adquieren identidad y sentido, entonces puede entenderse paradigma como *modelo*, como *representación*, o como *analogía*. En cualquiera de sus acepciones, un paradigma establecido en la ciencia normal permite el surgimiento de anomalías desde dentro del propio paradigma, en los llamados márgenes donde se sitúa la ciencia extraordinaria.

La anomalía “conduce a la crisis cuando los intentos fallan; cuando, por ejemplo, la complejidad de la teoría crece más rápidamente que su exactitud; o cuando el área de dificultades aumenta en lugar de disminuir, hasta que los propios fundamentos del paradigma son puestos en entredicho; o cuando unos cuantos científicos que no son miembros del grupo, provistos de un punto de vista muy diferente y una nueva y rudimentaria técnica, consiguen resolver con facilidad el principal problema causante de las dificultades, de modo que todo el paradigma actual, junto con todos sus compromisos, derivaciones y suposiciones empieza a verse como un sueño. Dicho con más generalidad,

¹¹ Ver la nota 34 que reproduce una larga cita de Kuhn, de su libro **La estructura... op. cit.**, p. 71, donde dice que: “... una de las cosas que una comunidad científica adquiere con un paradigma es un criterio para elegir problemas que, en tanto el paradigma se da por supuesto, cabe aceptar que tienen solución. En gran medida son éstos los únicos problemas que la comunidad considerará como problemas científicos y para cuya solución alentará a sus miembros. Los demás problemas, incluidos muchos que en otro momento se consideraron típicos, se rechazan como metafísicos, como concernientes a otra disciplina, y aun algunas veces como demasiado problemáticos para que merezca la pena gastar el tiempo en ellos”. De esta forma hay problemas que la comunidad científica torna *invisibles*, de la misma manera que vuelve *invisibles* a grupos de científicos y a sus avances y propuestas cuando no se corresponden con la escuela dominante. Más aún, otros actores no científicos son ignorados desde esta perspectiva. **Ibid**, p.199.

¹² **Ibid**, p. 179.

¹³ **Ibid**, p. 180.

no se trata sólo de que un paradigma, o una teoría completamente extendidos alcancen un punto en el que las posteriores extensiones no hagan sino producir retrocesos. La situación es peor. Si se le estira demasiado, el propio paradigma lo corrompe a uno, produciendo inconsistencia conceptual, absurdos, falsas expectativas, desorden, complejidad y confusión...”¹⁴.

No cabe duda que **la importancia de Kuhn es significativa**, no sólo por el momento en que apareció su texto principal, sino por el tono de la polémica que entabló en diferentes direcciones y que **obligó a reconsiderar buena parte de los fundamentos del quehacer científico y tecnológico, recuperando la relatividad del conocimiento científico, en tanto sostenido como conocimiento socialmente construido**. Es por ello que el concepto de paradigma se desarrolló y adquirió un estatuto de universalidad.

Sin embargo, a pesar de situarse dentro de la polémica internalismo-externalismo tratando de superar los términos de un debate agotado por diferentes causas¹⁵, **Kuhn se mantiene dentro del campo del internalismo** -al considerar a la historia de la ciencia como parte de la historia de las ideas-. Por ello, **los únicos actores que aparecen en sus consideraciones son los científicos, en tanto comunidad que comparte o no una creencia científica**.

Estas son el principal aporte y la principal limitación de los planteamientos de Kuhn y de sus seguidores, pues si bien destacan la elaboración social de la ciencia y de la tecnología como conocimientos, abandona un camino que permitía entrever a otros actores dentro del escenario social de la elaboración del conocimiento científico. Las empresas, los políticos, los mecenas de la ciencia y de la tecnología, el Estado, los consumidores de resultados científicos y tecnológicos son apenas avizorados como componentes de estas elaboraciones, para ser disminuidos después frente a una construcción social donde los científicos son el único sector destacado.

Sin embargo, los aportes y las polémicas de Kuhn se inscribieron en un momento de definición de opciones de desarrollo a nivel mundial -y de manera especial en los países del tercer mundo- donde la tecnología y la ciencia destacaron sus características de manera diversa. Uno de los espacios de análisis más importantes sobre la ciencia y la tecnología se revitalizó sin lugar a dudas alrededor de las interpretaciones económicas.

El paradigma tecnológico desde la economía

De manera inicial, la versión económica de la ciencia y de la tecnología es parte de la escuela clásica de la economía. Adam Smith incorpora su análisis en los estudios sobre determinación de costos y de explicación de la competencia¹⁶. Por otra parte, Marx incluye

¹⁴ **Ibid**, p. 190.

¹⁵ Ver al respecto del debate entre internalismo y externalismo, Juan José Saldaña (compilador): **Introducción a la teoría de la historia de las ciencias**, UNAM, México, 1989, en especial el trabajo de S. R. Mikulinsky: *La controversia internalismo-externalismo como falso problema*, pp. 231-256.

¹⁶ Adam Smith: **Investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones**, FCE, 1958.

su explicación dentro de la consideración de la composición orgánica del capital y su repercusión en la formación de destrezas y habilidades de los trabajadores. De esta manera, la tecnología se comprende como parte de la evolución del proceso de trabajo y de la productividad. Si bien el estudio marxista se sostiene sobre la base de la economía política, donde el sentido fundamental gira en torno a los elementos sociales vinculados con la lucha de clases, posee insuficiencias como la escasa consideración sobre el Estado¹⁷. Sin embargo, el marxismo se inserta en una tradición ilustrada sobre la ciencia y la tecnología que se expresa de manera constante en un referente al progreso técnico.

En los debates alrededor de la formulación económica sobre la tecnología resulta importante considerar la polémica vinculada con la procedencia de las innovaciones, sobre si se producen de manera endógena o exógena al proceso productivo. La discusión no es gratis, pues de ahí se deriva cuál es el agente tecnológico destacado y, por tanto, donde hay que colocar nuestra principal atención. Aunque las diferentes corrientes se inclinan hacia una u otra parte, no es posible para ninguna dejar de apreciar el carácter dual de las elaboraciones tecnológicas de la innovación: se crea dentro del proceso productivo (de manera endógena) por la iniciativa de los empresarios o la destreza de los operarios, y se crea fuera del proceso económico (de manera exógena) en las instituciones y en las universidades, los talleres y laboratorios, aunque para incluirse en los procesos productivos es necesario el concurso de los empresarios. De esta forma, **la valoración económica de la tecnología resalta la figura del empresario como el agente dinámico dentro de la innovación**¹⁸.

Las derivaciones de la escuela de economía clásica, después de la ruptura crítica producida por el marxismo, obligó a reformular los términos de manera más precisa. Sin lugar a dudas, uno de los pensadores fundamentales al respecto es Joseph Schumpeter¹⁹. Dentro de

¹⁷ Como bien lo ubica Martín Piñeiro y Eduardo Trigo en: *Cambio técnico y modernización en América Latina: un intento de interpretación*, en: Martín Piñeiro y Eduardo Trigo: **Cambio técnico en el agro latinoamericano. Situación y perspectivas en la década de 1980**, IICA, San José de Costa Rica, 1985, p. 173. Ver el texto de Alfredo Hualde: *Cambio tecnológico e innovación*, en Jordi Soler (compilador): **Tecnología y modernización económica**, UAM-Xochimilco, México, 1993, p. 67. Para los escritos de Marx sobre el papel de la ciencia y la tecnología en el proceso productivo, ver: **El Capital**, Tomo I, **op. cit.** Ver también, Víctor Palacio M. y Beatriz Cavalloti V.: *La cuestión de la tecnología en Marx*, en : Jorge Ocampo, Elia Patrlán y Antonio Arellano (coordinadores): **Un debate abierto. Escuelas y corrientes sobre la tecnología**, CIESTAAM, UACH, México, 2003, pp. 13-30. En este trabajo, Palacio y Cavalloti incluyen el aporte que desde la Universidad Autónoma de Puebla realiza Enrique Dussel sobre el estudio de la tecnología en Marx. Un texto bastante completo con una síntesis de los aportes de Marx, de Schumpeter y de sus continuadores es el de Xavier Vences Deza: **Economía de la innovación y del cambio tecnológico**, Siglo XXI de España editores, España, 1995.

¹⁸ Si bien la polémica en estos términos se produjo en los países centrales, cuando incorporó los términos de la transferencia tecnológica hacia los países subdesarrollados, se produjeron resultados interesantes que veremos enseguida. Por otra parte, resulta fundamental la valoración de lo exógeno y lo endógeno de la innovación en corrientes como el evolucionismo tecnológico o las teorías de la inducción tecnológica, ya que dependiendo de esta respuesta se establecen los escenarios y se distinguen los actores.

¹⁹ La producción de Joseph Shumpeter realizada durante la primera mitad del siglo XX, es muy amplia y aborda diferentes temas, siempre alrededor de la economía. Son importantes respecto a la valoración de la tecnología dentro del proceso económico dos libros clásicos de este autor, **Teoría del desenvolvimiento económico**, FCE, México, 1978, y **Capitalismo, Socialismo y Democracia**, editorial Orbis, México, 1988. Los trabajos sobre tecnología, empresarios, etc. que retomo están en J. A. Shumpeter: **Ensayos**, editorial Oikos-Tau, S.A., Barcelona, 1968, pp. 188-287. Abraham

sus planteamientos este autor incorpora una visión evolucionista del sistema como un conjunto estructurado por funciones, en donde la versión progresiva del proceso social se produce sin cambios radicales, mediante *la acción decisiva de los empresarios*, en tanto *agentes emprendedores*. Éstos destacan por su carácter innovador, por ser promotores dentro de la producción social de aportes de los inventores, seleccionando dentro de la gama de los inventos ofrecidos los más adecuados y necesarios.

Los empresarios logran esta selección al desplegar una intuición especial y una capacidad innata para tomar decisiones dentro de las condiciones de mercado. Con ello se establece la *creación destructiva*, donde a diferencia de otras interpretaciones, la crisis aparece como un espacio de oportunidades, ya que la innovación -la puesta en práctica productiva de los inventos científico-tecnológicos ofrecidos- obliga a poner a prueba la selección evolutiva, en la cual el empresario emprendedor marcará la pauta para mejorar las condiciones productivas, innovar el proceso técnico, abaratar costos y obligar al resto de los productores a actualizar su dinámica económica, al incorporar las mejoras técnicas y productivas, si no quieren sucumbir frente a una competencia estimulante. De esta forma, se producen los efectos positivos de la competencia, al crearse la reproducción de la innovación y formarse los grupos de innovadores, ya que éste es un fenómeno en plural, al mismo tiempo que emergen los imitadores²⁰.

