

**LOS DISEÑADORES NACIONALES
DE TECNOLOGÍA AGRÍCOLA**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO
Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y
Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial

**LOS DISEÑADORES NACIONALES
DE TECNOLOGÍA AGRÍCOLA**

Jorge Ocampo Ledesma,
María Isabel Palacios Rangel

2008



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO
Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y
Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial



DIRECTORIO DE LA UACH

Dr. Aureliano Peña Lomeli
Rector

Dr. Marcos Portillo Vázquez
Dirección General Académica

Dr. Héctor Lozoya Magaña
Director General de Investigación y Postgrado

Dr. J. Reyes Altamirano Cárdenas
Director del CIESTAAM

Dra. María Isabel Palacios Rangel
Coordinadora del PIHAAA/CIESTAAM

Responsable de la Edición: **Jorge Ocampo Ledesma**
María Isabel Palacios Rangel

Diseño y armado de interiores: **María del Rocío Basilio Navarrete**

Comité Editorial: **María Isabel Palacios Rangel**
Rosaura Reyes Canchola
Jorge Ocampo Ledesma

Primera edición en español, 24 de septiembre de 2008.
Segunda reimpresión 20011

© Universidad Autónoma Chapingo,
Km. 38.5 Carretera México-Texcoco, C.P. 56230,
Chapingo, Edo. de México.

Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria
y la Agricultura Mundial
Tel./Fax (01-595)95-502-79, (01-595)95-216-13
E-mail: ciestaam@correo.chapingo.mx, <http://www.chapingo.mx>

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

ÍNDICE

Presentación por el Dr. Carlos Alberto Villaseñor Perea, Director del DIMA.	1
Los Diseñadores Nacionales de Tecnología Agrícola.	3
1. Los iniciadores: La búsqueda de un concepto tecnológico propio.	6
2. Pensar con cabeza propia: La emergencia del diseño nacional hacia 1970.	13
3. Los ingenieros mexicanos. Su palabra, su pensamiento, su acción.	25
a. Los años cincuenta.	27
b. Los años setenta.	33
4. No todos los tiempos serán iguales: Un espacio abierto con perseverancia.	55
La prosopografía y las redes sociotécnicas de actores.	57
Los diseñadores de tecnología Agrícola: La búsqueda nacional.	59
Fotografías.	60
Fuentes.	67

PRESENTACIÓN

El libro que tienen en sus manos es resultado de un esfuerzo compartido. Por una parte, el trabajo de los autores que descubren la acción de los ingenieros agrícolas, mediante la revisión de sus propuestas de mecanización desde diferentes regiones y con iniciativas diversas. Esta vertiente de investigación, recuperada mediante entrevistas a los actores directos, reviste una particular importancia ya que permite entendernos como gremio en nuestros diseños y, en lo que destacan en el escrito, la perseverancia y el tesón de nuestra comunidad, la más de las veces inadvertida. Sólo una perspectiva histórica, esa dimensión de larga duración aludida por los profesores Ocampo y Palacios, permite comprender la continuidad y el empeño de nuestras acciones y propuestas tecnológicas.

Y el libro es un esfuerzo compartido pues, sin esa labor tenaz y perseverante, no tendríamos los desarrollos y la madurez profesional que destacan los autores. De esa manera, aunque no están efectivamente todos los que han propuesto iniciativas y todas las experiencias, rescatar seis acciones permite empezar a recuperar la riqueza de nuestros trabajos y ubicar el desarrollo de nuestra comunidad. Seguramente a este esfuerzo seguirán otros trabajos en el mismo sentido.

El libro en estos términos es como una biografía de nosotros. Por ello es que nos congratulamos con su publicación y la hacemos extensiva a nuestros colegas. Mucho más nos llena de orgullo cuando desde uno de nuestros centros universitarios de investigación, el CIESTAAM, se saluda con ello el XXV aniversario del Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola, nuestro DIMA. Es un reconocimiento a nuestra trayectoria profesional de enseñanza e investigación, de propuestas de diseño y de difusión tecnológica, de capacitación y ejemplo, con aciertos y dificultades pero siempre con nuevos retos y nuevas metas, y como parte de una comunidad nacional y latinoamericana. Un reconocimiento realizado con el espíritu de que nuestras experiencias no se olviden y se mantengan como inspiración para las nuevas tareas que tenemos como DIMA, como universitarios

y como organización profesional nacional, la AMIA, y que serán retomadas por las generaciones de jóvenes ingenieros.

Reconocer nuestra experiencia en los ojos de investigadores externos que se han ganado un lugar entre nosotros, que han realizado su trabajo con empeño y desde nuestros lugares, es una buena labor que, como nuestras buenas prácticas agrícolas, prepara las condiciones para impulsar mejores cultivos y mejores cosechas.