Uno de los aspectos donde la teoría shumpeteriana se detiene a realizar mayores precisiones es, sin duda, el proceso de innovación y de difusión del cambio tecnológico. Se entiende en este sentido la innovación como la puesta en práctica de las diferentes ofertas tecnológicas o de las invenciones realizadas en laboratorios, talleres, etc. Estas innovaciones ocasionan *discontinuidades* y *rupturas*, y marcan los ritmos del *progreso* y del desarrollo de la producción capitalista, ya que afectan en cinco aspectos el proceso económico: con nuevos productos, con nuevos métodos productivos, con la apertura de nuevos mercados, con la conquista de nuevas fuentes de materia prima y bienes semimanufacturados, y con nuevas formas de organización²¹.

Es necesario precisar que las ofertas o invenciones son mayores que las innovaciones, de ahí que algunos inventos nunca se pongan en práctica o tarden un periodo que puede ser prolongado, para ser utilizados.

El objetivo central de la innovación desde la visión de Schumpeter es la búsqueda de utilidades, de ganancias o lucro. Éstas se obtienen, entre otros procesos, mediante la incorporación de innovaciones dentro del proceso productivo, sea bajo una forma inducida o de una manera coercitiva. Estos cambios son aplicados primeramente por los llamados empresarios agresivos, destacados como líderes tecnológicos, capaces de aventurarse en la

Villegas, profesor de la Universidad Autónoma Chapingo, ha escrito el ensayo titulado *Joseph Schumpeter: La innovación y el desarrollo económico*, en: Jorge Ocampo **et al.**: **Un debate abierto... op. cit.**, pp. 31-42.

²⁰ En bandadas, parvadas, racimos o grupos: siempre en plural.

²¹ Leonel Corona: *Tecnología, innovación y ciclos económicos*, en: Leonel Corona T. (coordinador): **Teorías económicas de la tecnología**, Editorial Jus/IPN/CIECAS, México, 1999, p.151.

organización del trabajo, arriesgando su empresa con la incorporación de nuevas máquinas, nuevos procesos, nuevas organizaciones. Con ello obtienen, en primer lugar, una disminución del costo de producción y un incremento de la productividad, con lo cual aseguran la disminución de precios y un lugar preferente dentro de la competencia por el mercado.

Obtienen también, aunque Schumpeter no le dedica gran espacio a este aspecto, el reconocimiento de la comunidad empresarial, un prestigio que se traducirá más o menos rápidamente en la incorporación de los procesos, de las maquinarias y organizaciones -de los cambios tecnológicos- establecidos por el empresario emprendedor, reconocido ya como líder tecnológico.

Con la difusión del cambio tecnológico, disminuyen los costos y por tanto los precios, y aumenta la producción. Los empresarios que adoptan los cambios tecnológicos son capaces de sostenerse en el mercado competitivo, desplazando a los que no lograron incorporar las innovaciones y ubicarse dentro del cambio técnico. Es una *destrucción creadora*. Entonces es posible aumentar los precios en un mercado controlado desde la oferta, para iniciar de nuevo el ciclo de competencia, buscando nuevos cambios tecnológicos que afecten los costos de producción y de productividad.

De esta manera, la innovación surge de manera endógena y es el impulso fundamental en un proceso capitalista que supera la propia existencia temporal del capitalismo, donde las innovaciones aparecen en plural y se impone una reproducción cíclica que se constituye en el progreso capitalista. Durante este ciclo, las empresas innovadoras se apropian por un tiempo y de manera monopólica de una renta que disminuye cuando se socializan por la imitación las innovaciones. De aquí la importancia de la innovación y de los empresarios emprendedores, pues marcan los ritmos y los sentidos del progreso, al tiempo que se pone en evidencia la importancia de la innovación -surgida del proceso científico-tecnológico- y de las empresas que la controlan, al grado de ubicar su desempeño como *administradoras de la innovación*²².

Nuevas interpretaciones sobre el paradigma tecnológico económico

El pensamiento de Schumpeter dio lugar a una verdadera cascada de autores, de escuelas y de interpretaciones respecto a la importancia de la tecnología y de la innovación²³. Autores como Christopher Freeman, de la escuela de Sussex, Richard Nelson y Sidney Winter, Giovanni Dosi, Keith Pavitt, Nathan Rosenberg, Carlota Pérez²⁴, o formados o cercanos a

²² *Ibid*, pp. 154 y s.

²³ Cf.: Alfredo Hualde: *Cambiotecnológico e innovación*, en Jordi Soler (compilador): **Tecnología y modernización económica**, UAM-Xochimilco, México, 1993, pp. 63-96.

²⁴ Algunos de los textos de estos autores son: C. Freeman: **La teoría económica de la innovación industrial**, Alianza editorial, Madrid, 1974, y **Long waves in the world economy**, Frances Pinter, Dover; R. Nelson y Sidney Winter: **An evolutionary theory of economic change**, Harvard University Press, Massachusetts, 1984; G. Dosi: **La economía del cambio técnico y el comercio internacional**, Conacyt/Secofi, México, 1991, y *Technological paradigms and*

la escuela de la CEPAL, como Vernon Ruttan, Osvaldo Sunkel, Francisco Sagasti, Fernando Fajnzylber²⁵, o vinculados a la escuela del IICA, como Martín Piñero, Eduardo Trigo, Alain de Janvry, entre otros²⁶. En México, Miguel Wiozcek, José Luis Solleiro y María del Carmen Del Valle, por ejemplos²⁷.

Pero veamos algunos de los aportes de estos autores, sobre todo en relación a la definición de lo se da en llamar el *paradigma tecnológico*. Bien vistas las cosas, buena parte de los autores mantienen la versión del desarrollo endógeno de las innovaciones, donde las empresas cobran un valor fundamental. Sin embargo, uno de los puntos de diferencia se presenta en la ubicación del momento de las innovaciones, comprendidas dentro del ciclo económico. El fundamento histórico bien permite establecerlas en la fase de prosperidad, pero también se presentan en las fases de depresión, aunque en menor número. Los debates y estudios al respecto, sustentados en los registros estadísticos de patentes y de gastos en investigación y desarrollo²⁸, dieron diferentes resultados tratando de fundamentar los distintos puntos de vista dentro de un amplio debate. Entre los elementos valiosos de este debate está la precisión de que la innovación posee diferentes versiones, desde las llamadas innovaciones fundamentales hasta las secundarias o accesorias. Uno de los aspectos

technological trajectories. The determinants and directions of technical change and the transformations of the economy, en: C. Freeman: **Long waves... op. cit.**, pp. 78-101; K. Pavitt: *Sectorial pattern of technical change: towards a taxonomy and a theory*, **Research Policy**, No. 13, North Holland, 1984, pp. 343-373; Carlota Pérez: *Modernización industrial en América Latina y la herencia de la sustitución de importaciones*, **Comercio Exterior**, Vol. 6 (5), México, 1996, pp. 347-363, y *Cambio técnico, reestructuración competitiva y reforma institucional en los países en desarrollo*, **El Trimestre Económico**, Vol. LIX (1), No. 233, FCE, México, enero-marzo de 1992; N. Rosenberg (selección): **Economía del cambio tecnológico**, Lecturas del Trimestre Económico No. 31, FCE, México, 1979, y **Tecnología y economía**, Editorial Gustavo Gili, Barcelona, 1976.

²⁵ La CEPAL (Comisión Económica para la América Latina, dependencia de la ONU) tiene una muy amplia producción bibliográfica. Los autores mencionados solo son algunos de los que abordan el tema de la tecnología. Entre las obras importantes puedo mencionar: Osvaldo Sunkel: **El desarrollo desde dentro. Un enfoque neoestructuralista para la América Latina**, Lecturas del Trimestre Económico No. 71, CEPAL/FCE, México, 1995; Vernon W. Ruttan: *Technology and the environment*, en: **American Journal of Agricultural Economics** No. 53, EUA, 1971, pp. 707-717, y *La teoría de la innovación inducida del cambio técnico en el agro de los países desarrollados*, en: Martín Piñero y Eduardo Trigo: **Cambio técnico...op. cit.**, pp. 13-74; F. Fajnzylber: **La industrialización trunca en América Latina**, editorial Nueva Imagen, México, 1983 e *Industrialización en la América Latina: de la "caja negra" al casillero vacío*, **Cuadernos de la CEPAL** No. 60, Santiago de Chile, 1989.

²⁶ Entre una amplia producción de literatura basada en un fuerte contenido empírico, tenemos Eduardo Trigo, Martín Piñero y Jorge Ardila: **Organización de la investigación agropecuaria en América Latina**, editorial IICA, San José de Costa Rica, 1985; Martín Piñero e Ignacio Llovet (editores): **Transición tecnológica y diferenciación social**, IICA, San José de Costa Rica, 1986; Martín Piñero y Eduardo Trigo: **Cambio técnico...op. cit.**, Walter R. Jaffé (editor): **Política tecnológica y competitividad agrícola en América Latina y el Caribe**, IICA, San José de Costa Rica, 1993; C. Pomareda y J. Torres (editores): **Modernización de la agricultura en América Latina y el Caribe**, IICA, San José de Costa Rica, 1990; Philip LeVein y Alain de Janvry: *La economía política del cambio tecnológico en las economías desarrolladas*, en: Martín Piñero y Eduardo Trigo: **Cambio técnico...op. cit.**, pp. 75-101; Alain de Janvry, P. Leveen y D. Runsten: **Mechanization in California agriculture: the case of canning tomatoes**, Documento PROTAAL No. 57, IICA, San José de Costa Rica, 1980.

²⁷ Ver: José Luis Solleiro, María del Carmen Del Valle, Ernesto Moreno (coordinadores): **Posibilidades para el desarrollo tecnológico del campo mexicano** (2 tomos), UNAM/Editorial Cambio XXI, México, 1996; María del Carmen Del Valle y José Luis Solleiro: **El cambio tecnológico en la agricultura y las agroindustrias en México**, UNAM/Siglo XXI editores, México, 1996; José Luis Solleiro, Carmen Del Valle, Isabel Sánchez: *Dinámica de la innovación tecnológica en la agricultura: el ejemplo de México*, en: Walter Jaffé... **op. cit.**, pp. 287-347.

²⁸ C. Freeman: **Long waves... op. cit.**, p. 63. Ver también C. Freeman, John Clark y Luc Soete: **Unemployment and technical innovation. A study of long waves and economic development**, Greenwood press, Westpont, Conn., 1984.

sobresalientes de esta valoración radica en vislumbrar que **para difundir las innovaciones tecnológicas es necesario incorporar innovaciones sociales e institucionales**. Este acierto elaborado desde la escuela de Sussex ha sido retomado por distintos autores en diversas elaboraciones.

Los aportes de esta escuela resultan significativos en el análisis económico de la tecnología por su adscripción a los postulados del *evolucionismo tecnológico*, desde los cuales procura explicar la innovación. Un lugar destacado lo ocupa Christopher Freeman, quien influye en otros pensadores, como Dosi o Carlota Pérez. Freeman localiza a través del estudio estadístico de indicadores económicos, como patentes o inversiones en investigación y desarrollo, que el mayor número de innovaciones se realiza en el momento de auge del ciclo económico. Estas innovaciones se desarrollan de manera independiente, con una dinámica propia, capaz de aprovecharse de fenómenos adversos como el desempleo o la crisis.

Las innovaciones, de acuerdo con Freeman, se producen de manera interrelacionada creando *sistemas tecnológicos*, donde a la innovación se incorpora la difusión y la imitación, creando *familias tecnológicas*. Uno de los aportes importantes de Freeman es que para entender de manera completa el proceso tecnológico es necesario comprender que la difusión tecnológica requiere de *innovaciones sociales e institucionales*, integradas en una versión del paradigma tecnológico-económico donde el sistema tecnológico se establece en una nueva estructura de costos de producción y distribución, en incrementos de productividad, de nuevas opciones de inversión, de la reestructuración del sistema productivo y de nuevos patrones de inversión, donde las medidas políticas se corresponden con las nuevas condiciones. Estas innovaciones institucionales, administrativas y sociales se establecen, como se puede observar, desde la perspectiva económica, desde donde toman posiciones y valores.

Dosi y Pérez coinciden en buena medida con los planteamientos de Freeman y compañeros, al mismo tiempo que desarrollan sus propuestas retomando los aportes de Kuhn respecto al paradigma científico-tecnológico, y de Nelson y Winter sobre los Sistemas Nacionales de Innovación²⁹. Aquí vale la pena realizar una distinción entre el paradigma kuhniano y el paradigma tecnológico de esta escuela económica. Mientras que para Kuhn el paradigma se comprende en una dimensión científico-tecnológica indivisible

²⁹ Algunas obras de estos autores las he mencionado antes. El concepto de Sistema Nacional de Innovación incorpora aspectos culturales e institucionales, dentro de un proceso evolutivo de las formas de organización, de hábitos y rutinas. Las instituciones que participan dentro de este Sistema Nacional son las empresas, los centros de investigación y desarrollo, las universidades y otras instancias que crean el ambiente de la innovación. Éste finalmente integra aspectos tan diversos como los flujos de información y de financiamiento, las organizaciones, las políticas y leyes, el nivel educativo, etc. que en conjunto condicionan y determinan el proceso innovador. Ver R. Nelson: **National Systems of Innovation**, John Hopkins University Press, Baltimore, 1985. También Freeman y B. A. Lundvall se refieren al concepto de Sistema Nacional de Innovación en el análisis de los factores que influyen en la introducción de innovaciones en la economía nacional, centrandolo su observación en la empresa en tanto que incorpora el cambio técnico. Ver Carlota Pérez: *La modernización industrial en América Latina y la herencia de la sustitución de importaciones*, en: **Revista de Comercio Exterior**, Vol. 46, No. 5, México, mayo de 1996, 347-363.

y persiste en un proceso histórico largo -como es el caso del paradigma newtoniano-cartesiano que hemos explicado antes- que puede abarcar siglos, en el caso de Dosi y Pérez **el paradigma es exclusivamente tecnológico e inserto dentro de la economía, por lo que insisten en mantenerlo separado de la esfera científica.** Al entrar en esta consideración, la vigencia de los paradigmas tecnológicos es corta y se corresponde con cambios técnicos (organizacionales, de productividad, de costos, etc.).

Dosi por su parte reelabora el concepto de *paradigma tecnológico* al incorporar una versión económica evolutiva de la innovación. Este paradigma determina la *trayectoria tecnológica* en la que se desarrolla la continuidad de la tecnología. La discontinuidad o cambio aparecen asociados a la emergencia de nuevos paradigmas, cuya dirección no solo puede ser asociada con el mercado -en tanto atracción de la demanda- sino también con la oferta, explicada por el *empuje tecnológico*.

El *paradigma tecnológico* se sostiene en la comprensión de que la tecnología “se refiere a las actividades relacionadas con la solución de problemas”, que se vinculan con conocimientos de “procedimientos individuales y organizacionales”; los paradigmas tecnológicos por tanto, “entrañan una heurística y concepciones específicas sobre ‘cómo hacer las cosas’ y cómo mejorarlas que con frecuencia comparten los profesionales de diversas actividades (ingenieros, empresas, sociedades técnicas), así como un marco cognocitivo colectivo”. De esta manera, los paradigmas tecnológicos “por lo general también definen los modelos básicos de los productos industriales y los sistemas de producción que progresivamente se modifican y mejoran”³⁰.

Por ello el proceso innovador resulta complejo, de tal forma que *el paradigma tecnológico*, de manera similar a Kuhn, es *un modelo y un patrón de solución a los problemas tecnológicos*. **En este concepto el papel kuhniano de la comunidad científico-tecnológica es abandonado**, pues los procesos tecnológicos poseen en consideración de Dosi, una naturaleza diferente al conocimiento científico. En aquellos destaca su carácter práctico, con habilidades manuales, experiencias acumuladas, rutinas, equipos, etc. desarrollados dentro de una actividad productiva. Si son referidos los técnicos y científicos es exclusivamente en relación a sus vínculos con las empresas, con la producción, con la economía.

³⁰ Mario Cimoli y Giovanni Dosi: *De los paradigmas tecnológicos a los sistemas nacionales de producción e innovación*, en : **Comercio Exterior**, Vol. 44, No. 8, México, agosto de 1994, p. 670.

El Sistema Nacional de Innovación

No es posible hacer frente a las complejidades de la tecnología, a sus interrelaciones con otros componentes del sistema social y a sus consecuencias sociales y económicas si no estamos dispuestos a pasar de un modo de pensar muy agregado a uno muy disgregado.
N. Rosenberg³¹

De esta forma, la tecnología aparece en una dimensión diferente a la del conocimiento científico o la de producción de mercancías, con una cierta personalidad independiente y autónoma, enlazada fuertemente con la economía, a la cual le ofrece respuestas a los problemas establecidos desde la producción y distribución, por lo que **la economía por medio de diversos agentes (empresas, dependencias, individuos, empresarios, etc.) deviene en seleccionadora de las tecnologías adecuadas y viables.**

Junto a este elemento de definición de la trayectoria tecnológica aparecen los intereses económicos, las inversiones en investigación y desarrollo, las experiencias e historia tecnológicas, las atenciones institucionales, etc. La *selección tecnológica* se produce en base a condiciones ambientales donde el mercado desempeña un papel preferente, y donde **el actor destacado continua siendo la empresa que finalmente adopta la innovación y establece el progreso tecnológico.** En palabras de Dosi: “las empresas son las depositarias centrales, aunque de ninguna manera únicas, del conocimiento tecnológico...[y] las características de las empresas no se distribuyen al azar en los sectores y países...”³². La selección de un determinado sentido tecnológico, invariablemente obligará a la adopción de una tendencia y marcará las pautas del progreso, orientando la investigación, las políticas y los procesos educativos al respecto. En términos nacionales esto constituye una *trayectoria tecnológica*, y es la base del Sistema Nacional de Innovación.

Con todo, Dosi no mantiene una versión unilineal acerca de la innovación. De ahí que incorpore al análisis tres grandes sistemas: el sistema científico, el sistema tecnológico y el sistema económico, donde se esfuerza por incorporar junto a las empresas a los gobiernos y sus políticas, y a las instituciones y sus intereses científicos. Su definición de tecnología de una manera compleja, donde junto a las piezas de conocimiento práctico (en tanto artefactos y soluciones a problemas concretos) y teórico (en tanto que puede ser aplicado), aparecen los conocimientos del *know how*, métodos, procedimientos, experiencias de éxitos y de fracasos, incluyendo aparatos, maquinaria y equipo³³, le permite arribar de otra forma al concepto de Sistema Nacional de Innovación (y Producción), donde se integran los diversos sistemas, y se permite valorar y comparar los procesos históricos y económicos seguidos por un país o una región integrada por varios países, respecto a su situación tecnológica.

³¹ Nathan Rosenberg: **Perspectives on technology**, Cambridge University Press, Cambridge, 1976. Citado en Jean Jacques Salomon, Francisco Sagasti y Céline Sachs (compiladores): **Una búsqueda incierta. Ciencia, tecnología y desarrollo**, Lecturas del Trimestre Económico No. 82, FCE, México, 1996, p. 27.

³² **Ibidem.**

³³ Ver, Alfredo Hualde: *Cambio... op. cit.*, pp. 77-78.

En este sentido aparecen nuevos conceptos sobre la tecnología. Junto al de innovación, se incluyen *invención, transferencia o difusión, adaptación, cambio, viabilidad*. Lo importante es que **estos conceptos son necesarios en la explicación para adentrarse en los análisis y propuestas sobre el desarrollo, especialmente en países del Tercer Mundo. De ahí uno de los méritos del concepto de Sistema Nacional de Innovación y Producción.**

Estos elementos son retomados por Carlota Pérez, quien junto con Freeman elabora el concepto de *paradigma tecnoeconómico* al apreciar que los cambios tecnológicos “van más allá de trayectorias de ingeniería para productos específicos o tecnologías de proceso y afecta a la estructura de costos de los insumos y a las condiciones de producción y distribución de toda la economía”. De aquí que su visión se vincule con los ciclos económicos largos y las oleadas de destrucción creativa schumpeterianas, a los que asocia la sucesión de paradigmas tecnoeconómicos y de las redes institucionales que se renuevan con los cambios estructurales³⁴.