Valga nuestro reconocimiento a la labor de los maestros Ocampo y Palacios, al mismo tiempo que nuestra recomendación para leer y deleitarse con la lectura de este texto, sin lugar a dudas importante en nuestra formación.

Dr. Carlos Alberto Villaseñor Perea,
Director del DIMA

LOS DISEÑADORES NACIONALES DE TECNOLOGÍA AGRÍCOLA

Jorge Ocampo Ledesma

Es evidente... que un proyecto que se propone retrotraer un país a la condición pretérita de exportador de recursos naturales e importador de una "modernidad de escaparate", no tiene que hacer hincapié en la dimensión creativa. Es más, lo que necesita es erradicar aquellas expresiones de creatividad que podrían generar el cuestionamiento de un modelo carente de toda trascendencia...

Fernando Fajnzylber¹

En el Campo Experimental *El Horno* en Chapingo, de entre el polvo que levanta la rastra de un disco, emerge un tractor triciclo. El operador hace esfuerzos por mantenerlo estable. Asentada la polvareda se acercan el ingeniero Camacho y el ingeniero Peña para apreciar como se empieza a romper el enganche. La solución es reforzar el tubular e incorporar pesos para dar estabilidad, y evitar de esta manera que el *Tractor UNAM* relinche y tienda a voltearse.

En Salamanca, en los talleres de la Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica -la FIMEE- de la Universidad de Guanajuato, se trata de ensamblar un primer prototipo de tractor. En medio de los fierros, los ruidos y el humo de la soldadura, se escuchan las indicaciones mediante las cuales el ingeniero Lara López se pone de acuerdo con el señor Jorge Sánchez sobre la producción del *Motocultor de Alto Despeje*. Los alumnos y técnicos, metidos en la construcción del prototipo, enderezan un chasis que recién se dobló en las prácticas de prueba, en un trabajo de tesis de licenciatura.

Cerca de la ciudad de Oaxaca, en el ITAO, un grupo de ingenieros y técnicos platican sobre el convenio de producción de una nueva propuesta de tractor, al cual han acordado bautizar como *El Chapulín*. Todos están entusiasmados por la posibilidad de que diferentes instituciones -el Instituto Tecnológico de Oaxaca y el Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca, junto con el Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial de Querétaro, entre otras- pue-

¹ **La industrialización trunca en América Latina**, Editorial Nueva Imagen, México, 1983, pp. 29-30.

dan unir esfuerzos y promover un diseño que busca adecuar los requerimientos técnicos con las necesidades de los campesinos oaxaqueños. Con estas propuestas, se crea un Programa de Auto-equipamiento para las escuelas. Después de más de 10 años, tienen tres versiones de *Tracto-SEP* que han probado en varias regiones, y preparan una cuarta versión.

Mientras, en Veracruz, en las zonas de acción del Campo Experimental Cotaxtla del INIA, los ingenieros Campos Magaña, Uribe Gómez y René Camacho -como parte de un colectivo entusiasta en el que incide el Dr. Antonio Turrent- han desarrollado equipos de trabajo agrícolas para probar en Los Tuxtlas. Se trata de la propuesta del *yunticultor* y de la *multibarra*, con la que orientan proyectos de desarrollo más ambiciosos. Se han reunido con los comisariados de varios ejidos y finalmente han acordado probar sus propuestas en varias comunidades.

Por otra parte, en la región árida de San Luis Potosí, un equipo de investigación revisa en campo los resultados de una pileteadora. La formación de los bordes es analizada cuidadosamente pues de su hechura se mantendrá la humedad, tan necesaria en estas comarcas, para que el cultivo complete su ciclo. El Dr. Benjamín Figueroa, chorreado en sudor seco, apunta los datos y los compara con los requisitos establecidos en el laboratorio. Los campesinos observan y escuchan, sin entender a veces todas sus explicaciones, pero dispuestos a colaborar porque intuyen que de los resultados se beneficiarán de alguna manera.

Junto a éstas se produjeron otras varias experiencias. Al adaptar y realizar diseños propios, las ofertas tecnológicas mexicanas se desarrollaron en varias instituciones. Ello fue un síntoma de madurez de las comunidades de ingenieros agrícolas que, a pesar del empeño, enfrentaron grandes dificultades de diferente tipo. Presentar las ofertas tecnológicas nacionales que se expresaron en los tractores a partir de la década de 1970, es entrar en una dimensión olvidada, pero que sin embargo se mantiene con una presencia tenaz.