El paradigma tecnoeconómico permite apreciar un cambio en las prácticas de la organización empresarial, en nuevas habilidades en la fuerza de trabajo y por tanto en la cantidad y calidad del trabajo y en las distribuciones del ingreso, en una disminución de costos en productos que serán preferentes para la inversión y cobrarán una mayor presencia en el PIB, en nuevas tendencias en innovaciones incrementales y radicales dirigidas a un uso más intensivo de las innovaciones, en nuevos patrones de localización de las inversiones (nacionales e internacionales) que transforman las ventajas comparativas, una ola de inversiones en infraestructura dirigidas a extender los beneficios de las innovaciones, la tendencia de pequeñas empresas emprendedoras para reorientarse hacia ramas en rápida expansión, una tendencia de las grandes empresas, sea por crecimiento o por diversificación, para concentrarse en las ramas innovadoras, y el establecimiento de una nueva pauta de consumo en bienes y servicios dados nuevos tipos de conducta de distribución y consumo³⁵.

En otras publicaciones, Carlota Pérez enfatiza que los paradigmas tecnoeconómicos representan un modelo rector del progreso tecnológico comercial de larga duración, en el cual se desarrollan productos y procesos rentables y tecnológicamente viables. Este concepto de paradigma tecnoeconómico incluye, de esta forma, instituciones y abarca los paradigmas tecnológicos de Dosi. Con ello, y en una continuidad con los autores vistos, Carlota Pérez busca explicar las condiciones necesarias para que el proceso tecnológico pueda considerarse como el elemento importante para el desarrollo de los países del Tercer Mundo, especialmente para América Latina³⁶.

³⁴ C. Freeman y Carlota Pérez: *Structural crisis of adjustment: business cycles and investment behaviour*, en G. Dosi et al.: **Technical change and economic theory**, Pinter publishers, Londres/Nueva York, 1988, pp. 38-66.

³⁵ **Ibid**, pp. 58 y 59.

³⁶ Leonel Corona T.: *La teoría evolucionista en la economía de la tecnología*, en: Leonel Corona T.: **op. cit.**, pp. 232 y s. Ver, Carlota Pérez: *Cambio técnico...* **op. cit.**, pp. 23-64.

De esta manera define el concepto de paradigma tecnoeconómico de manera paralela al concepto de Kuhn, “en el sentido de modelo o ejemplo, y supone un conjunto aceptado de normas y rutinas que rige la evolución de determinada ciencia...”. Un paradigma tecnoeconómico representa entonces “el modelo rector del progreso tecnológico comercial durante varios decenios. Es un modelo de sentido común para identificar y desarrollar productos y procesos productivos económicamente rentables, partiendo de los tecnológicamente viables”. A diferencia de Dosi, quien utiliza el término de *paradigmas tecnológicos* “para referirse al modelo rector de la trayectoria de mejoras incrementales de cada tecnología en particular”, el concepto de paradigma tecnoeconómico se representa como un “metaparadigma que moldea los paradigmas específicos de las tecnologías individuales”³⁷.

Con ello Carlota Pérez elabora una explicación amplia sobre las transformaciones tecnológicas latinoamericanas a partir de su concepto de paradigmas, apreciando la etapa que surge de la década de los 80 del siglo XX, como una etapa de oportunidades para los países atrasados, donde se pueden instalar procesos agresivos desde nichos de mercado, si se cuenta para ello con una reestructuración institucional y de una lógica desde las empresas, los empresarios y los usuarios. En sus elaboraciones aparecen de manera más precisa diversos agentes sociales alrededor de la tecnología, aunque siempre desde el terreno económico. Junto al papel siempre destacado de la empresa, se presentan el Estado, los científicos y técnicos, los usuarios, como parte de esta formulación tecnoeconómica del paradigma.

Varios son los elementos que identifican las diversas concepciones que hemos repasado. Sitúan la innovación en vinculación con aspectos socio-institucionales y sin embargo, no los separa de su consideración económico-tecnológica: la pretensión de incluir otros elementos solo les permite empezar a salirse del ámbito endógeno y situarse con elementos económicos fuera del proceso productivo, propiamente dicho. **A pesar de que no renuncian a la interpretación económica de la tecnología y de la innovación, la fisura para incorporar otros elementos se abrió escasa y paulatinamente.** Desde esta perspectiva se vincularon al análisis de la innovación elementos como empleo, sistemas administrativos, costos de producción, productividad total, oportunidades y patrones de inversión, etc. La elaboración del paradigma tecnológico se mantenía en sus límites económicos, aunque **había desplazado su interpretación exclusiva del proceso productivo y se ampliaba a todo el fenómeno económico, incluyendo desde esta visión aspectos sociales e institucionales. Incorpora por otra parte a nuevos agentes sociales, involucrando al Estado y a los usuarios. A pesar de este cambio, el actor central se mantiene en la empresa y en el empresario, toda vez que el mercado es el escenario privilegiado.**

³⁷ Carlota Pérez: *ibid*, nota 3, p. 26.

La transferencia tecnológica en América Latina: las interpretaciones

Por otra parte, entre las elaboraciones sobre la ciencia y la tecnología agrícola, destaca para Latinoamérica el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, el IICA³⁸. Pese a tener una personalidad específica sobre las cuestiones de tecnología agrícola, lo más importante de este Instituto se encuentra en que es un espacio de debate y de reflexión fundamentada sobre la situación de la agricultura latinoamericana, donde la presencia de las tecnologías agrícolas es incorporada en un lugar destacado mediante estudios de caso de diferentes regiones del subcontinente, manteniendo una continuidad dentro de los aportes alrededor de los paradigmas tecnológicos.

Las características fundamentales de sus elaboraciones se refieren de manera fuerte en una dirección, donde el análisis económico es ponderado por encima de otras interpretaciones, que sin embargo se hacen presentes en el espacio de debate. De esta forma, sus elaboraciones se sostienen en un desarrollo metodológico múltiple constituido por el *estructuralismo tecnológico*, por el *evolucionismo tecnológico* o por la *teoría de la innovación inducida del cambio tecnológico*, mismos que han orientado buena parte de los trabajos realizados por el IICA³⁹.

A pesar de que la versión económica se mantiene en buena parte de sus trabajos, en el debate abierto dentro del IICA aparecen diferentes expresiones que presentan a la tecnología y sus cambios desde versiones elaboradas desde lo social y político⁴⁰. De esta manera, **la valoración de diferentes elementos no económicos se presenta como definitiva.**

A esto podemos agregar que la versión exógena resulta obligada para el estudio de la tecnología en América Latina⁴¹ y con ello nos situamos en nuevo escenario. Si la tecnología es creada en otros países, resulta necesario estudiar los términos de *transferencia, adaptación y cambio* dentro de la innovación, como ya se advertía con los trabajos de Carlota Pérez y otros autores: **el escenario ha cambiado.**

³⁸ En el marco de la reorganización mundial y hemisférica durante la II guerra mundial bajo la hegemonía indiscutible de Estados Unidos, el IICA se fundó el 7 de octubre de 1942, por acuerdo del Consejo Directivo de la Unión Panamericana, que posteriormente se transformó en la Organización de Estados Americanos (OEA). Su primera denominación fue Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, con el objetivo de realizar investigación agropecuaria e impartir educación de postgrado para los trópicos. El 8 de diciembre de 1980 se transformó en el actual Instituto Interamericano de Cooperación Agrícola, como institución de cooperación y de intercambio técnico e institucional entre 33 países de América Latina. Su propuesta se mantiene en considerar el crecimiento económico del subcontinente en base al desarrollo y reactivación del sector rural, por lo que una de sus estrategias es el estudio y difusión de las opciones tecnológicas para la modernización, el fomento de la integración regional y el establecimiento de políticas agrarias.

³⁹ No se intenta explicar ahora estas corrientes. Un común denominador entre ellas es su marco económico de análisis. Lo que interesa destacar son sus aportes respecto al concepto de paradigma tecnológico.

⁴⁰ Ver, por ejemplos, los trabajos de M. Piñeiro y E. Trigo: *Cambio técnico...* **op. cit.**; Phillip LeVenn y Alain De Janvry: **op. cit.**, pp. 167-208 y pp. 75-101, respectivamente.

⁴¹ Ver, Jorge Ocampo Ledesma: **De café, cocos y hongos. El modelo agroexportador en América Latina**, Colección Ciencia, Tecnología e Historia No. 2, PIHAAA/CIESTAAM, UCh, México, 2000.

La versión dominante en los trabajos de los autores sobre Latinoamérica se caracteriza por considerar a la tecnología como base del desarrollo, de manera especial el industrial. La obtención de la tecnología moderna, por tanto, permite insertarse en circuitos del mercado mundial en términos competitivos. Esta tecnología debe ser adquirida por cualquier medio.

Pero como bien dice Carlota Pérez, esta adquisición se realiza dentro del modelo económico denominado *Industrial de Sustitución de Importaciones*, desde el cual se organizó buena parte de las estrategias de crecimiento y desarrollo de los países de la región durante las décadas de los 50 y de los 60 del siglo XX. Este modelo, desde mi punto de vista, es una de las formas históricas de refuncionalización del modelo agroexportador, considera afianzar la competitividad industrial sobre la base de diversos apoyos agrícolas - mano de obra, alimentos y materias primas baratas, por ejemplo- y mantiene la consideración de que la tecnología es una mercancía más. Importante y decisiva, pero solo una mercancía.

Entonces se compraban *tecnologías probadas*, equipos, productos, asistencia técnica, etc. Los aprendizajes nacionales eran rutinarios y conformaban un sentido común gerencial, una forma de Estado, una idea de bienestar social, una manera de concebir y diseñar instituciones, una forma de comportarse, etc. Es decir, junto a estas formas se delineaba con claridad una *economía*, una *política* y una *cultura tecnológicas*.

Se dependía del proveedor para que instalara la tecnología, proporcionara stocks indispensables y capacitación y adiestramiento, para que resolviera las contingencias y para cualquier cambio, al tiempo que se contaba con la protección del gobierno que garantizaba el mercado, a pesar de la calidad y el precio de los productos resultantes. Las plantas operaban con amplios márgenes ociosos, con personal con capacidad limitada a solo el proceso mínimo de operación, con una *pasividad tecnológica*.

Carlota Pérez describe uno de los resultados de la siguiente manera: "... la pasividad tecnológica se manifiesta en el bajísimo nivel de gastos en investigación, desarrollo o ingeniería en la industria latinoamericana, en una dependencia persistente y rutinaria del licenciamiento tecnológico extranjero y en los intentos mayormente frustrados de los sistemas de ciencia y tecnología de cada país por construir un puente con la industria. Simplemente no había necesidad de hacer esfuerzos técnicos internos, ni interés en contratar servicios tecnológicos nacionales, porque las ganancias no dependían de la capacidad de competir ni del dominio tecnológico o la innovación"⁴².

Como señalé antes, los términos del desarrollo incorporan de manera decisiva a la tecnología. Esta característica es expresada de manera explícita por las diferentes escuelas y autores que tratan el proceso latinoamericano. Al incorporar la tecnología en el espacio económico, se sostiene a la empresa como el actor destacado.

⁴² Carlota Pérez: *La modernización industrial...* op. cit., p. 353.

Sin embargo, aunque la empresa sostiene un papel preponderante en los estudios dentro del IICA, **los términos derivados de la consideración exógena de la tecnología obligan a incorporar a otros agentes como participantes importantes en el proceso de transferencia y adaptación.** De esta manera aparece el Estado como parte de los diseños sobre políticas tecnológicas, y aunque sea de manera marginal hacen su intromisión dentro del escenario de análisis, los campesinos, en tanto productores agrícolas receptores de la tecnología o como parte de las empresas. Su papel resulta al ser considerados como parte de la demanda, no siempre requerida o reconocida para determinar sus necesidades, sino estudiada preferentemente en los términos de mercado. Son, en términos precisos, los usuarios de la tecnología, pero no aparecen más que como este referente, como el eslabón final de un proceso económico. Dejaron de ser invisibles, pero no han adquirido ni voz ni personalidad: sólo *consumen* lo que se les da.

Dentro de estos estudios sobre Latinoamérica, una de las corrientes interesantes al respecto es la *teoría de la innovación inducida* que mantiene la importancia del cambio técnico en términos económicos, dado que “permite la sustitución de recursos por conocimientos; o de los recursos más costosos por otros menos costosos y más abundantes; o bien que elimina las restricciones impuestas al crecimiento por la inelasticidad de los recursos”. Así lo explica uno de sus principales elaboradores, Vernon Ruttan⁴³.

Este autor en otro de sus textos, realiza un repaso del origen y desarrollo de esta teoría, explicando que es “un intento de aclarar el impacto que tiene la disponibilidad relativa de recursos -mediada por los mercados de factores y productos- sobre la intensidad y la dirección del cambio técnico”⁴⁴, en particular sobre la relación entre costos de mano de obra y costos por la innovación tecnológica. Esto condujo en la década de los 1960 a derivar la necesidad de establecer políticas tecnológicas como parte de la solución de problemas económicos. Con ello la innovación inducida se mantuvo en estrecha relación con las teorías del crecimiento y de microeconomía. Con Ruttan se incorpora la asignación de recursos para investigación y desarrollo como un factor a considerar dentro de las inversiones económicas, mismas que posibilitan la disminución efectiva de costos por integrar ofertas técnicas frente al costo de mano de obra, aumentando significativamente la productividad en ciclos económicos cortos.

Lo importante del planteamiento de la innovación inducida es que el proceso tecnológico aparece determinado de manera múltiple, aunque mantiene su preferencia en el terreno económico. Junto a la innovación tecnológica se apareja la innovación institucional, por lo que la influencia decisiva se ubica en la eficiencia del mercado, por la sensibilidad de las instituciones políticas y por la estructura de distribución del ingreso vigente⁴⁵. Ruttan enfatiza el carácter social de las elaboraciones tecnológicas al afirmar que “las

⁴³ V. Ruttan: *Technology and the...* **op. cit.**, p. 708.

⁴⁴ V. Ruttan: *La teoría de la innovación...* **op. cit.**, p. 15.

⁴⁵ **Ibid.**, pp. 15-26.

instituciones económicas y las instituciones políticas que caracterizan a las economías industriales modernas... son producto de la actividad del hombre”⁴⁶.

De esta manera, en “interacción dialéctica”, **vuelven a aparecer en el escenario diferentes actores**: “productores agropecuarios, científicos, administradores de la investigación y representantes del poder legislativo” con una acción que resulta más efectiva cuando “los agricultores están organizados en asociaciones locales o regionales mediante las cuales pueden expresar sus intereses económicos en el ámbito político”⁴⁷. Como se aprecia, el intento de comprender de manera compleja los procesos tecnológicos - quiero decir, superando la estrechez de la versión que advierte a la tecnología dentro del proceso productivo, aun cuando solo se abra hacia todo el proceso económico- obliga a introducir a otros actores, a diseñar otros escenarios, a incorporar nuevos elementos - instituciones, políticas, acciones de gobierno y de Estado, etc.- con lo que se abren nuevas posibilidades de análisis complejos. A pesar de todo, persiste en mantener a la empresa en un papel dominante.

Nuevos actores, nuevos escenarios

En buena medida, la razón de que cambien los escenarios y aparezcan nuevos actores sociales se debe al hecho de que los estudios se comprenden desde una referencia empírica, con análisis concretos. Querer entender la realidad latinoamericana, y de ésta el papel de la tecnología en el medio rural, obliga de manera forzosa a incorporar decisivamente los escenarios y los actores, modificando de manera compleja las metodologías de estudio.

Uno de los comentaristas más certeros de Ruttan es John K. Lynam⁴⁸, quien establece la validez de la teoría de Ruttan sobre la base de su aplicabilidad en América Latina. Al observar la desigual distribución de la tierra y mano de obra la teoría de la innovación inducida empieza a manifestar problemas, ya que no es posible aplicarla, por ejemplo, en el caso de los pequeños productores -donde se prefiere el uso de la abundante mano de obra frente a los costos de la innovación tecnológica-. En las grandes explotaciones los costos de mano de obra se incrementan comparativamente por la necesidad de organizar grandes contingentes durante los picos de la producción estacional, afectando los términos del mercado laboral en función de las formas desiguales de la tenencia de la tierra.

De esta manera las diferencias entre los grandes y pequeños productores se sitúan alrededor del precio de la tierra, donde se incrementan los de las pequeñas parcelas trabajadas con cierto esmero; la posibilidad de obtener créditos, donde los grandes

⁴⁶ **Ibid**, p. 26.

⁴⁷ **Ibid**, pp. 26-27. El autor, junto con colegas que comparten su propuesta, elaboran demostraciones a partir de la comparación empírica del desarrollo histórico de la agricultura en Estados Unidos, Europa Occidental y Japón, basados en los modelos de tecnología biológica y mecánica, destacando los sesgos en la confrontación precios de insumos-costos de producción; costos de tecnología-costos de mano de obra; etc. Ver: Y. Hayami y V. Ruttan: **Agricultural development: an international perspective**, Johns Hopkins University Press, Baltimore, 1971.

⁴⁸ John K. Lynam: *Comentarios*, en: Martín Piñeiro y Eduardo Trigo (editores): **Cambio técnico... op. cit.**, pp. 58-71.

productores salen beneficiados; la incorporación a mercado con precios diferenciados para sus productos; y los riesgos en los términos del arrendamiento de tierras a terceros. Junto a estos elementos aparece la consideración política de la tenencia de la tierra, en tanto riqueza estable⁴⁹. De aquí, nos dice Lynnán, no hay mercados perfectos: todos son distorsionados y en ellos el ajuste de la técnica es variable e impreciso, por lo que la aplicación de la teoría de Ruttan tiene límites y paradojas evidentes. Una de ellas se refiere a que, siguiendo a Ruttan, la tendencia debería orientarse hacia las pequeñas explotaciones ahorradoras de tierra. Sin embargo, la evidencia se expresa en un incremento de grandes explotaciones donde se extienden las tecnologías ahorradoras de mano de obra para disminuir costos de producción.

Dentro de estas distorsiones mercantiles, la investigación y los estímulos a la innovación no provienen de los precios sino de las empresas productoras de los insumos agrícolas, quienes por diferentes medios estimulan la adopción del cambio técnico y definen las rutas y tendencias de la investigación tecnológica en función de sus propios intereses que no necesariamente coinciden con los sostenidos por los productores. Si bien el atractivo se presenta de inicio sobre los costos de producción, no siempre se mantiene esta condición, sino “más bien el incremento de la proporción de los insumos utilizados” donde se mantiene una férrea competencia entre las empresas multinacionales productoras de insumos.

Aquí es donde desde el punto de vista de Lynnán, la preferencia de Ruttan por el mercado ha ocultado a los actores, pues destaca la relevancia del Estado quien como creador de políticas debe resolver qué tipo de tecnología se deberá impulsar: ahorradora de mano de obra en contradicción con las condiciones agrarias y ajustados a las necesidades de las empresas proveedoras de insumos, o tecnologías ahorradoras de tierra y utilizadoras de abundante mano de obra. La orientación de la investigación, de los financiamientos y de la definición de los mercados resulta definitiva en la decisión de Estado. Acaso una diferenciación por tipos de extensiones permita orientar la tecnología adecuada para el productor.

De esta manera, las apreciaciones de Ruttan se complican, haciendo forzosa la aparición de estudios más precisos y puntuales que reflejen las condiciones del agro latinoamericano. Pero lo importante, desde nuestro objetivo, es que se requiere incorporar nuevos actores.

Con Phillip LeVeen y Alain de Janvry⁵⁰ los actores sociales se hacen evidentes al comprender el cambio tecnológico no sólo “como la búsqueda de una mayor eficiencia económica, sino también como un instrumento de cambio (o de resistencia al cambio) de las relaciones sociales. En consecuencia, los factores determinantes del cambio técnico deben buscarse tanto en la respuesta a las nuevas condiciones económicas como en la

⁴⁹ *Ibid.*, pp. 59-60.