La fecha no es casual. Por una parte los esfuerzos por el diseño nacional tuvieron un momento de madurez que pronto habría de abortar, luego de la confusión ocasionada por los titubeos, las indecisiones y los compromisos de una serie de gobiernos, que optaron por no definir las políticas tecnológicas nacionales, o por definir las dentro de una lógica que cerraba una vez más la creación tecnológica mexicana.

El momento se inscribió en un quiebre histórico, donde la crisis general se incorporó a la par de la pérdida de la hegemonía indiscutible de Estados Unidos, y se abrió una situación en la cual la emergencia de los intentos nacionales, en nuestro caso por medio de la tecnología agrícola, encontró posibilidades de expresión.

No podía ser de otra manera. Cada época de declive -la Fase B del ciclo Kondratiev- abre un momento de reformulación de opciones tecnológicas, y si este momento coincide con el agotamiento de formas de acumulación de capital y con la emergencia de nuevas formas sostenidas ahora en mecanismos de control definitivamente transnacionales, las ofertas tecnológicas foráneas requieren de interlocutores competentes dentro de las naciones periféricas.

Las opciones tecnológicas nacionales en materia de diseño de tractores agrícolas adecuados al campo mexicano fracasaron. Y acaso era ineludible, bajo las condiciones de dependencia económica y política. Sin embargo, las experiencias, a pesar de su diversidad, fueron muy precisas, logradas a través de una comunidad de ingenieros que enderezó sus energías hacia la invención y el diseño, buscando completar una identidad tecnológica nacional y definir un perfil completo del gremio.

En la comprensión de esta etapa y de estas experiencias, lo que importa comprender finalmente no es sólo las razones y contextos del fracaso, sino las orientaciones y la búsqueda de opciones tecnológicas nacionales adecuadas, que obligaron a redefinir e incorporar nuevos conceptos y nuevas formulaciones teóricas. Pero más aun, lo que importa fundamentalmente es destacar la perseverancia, el tesón y la voluntad con que se han expresado los ingenieros agrícolas en la construcción de sus espacios, en la elaboración de sus diseños, en sus ofertas tecnológicas. Esta perseverancia, un verdadero *otro lado de la moneda*, se mantiene con una necedad que bien vale la pena conocer de dónde procede y de dónde se nutre.

1. Los iniciadores: la búsqueda de un concepto tecnológico propio

Inscritos en esta búsqueda por conformar la opción nacional, apareció claramente en la década de 1970 la tendencia del diseño nacional de tractores y equipos agrícolas. Los ingenieros que en años anteriores no se expresaban sino débilmente en el diseño y la invención, lanzaron iniciativas y propuestas tecnológicas que recuperaron, en primer lugar, las condiciones agrarias y agrícolas de la ruralidad mexicana, como veremos más adelante.

Dentro de los ingenieros mexicanos que han destacado en estas iniciativas, tenemos al **Dr. Alberto Camacho Sánchez**, de la Facultad de Ingeniería de la UNAM; al **Dr. Arturo Lara López**, de la Universidad de Guanajuato; al **Dr. Antonio Turrent**, del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas; al **ingeniero David Peña**, de la Universidad Autónoma Chapingo; al **Dr. Benjamín Figueroa**, del Colegio de Postgraduados; y al grupo entusiasta de ingenieros del Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca.

Evidentemente no son todos los precursores, ni han trabajado aislados. Cada uno de ellos se incluye dentro de una secuencia tecnológica -que ahora bien podemos llamar *tradición tecnológica* o incluir en la visión neoshumpeteriana de trayectoria tecnológica²- donde en un ambiente tecnológico definido opera un colectivo agrupado en una concepción de qué hacer, cómo hacer y para qué, atendiendo a las necesidades de mecanización agrícola mexicana.

Cada colectivo afinó sus conceptos y buscó sus referentes nacionales y extranjeros, realizando en conjunto una propuesta tecnológica nacional, sostenida en diseños adecuados para la pequeña producción desarrollada en las parcelas del minifundio, a las cuales pertenece poco más del 80% de los productores agrícolas mexicanos³.

² Ver, Jorge Ocampo: *Paradigmas tecnológicos, sujetos tecnológicos, Ciencia, Tecnología, Sociedad* No. 2, Programa de Investigaciones Históricas, CIESTAAM, UCh, México, 2007.

³ Ver, José Luis Calva: *La economía mexicana y el consumo nacional de fertilizantes*, en: Jesús Gracia, José Luis Calva y Saúl Escobar **et al.**: **Estado y fertilizantes**, SEMIP/FERTIMEX/UNAM/FCE, México, 1988, p. 51.