⁵⁰ Phillip LeVeen y Alain de Janvry: *La economía política del cambio tecnológico en las economías desarrolladas*, en Martín Piñeiro y Eduardo Trigo (editores): **Cambio técnico... op. cit.**, pp. 75-101.

lucha por definir las relaciones sociales” donde cobra una presencia significativa el Estado en tanto institución donde las fuerzas objetivas -económicas- y subjetivas -sociales- se traducen en nuevas tecnologías. De manera que “cualquier teoría del cambio técnico debe incorporar una teoría del Estado”. Con ello, la irrupción del aspecto social es contundente y la necesidad de incorporar al Estado como *actor tecnológico* es obligada. La versión shumpeteriana es abandonada y los otros actores alrededor de la empresa adquieren personalidad y capacidad de acción. Los científicos, los empresarios y el Estado se incorporan explicando que el “cambio técnico condiciona el control social sobre los medios de producción; la organización del proceso de trabajo; la división social de la mano de obra; y la apropiación social del excedente. Como tal es una poderosa herramienta del cambio social o del *statu quo* social”⁵¹.

CUADRO 1

Características de los diferentes tipos de tecnología agrícola

Tecnología	Insumos incorporados a la tecnología	Tendencia de sesgo economizador de factores	Posibilidades de transferencia internacional	Especificidad del cultivo
Mecánica	Tractores e implementos Cosechadoras	Mano de obra Mano de obra	Directa Directa	Baja Mediana
Química	Fertilizantes Pesticidas Herbicidas	Tierra - Mano de obra	Investigación Adaptativa Investigación Adaptativa Investigación Adaptativa	Mediana Mediana Mediana
Biológica	Semillas	Tierra	Sensible al medio ambiente	Alta
Agronómica	Información sobre administración	Tierra	Sensible al medio ambiente	Alta

Tomado de John K. Lynam: **op. cit.**, p. 65.

Al incorporar la relación entre capitalismo, cambio tecnológico y conflicto social, los autores confirman que dichos cambios no sólo se realizan por ser más eficientes, sino “principalmente porque los conflictos sociales obligaron a una transformación de las relaciones sociales, y a una redefinición de la organización del proceso de trabajo”. Con estas consideraciones es posible, entonces, explicar *cuatro niveles en que los conflictos sociales participan como variables de importancia en la determinación de la intensidad y sesgos del cambio técnico*, niveles que en las explicaciones como la teoría de la innovación inducida son omitidos.

El primer nivel relaciona los conflictos sociales con los elementos económicos que inducen el cambio técnico. De esta manera aparecen los elementos tecnológicos como conjuntos de relaciones sociales -por ejemplo, la tierra- donde unos son excluidos de los recursos de vida, con una participación intensa del aparato estatal en el poder relativo y la participación de las clases sociales en la distribución de la propiedad y del excedente.

⁵¹ **Ibid.**, pp. 78-79.

El segundo nivel se comprende al examinar el sistema institucional de investigación, donde la investigación pública compite desigualmente con la investigación privada. Por ejemplo, la investigación mecánica está en manos privadas mientras que la investigación biológica está en el sector público, nos dicen LeVeen y de Janvry⁵². El financiamiento alrededor de la investigación permite orientar los gastos públicos hacia las necesidades de las empresas privadas mediante convenios y donaciones. Otro aspecto importante al respecto son las patentes.

El tercer nivel en el cual los conflictos sociales condicionan los cambios técnicos se relacionan alrededor de la mecanización de la agricultura como ejemplo de organización del proceso de trabajo, donde el control de la tecnología le brinda a los propietarios y administradores una extraordinaria capacidad de negociación de los términos del proceso laboral: establecen periodos de trabajo, actividades, división del trabajo, especializaciones, ritmos de producción, y reproducción de las condiciones de trabajo. De esta manera se segmenta y simplifica el proceso de trabajo, se especializa al trabajador directo, se le aparta de los espacios de control y decisión, y se mantiene la productividad y reduce la calificación.

Finalmente, *el cuarto nivel* de afectación de los conflictos sociales sobre el cambio técnico se manifiesta en el impacto que tienen sobre los precios de factores y productos y, por tanto, sobre el control del excedente. De esta forma, por ejemplo, el uso de la mecanización impacta negativamente sobre el precio de la fuerza de trabajo y obliga a disminuir salarios, contrarrestando la escasez de mano de obra. La mecanización agrícola permite mantener a los sectores no especializados y segmentados con bajos niveles de salarios, fomentando las economías de escala y por tanto de monopolio sobre el poder económico (como se produce en el caso de asociaciones de agricultores).

Con la explicación de estos cuatro niveles, los autores se adentran en el ejemplo de la producción tecnológica y los conflictos sociales en California, donde expresan la intervención de las empresas, de los trabajadores, de las instituciones de investigación (las universidades públicas y privadas) y el Estado. **Lo importante de la contribución de LeVeen y de Janvry es que han superado definitivamente la orientación economicista, incorporando a nuevos actores sociales en una acción donde el conflicto es una parte imprescindible de la explicación sobre la tecnología.** Con todo, los usuarios de la tecnología no despliegan su presencia.

Por otra parte, Piñeiro y Trigo representan sin lugar a dudas buena parte del pensamiento fuerte del IICA respecto a la tecnología agrícola en Latinoamérica. En su trabajo *Cambio técnico y modernización en América Latina: un intento de interpretación*⁵³, estos autores inician cuestionando que en general los diferentes trabajos sobre tecnología en el

⁵² Hay que precisar que este escrito es de 1983. A la fecha, las transnacionales químicas y farmacéuticas han absorbido partes fundamentales de la investigación biotecnológica y sus resultados.

⁵³ En Martín Piñeiro y Eduardo Trigo (editores): **Cambio técnico... op. cit.**, pp. 167-208.

subcontinente han eludido incorporar al Estado. Por ello su interés es introducir “explícitamente los conflictos sociales derivados del cambio técnico y su forma de resolución en el interior del Estado”, al identificar y caracterizar a “los sujetos (actores) sociales” que participan alrededor de este proceso, dado que estos “conflictos condicionan el comportamiento tecnológico de los distintos actores sociales y se manifiestan en las relaciones sociales que mantienen en el interior del proceso productivo”, superando el comportamiento puramente económico e insertándose en “manifestaciones sectoriales que se dan a través de organizaciones gremiales y, en última instancia, en las relaciones con el Estado”. Para los autores resulta importante valorar al Estado, o mejor, a su aparato burocrático, en tanto que es “el instrumento mediante el cual los intereses tecnológicos de ciertos sectores aparecen mediatizados y, en ciertos casos, impuestos al resto de la sociedad civil”⁵⁴.

Con ello el Estado se convierte en un actor destacado desde la perspectiva tecnológica, no sólo como generador sino a partir del establecimiento de las políticas de ciencia y tecnología y de sus instrumentos de política económica e inversiones, así como de sus organismos de investigación. Es en estas instancias donde el Estado posibilita que otros actores tecnológicos se manifiesten, y se eluda considerar el mercado como punto de expresión al utilizar los complejos espacios institucionales.

Nos dicen estos autores que el cambio técnico en la forma en que se ha desarrollado en las economías de mercado capitalistas “está estrechamente vinculado a la forma de generación y apropiación del excedente económico por parte de distintos sectores sociales... [por lo que el cambio técnico] necesitó... la organización de mecanismos institucionales capaces de mediar en los conflictos generados...”. Dicho de otra manera, el cambio técnico impuesto y fomentado en torno a la modernización agrícola para el caso que nos interesa, requirió no sólo de la intervención del Estado y de sus mecanismos institucionales sino de la creación y adecuación de esta instancia político-social para que este proceso pudiera llevarse a cabo, mediante la consolidación de un espacio de negociación y de imposición de orientaciones y políticas.

De esta forma, la transferencia tecnológica de los países desarrollados a los *tercermundistas*, no sólo vincula los procesos de generación y apropiación internacional de excedentes y las maneras en que se mantiene y refuncionaliza la división mundial del trabajo, sino se sostiene en una capacidad de organizar “mecanismos institucionales capaces de mediar en los conflictos generados...”⁵⁵.

En otro sentido, la definición de una política tecnológica no sólo requirió del Estado para establecerse -en tanto creación, organización y presupuestos de los organismos tecnológicos- sino también incluyó “la definición de una estrategia global de desarrollo

⁵⁴ **Ibid.**, pp. 173 y s.

⁵⁵ **Ibidem.**

agropecuario”⁵⁶. La forma en que se establecieron las instituciones latinoamericanas de investigación agrícola y de ciencia y tecnología a partir de la década de 1950, por ejemplo, ilustran como se impulsó una ideología organizativa internacionalizada a partir de la hegemonía de Estados Unidos con la complacencia y participación de los estados nacionales, quienes contando con una relativa autonomía en la toma de decisiones e inmersos en la ideología dominante con respecto a la ciencia y a la tecnología, establecieron selecciones y orientaciones al respecto vinculadas directamente con el exterior, al grado de establecer la transferencia de tecnologías sostenidas en manejos científicos la más de las veces inadecuados, incongruentes y extraños dentro del medio rural latinoamericano, más basados en intereses establecidos fuera del ámbito agrario, como son los circuitos donde se expresan con mayor agresividad los términos de acumulación de capital, esto es las industrias urbanas y sus símiles agrícolas.

De esta manera, parecería que en la modernización agraria de América Latina, lo característico durante cerca de 30 años -a partir de 1950- ha sido un proceso controlado por el capital agrario interdependiente con empresas trasnacionales, promotor de la proletarización campesina e incapaz de generar empleos⁵⁷. En esta situación, el Estado cumplió un papel destacado al proporcionar, por ejemplo, una política de precios estimulante, una generosa dotación de subsidios y amplios aportes en créditos accesibles. La gran producción agrícola no pudo tener mejores aportes.

Con estos elementos, Piñeiro y Trigo incorporan de lleno al Estado dentro del estudio de la tecnología, al tiempo que empiezan a aparecer los productores agrícolas en una tipología que utiliza los términos tecnológicos al parejo de los económicos para establecer las diferencias. La persistencia de los campesinos, en tanto pequeños productores con una actuación tecnológica muy característica y definida, obliga a que desde el IICA se incorporen estudios que traten de explicar su actuar. Los ejemplos que retoman de manera amplia y muy precisa permiten destacar una profunda riqueza tecnológica ubicada en una lógica diferente a la del mercado. Sin embargo, dicho desplazamiento para considerar a este tipo de productores no permite ampliar las versiones metodológicas sobre la tecnología hacia otros espacios. La economía se mantiene como la base explicativa y el lugar adonde todos los procesos tecnológicos desembocan⁵⁸.

La CEPAL, tanto en los momentos cuando asumía una personalidad novedosa y original en las que Prebisch mantenía una presencia orientadora, como en el período donde sostienen una versión latinoamericana del neoliberalismo, tiene una gran cercanía con las propuestas que se elaboran desde el IICA⁵⁹.

⁵⁶ **Ibid.**, p. 199. Y por tanto de un concepto de nación.

⁵⁷ **Ibid.**, p. 201.

⁵⁸ Martín Piñeiro e Ignacio Llovet (editores): **Transición tecnológica... op. cit.** Ver especialmente las conclusiones, pp. 327-348.

⁵⁹ Ver, al respecto: Jorge Ocampo Ledesma: *Un punto de vista latinoamericano sobre la tecnología y el desarrollo: el pensamiento de la CEPAL*, en: Jorge Ocampo **et al.:Un debate abierto... op. cit.**, pp. 105-124.

Las propuestas de la CEPAL contienen varias etapas, establecidas en un proceso singular e inédito pero no por ello ejemplar para nuevas elaboraciones. Dotado de una visión de conjunto sobre la situación latinoamericana, no dejó de lado los elementos críticos y mantuvo en lo más posible una coherencia metodológica. Los resultados de su acción se expresaron en la formación de una verdadera escuela latinoamericana de pensamiento económico y social que ha incluido una constelación de pensadores, entre los cuales se incluyen economistas de tendencia liberal hasta analistas que se sostienen en la concepción del marxismo construido desde América Latina, pasando por estudiosos de la antropología, de la historia y de la sociología. En este sentido, la riqueza de los aportes de la escuela *cepalina* son destacados.

Pero no son todos los aportes: el debate que se abrió sobre el progreso tecnológico, la búsqueda de la instalación de las opciones latinoamericanas de tecnología, en tanto opciones adecuadas para nuestras condiciones, la valoración de los elementos ideológicos, como el nacionalismo, dentro de las formulaciones científica y tecnológicas, el cuestionamiento crítico sobre las relaciones desiguales entre el centro y la periferia y el papel de la tecnología dentro de estas relaciones, son sendos logros de una escuela que sin lugar a dudas deberá ser retomada en las propuestas de desarrollo de nuestras naciones.

Un espacio de ejecución de políticas nacionales, un proceso educativo adecuado en desarrollo, una conformación madura de las comunidades científico-tecnológicas latinoamericanas, son entre otros los requisitos para que, partiendo de nuestras condiciones, se ejerza con decisión la autonomía nacional y se demanden una presencia efectiva de nuestros espacios en la construcción de la nueva forma de mundialización. En ello, el Estado en tanto diseñador de políticas de desarrollo que incluyen obligadamente a las de ciencia y tecnología, mantiene una presencia significativa en los planteamientos *cepalinos*.

En los aportes hechos desde México, destacan José Luis Solleiro y María del Carmen Del Valle, junto con un amplio equipo de investigadores⁶⁰ quienes analizan la situación, las políticas, la acción estatal, las tendencias económicas y los procesos de innovación tecnológicas en nuestro país y de manera especial en el campo. Con todo, el apego de Solleiro y Del Valle al marco conceptual de la teoría evolutiva del cambio técnico los mantiene en la identificación económica del proceso, lo cual les permite ubicar a los agentes de la siguiente manera: “Consideramos en primer término a los productores primarios, las empresas productoras de insumos y equipo, y las empresas agroindustriales de bienes finales; en segundo lugar, las organizaciones de los sectores social y privado; en tercer lugar el Estado; en cuarto lugar los sectores financieros, como la Banca y las Uniones de Crédito, y por último, los agentes de capacitación de recursos humanos y los centros e institutos de investigación y desarrollo y de capacitación”⁶¹. A pesar de hacer una

⁶⁰ Isabel Sánchez, Ernesto Moreno, Horacio Vinicio Santoyo, Manrubio Muñoz, Ismael Nuñez, entre otros.

⁶¹ J. L. Solleiro, Carmen Del valle e Isabel Sánchez: *Dinámica de la innovación...* **op. cit.**, p. 306. Ver también la p. 297, y María del Carmen Del Valle y José Luis Solleiro (coordinadores): **El cambio tecnológico... op. cit.**, pp. 9 y 10.

incorporación amplia de agentes, éstos se mantienen situados en los límites económicos de la tecnología y en una estrecha vinculación con los aspectos del mercado.

De esta forma, estos autores al igual que los del IICA y los de la CEPAL, se mantienen en un fuerte vínculo con las propuestas de Freeman, de Dosi, de Carlota Pérez, de Ruttan, etc. que hemos visto antes.

La versión decimonónica del progreso que se derivó de la Ilustración europea, al mostrar sus insuficiencias y deformaciones, derivó en la versión del crecimiento económico que de manera similar atendía una relación entre producción y población que escondía diferencias y ofrecía indicadores engañosos. El concepto de desarrollo ha permitido pese a sus limitaciones de origen trascender estas orientaciones y ubicar a nuevos agentes o actores sociales al presentar nuevos escenarios, donde la economía deja de ser el espacio de privilegio explicativo. Las apreciaciones de *sustentable*, con *equidad* y demás apellidos que se le colocan, demuestran en primer lugar las insuficiencias del concepto que, con todo, es el mejor que tenemos hasta el momento. Todavía podemos escuchar versiones elegantes como la que nos dice: “el desarrollo es un viaje entre la tradición y la modernidad”, no sin cierto dejo de soberbia en cuanto que desdeña a la tradición como atraso o, por lo menos, como punto de partida⁶², como si no hubiera ni pudiera darse el desarrollo dentro de la tradición.

La tecnología desde los sujetos

Los estudios económicos que hemos visto, al incorporar referentes empíricos como el estudio de la situación rural de Latinoamérica, obligan a modelar nuevas metodologías, donde se incorporan nuevos escenarios con nuevos actores que los pueblan y los explican. De esta manera, los actores reclaman sus espacios y la necesidad de sus fundamentos teóricos.

Si comprendemos a **la tecnología como nudo de relaciones sociales**, la primera cuestión que abandonamos es la versión teleológica donde la tecnología aparece despojada de su origen y condición social. El retorno al mundo de los pecadores la convierte entonces en **un resultado social**, donde las dimensiones de su comprensión requieren de engarces interdisciplinarios, de comprenderle en un proceso dinámico y complejo, de larga duración y donde el conflicto es una de sus condiciones de existencia.

Retornamos por tanto a **la dimensión humana** de la tecnología, donde lo importante se revela de inmediato en la diversidad, en las formas en que se utiliza socialmente y en establecer los límites a su acción. La tecnología -y la ciencia en tanto que es también conocimiento socialmente construido- deben ser conceptualizadas en una comprensión que

⁶² Jean Jacques Salomon, Francisco Sagasti y Céline Sachs (compiladores): **Una búsqueda incierta. Ciencia, tecnología y desarrollo**. Editorial de la Universidad de las Naciones Unidas, CIDE, El Trimestre económico, Lecturas no. 82, FCE, México, 1996. Ver la Introducción, p. 28.

rebase su versión instrumentalista, su diseño desde el difusionismo y las versiones khuniana y economicista.

Si la tecnología se caracteriza por ser nudo de relaciones sociales, entonces la pregunta es: ¿qué relaciones sociales se anudan en la tecnología? Si partimos de que la tecnología es producida y reproducida socialmente en un proceso que se presenta de larga duración, entonces la vertiente de historia social de la ciencia y de la tecnología aparece de inmediato. Si advertimos su complejidad, entonces la vertiente económica es insuficiente para explicarla, teniendo que recurrir a otras disciplinas sociales, donde el análisis político, cultural, histórico, sociológico, etc. resulta obligado. La complejidad de tal problema de estudio obliga a rediseñar metodologías y marcos conceptuales y teóricos a fin de que se posibilite el engarce multidisciplinario y procesual.

Lo importante a destacar aquí es la riqueza explicativa que posee la tecnología debido a su carácter complejo, capaz de atravesar disciplinas y épocas, manteniendo una dinámica propia que la separa de los ciclos puramente económicos y de las fases políticas. Desde la tecnología es posible definir ciclos y fases. Para ello sólo hay que preguntarse *de qué es historia la historia de la tecnología*. Entonces aparecerán las cabezas sociales de un proceso continuo de larga duración, donde las generaciones de inventores, de productores y distribuidores, de políticos y de consumidores se expresan de manera definida y en tramas complicadas por intereses, costumbres, apreciaciones y gustos originales e inducidos, donde las relaciones sociales se hacen visibles y devienen en relaciones de poder -de representación y de dominio- en un ámbito territorial en el que la cultura ocupa un lugar destacado, pues es en ese territorio donde puede expresarse como espacio físico o como espacio simbólico.

De esta manera se enlaza la tecnología con la cultura y con el territorio, formando un *territorio de cultura tecnológica, o una cultura tecnológica establecida en un territorio, o en una tecnología con una cultura territorial*. Como quiera que lo veamos. Lo interesante es que se enlazan estos tres conceptos -territorio, cultura y tecnología- de manera obligada. Pero el elemento que le brinda la base de relación entre estas tres dimensiones es, sin lugar a dudas, la sociedad expresada en este caso por medio de actores, mismos que denominamos **sujetos tecnológicos**.

Los sujetos tecnológicos, como término, aparecen en los aportes de Piñeiro y Trigo, se vislumbran en los trabajos de Carlota Pérez y se mencionan en otros autores⁶³. En buena medida, en el repaso de teorías y apreciaciones que hemos recorrido se destacan algunos actores: Kuhn se ha centrado en la comunidad de científicos, los economistas han destacado a la empresa, ha empezado a aparecer el Estado, y se vislumbran los usuarios,

⁶³ De Piñeiro, Trigo y Carlota Pérez, ver los textos citados antes. Ver también el texto de Fernando Broncano: **Mundos artificiales. Filosofía del cambio tecnológico**. Editoriales Paidós/UNAM, México, 2000, pp. 231 y s., así como la compilación hecha por María Josefa Santos y Rodrigo Díaz Cruz: **Innovación tecnológica y procesos culturales. Nuevas perspectivas teóricas**. UNAM/FCE, México, 1997, en especial el trabajo de Stephen Hill: *La fuerza cultural de los sistemas tecnológicos*, pp. 74-107.

aunque éstos más como parte del mercado expresado en la demanda que con una personalidad propia.

La tecnología y la ciencia tienen similitudes y diferencias. Si bien son resultados sociales y por tanto comparten una condición común, ambas se expresan como conocimientos socialmente construidos pero en formas diferentes. La ciencia y la tecnología comparten un primer espacio de validación establecido en las comunidades científicas y tecnológicas. Un segundo espacio se establece alrededor de la acción del Estado, en tanto lugar donde confluyen múltiples intereses, incluidos los científicos y tecnológicos. Sin embargo, si queremos forzar la separación entre la ciencia y la tecnología, entonces el proceso tecnológico, a diferencia de la ciencia, posee espacios de expresión posteriores, establecidos en la producción, donde destacan las empresas y un lugar importante sin duda lo ocupan los consumidores o usuarios de tecnología, no sólo en tanto demanda sino como receptores activos en un proceso de comunicación social establecido desde las expresiones tecnológicas.

Por ello, la tecnología debe ser vista más allá de la función instrumental o utilitaria explícita. Ingresar con esta preocupación a su explicación nos coloca en la dimensión cultural de su análisis. La tecnología deviene entonces en los artefactos, pero también en procesos de producción, habilidades, destrezas, creaciones y aprendizajes, conocimientos y lenguajes, manejo de recursos, definición de espacios de acción, políticas y leyes de estímulo o restricción, valores expresados en su diseño, en su elaboración, en su promoción y en su uso, etc. Con ello, la tecnología es portadora de manera directa no sólo de una concepción del mundo y de vida, sino acarrea en nuestra condición un concepto de nación y de sociedad.

Para establecerse, la tecnología requiere un proceso amplio y complejo de negociaciones, de imposiciones, de dominios y de acciones donde el aspecto político se expresa en la construcción de una manera de ser y de expresarse socialmente que puede tardar una, dos o más generaciones en establecerse, creando *tradiciones tecnológicas*⁶⁴. Esta es la forma en que la tecnología se entiende como cultura, pues es un aprendizaje social donde se modifican hábitos y costumbre, se establecen lenguajes y conductas, se recomponen relaciones de dominio y se instalan circuitos mercantiles con redes de aprovisionamiento, de inducción y de asesoría y mantenimiento, se reorganiza la producción y se redefinen espacios de expresión tecnológicos, en tanto regiones con fronteras blandas y flexibles.

Si apreciamos esta caracterización de la tecnología es evidente que comparte con la ciencia múltiples similitudes, pero su aplicabilidad, su eficacia en la práctica, el llamado *pragmatismo tecnológico*, representa un punto de divergencia con la ciencia que requiere

⁶⁴ Dosi utiliza este término, tomado a su vez de Kuhn, para establecer la presencia dominante de un paradigma, siempre dentro de una concepción económica. Ver sus obras citadas antes.

ser explicado de otras formas⁶⁵. Para ello se debe de ver el proceso tecnológico social, en una proyección compleja, donde se incluyen no sólo la invención y el diseño, sino también la producción y distribución, los estímulos y restricciones realizados desde la esfera política y el consumo. De esta forma, cada aspecto es necesario para entender el proceso tecnológico, y entonces en cada fase aparecen diversos actores: **los científicos y técnicos**, en tanto inventores y diseñadores, conformando una comunidad especial; **las empresas** como productoras, innovadoras y distribuidoras, integrando parte de los resultados científico-tecnológicos y parte de esa comunidad especial; **el Estado**, en tanto actor destacado por su participación en las diferentes fases de todo el proceso tecnológico; y **los usuarios o consumidores** de la tecnología, que en nuestro caso se refiere a los productores agrícolas. **Estos son los sujetos tecnológicos**, y a ellos se corresponde un concepto de paradigma tecnológico.

En efecto, entender a la tecnología de manera dinámica y compleja, en una visión de larga duración y donde el conflicto es constante, nos conduce a considerar un proceso desde una versión totalizadora -del diseño hasta el consumo, pasando por la invención, producción, innovación y distribución- y donde aparecen *los sujetos tecnológicos como realizadores sociales de la tecnología* en diferentes fases dentro de este proceso.

El paradigma tecnológico deja de ser sólo el conjunto de creencias aceptadas y validadas por la comunidad científico-tecnológica; deja de ser la valoración del mercado en tanto eficiencia en los procedimientos y artefactos; dejan de ser las trayectorias tecnológicas y su vínculo con las modificaciones tecnológicas cortas o largas. Para poder abarcar esta otra versión del paradigma tecnológico debemos ampliar la explicación involucrando a diversas disciplinas, donde la historia, la economía, la política, la geografía, la sociología, la antropología, entre otras, aparecen con sus versiones dando lugar a nuevas metodologías. Es en esta problemática multidisciplinaria donde se hace presente una metodología de estudio, donde junto a los procesos de larga duración aparece lo cotidiano, donde desde lo singular e inmediato es posible explicar lo general: un individuo es capaz de explicar lo social, o por medio de un proceso local podemos dar cuenta del acontecer global.

Esta versión metodológica intenta anudar un proceso general con acontecimientos individuales o singulares. Pero no es cualquier individuo o cualquier singular: debe ser un singular significativo, que contenga suficientes características para ser explicativo. En estos términos, no es lo normal sino lo extraordinario lo que ofrece orientaciones y significados. Lo evidente entonces se devela y ofrece lo oculto, lo invisible como elemento de análisis⁶⁶.

⁶⁵ “Toda la cultura es información pragmática” nos recuerda Fernando Broncano: **Mundos artificiales. Filosofía del cambio tecnológico**, editorial Paidós/UNAM, México, 2000, p. 211. Más adelante explica que “el usuario de la tecnología o de su producto tiene un papel que no tiene en la ciencia: es el que conforma la capacidad de uso y por consiguiente quien garantiza la supervisión del sistema tecnológico” (p. 240). Como se ve, el receptor activo también es emisor en esta forma de comunicación social.

⁶⁶ Carlo Ginzburg: **Mitos, emblemas... op. cit.** Ver, de manera especial, el capítulo *Indicios. Raíces de un paradigma de inferencias indiciales*, pp. 138-175.

El paradigma tecnológico opera en el mismo sentido. No es el modelo dominante el que interesa destacar, sino el cómo se produce su aceptación social, cómo se reestructuran las relaciones de poder, cómo se refuncionalizan los territorios, cómo se forma la cultura tecnológica. Si la tecnología es un nudo de relaciones sociales, lo interesante en la determinación del paradigma tecnológico es apreciar cuántos hilos, cuántas tramas ocurren en este nudo, de dónde proceden y a dónde conducen cada una de ellas.

De esta forma, junto a la ideología dominante se aparece una cultura tecnológica que se expresa en una continuación de la relación Naturaleza- Sociedad, en la relación Humano-Humano, en la formulación explícita o implícita de dominio, de poder, de cultura y en la determinación instrumental, política y simbólica de territorio.

Es en este sentido que el considerar a la ciencia y a la tecnología como un proceso social de construcción, con características de larga duración, complejo y conflictivo, obliga a incorporar diferentes escenarios: el diseño/la invención donde se sitúan los escenarios de **los científicos**, con sus comunidades y conflictos, sus laboratorios, sus institutos, sus revistas, academias, etc. pero se asoman los otros escenarios y sus actores. El otro escenario es el de la producción de la ciencia y de la tecnología, con los mercados como el escenario privilegiado, con las competencias, las patentes, los resultados y las elaboraciones industriales, donde juegan un papel especial **las empresas y los empresarios** y sus mecanismos de validación y de transferencia tecnológicas, de publicidad, de formación de la cultura de consumo, de prestigios y dominios, y de producción no solo de valores científicos y tecnológicos sino de valores de uso, de hedonismo.

Un espacio tecnológico de acción más, que posee un papel destacado porque tiene el privilegio de cruzar de diferentes maneras los diversos escenarios y actuar de diferentes maneras sobre ellos -como inversionista, como orientador, como *polycymaker*, como normativo, como impulsor o como el que retrasa, como productor o como intermediario, etc.- es donde se expresa el **Estado**.

Finalmente, los **consumidores** que poseen la cualidad de realizar en lo cotidiano la elaboración de los territorios o regiones tecnológicas, al desplegar, asumir, crear social y regionalmente una orientación tecnológica que es base de la cultura tecnológica que se expresa en un territorio y es parte de un escenario de conflictos, donde las culturas tecnológicas se expresan y desde donde, finalmente, los conocimientos científico-tecnológicos y sus aplicaciones pueden ser democratizados mediante la apropiación desde lo cotidiano y desde lo local..

La tecnología, explicada de manera compleja como nudo de relaciones sociales, permite construir un hilo conductor, una verdadera metodología, que requiere de rebasar los procesos políticos y económicos, y nos incorpora de lleno en otra dimensión de análisis,

PARADIGMAS TECNOLÓGICOS, SUJETOS TECNOLÓGICOS

donde la tecnología es un espacio de confrontación, una dimensión donde los conflictos, las aspiraciones, los intereses, etc. se expresan, y donde las opciones se presentan no sólo como procedimientos, como resultados o como productos, sino también como cultura tecnológica en relación con un territorio tecnológico.

Ciencia, Tecnología, Sociedad

Nº 2

Paradigmas Tecnológicos, Sujetos Tecnológicos

Se terminó de imprimir en el mes de junio de 2007

Formación: María del Rocío Basilio Navarrete

Edición: Jorge Ocampo Ledesma

Diseño de portada: David Castro López

Revisión Editorial: Comité Editorial

Primera edición: 500 ejemplares