Sin embargo, la acción de los técnicos mexicanos se produjo en condiciones que la hace diferente a cualquier otra situación vivida nacionalmente. Me refiero a la concepción más general: conforme se hicieron presentes las dinámicas sostenidas por las consideraciones de Kondratieff (completadas con los aportes marxistas y de la Escuela de los *Annales*), los ciclos largos económicos e históricos hacen su aparición explicativa en estos escenarios. Veamos.

Hacia 1965/73 se ha agotado la Fase A de ascenso económico y se ha iniciado una Fase B de declive, en coincidencia con el fin de un ciclo histórico de hegemonía, en tanto dominio indiscutible de los Estados Unidos y, acaso con el fin de la economía-mundo capitalista establecida en una dimensión planetaria. Es decir que nos encontraríamos frente a un agotamiento y cambio del sistema social, hecho sin precedentes en las explicaciones de la ciencia social⁴.

Estas modificaciones incorporaron fuertes cambios en la estructura del Sistema-Mundo, fundamentalmente en las relaciones centro-periferia y por tanto, en la división internacional del trabajo, abriendo un espacio para el desarrollo de una nueva etapa de acumulación de capital.

Es entonces cuando las empresas transnacionales que se habían preparado para trasladarse de manera más amplia a las periferias, flexibilizando su organización, desarrollaron nuevas formas de mundialización. El caso de las empresas automotrices no fue la excepción, sino que en buena medida marcó pautas dentro de este nuevo proceso mundial.

Esta dinámica obliga a una precisión conceptual para distinguir entre el diseño o invención, con respecto a los términos de transferencia, de innovación o puesta en práctica en el proceso productivo. Cualquier acto de transferencia tecnológica, y más cuando estos términos incluyen la producción tecnológica y ya no sólo el armado o ensamblaje, requiere de dos condiciones, sobre todo cuando lo apreciamos desde los términos histórico-sociales de mundialización, del ciclo de acumulación y de transnacionalización de capital a que me he referido antes.

Por una parte, **requiere tener un cuerpo de técnicos capacitados**, originarios del país receptor, con los suficientes elementos para poder funcionar como agentes de la expansión tecnológica, que abran los mercados desde las regiones, utilizando las formas

⁴ Ver Immanuel Wallerstein: **Después del liberalismo**, Siglo XXI editores/UNAM, México, 1996, Primera Parte, pp. 13-71.

culturales cercanas con el público consumidor, demostrando las bondades de las ofertas tecnológicas, haciendo el mercado tecnológico. Enseguida abundaré sobre esto.

La otra condición consiste en **poseer una comunidad científica constituida** dentro de la orientación tecnológica, capaz de ser un interlocutor válido desde la periferia. Esta comunidad requiere de una capacitación de más largo plazo, pues debe ser capaz de comprender los términos científicos de la producción técnica, de utilizar los lenguajes de la misma manera que los científicos del centro, con los que deberá ser capaz de sostener diálogos, que implican poder situarse en un mismo plano de comprensión. Estos científicos habrán sido formados en el extranjero, es decir en los países centrales de donde importarán las preocupaciones y sentidos, los lenguajes y las orientaciones, o en instituciones nacionales que hayan asimilado los términos técnicos y científicos del centro por diversos canales. Sin embargo, a pesar de esta pretensión, los conflictos no dejan de obstinarse en aparecer.

Una comunidad científica, bajo estas consideraciones, no se improvisa ni se forma de la misma manera que la comunidad de los técnicos⁵, aunque lo cierto es que los dos grupos se complementan, aunque no necesariamente tienen que aparecer juntos. La existencia de los científicos no es indispensable para que aparezca la comunidad de técnicos, pero si a la inversa.

La reorganización mundial que se orientó hacia los años de 1970, mantuvo estos requisitos, mismos que se desarrollaron en lo que se refiere a la maquinaria agrícola, pero con varias características que se requiere resaltar. En primer lugar, no se había constituido una comunidad estable, que hubiera desplegado formas organizativas consolidadas con reconocimiento de liderazgos. Era una comunidad, en este sentido, incipiente y con distintas versiones institucionales, que recién se empezaba a estructurar y que no tenía antecedentes de creación tecnológica propios que se hubieran convertido en tradición.

⁵ Es interesante, al respecto, conocer las propuestas que desde una versión marxista de los años de 1950 nos presenta John D. Bernal, quien distingue entre el científico y el ingeniero. Ver de este autor, **La ciencia en la historia**, UNAM/Editorial Nueva Imagen, México, 1981, pp. 55-56. Sin embargo, la diferencia entre estas orientaciones es tenue, y desde la consideración de trasmisores de conocimiento, la frontera es más imprecisa.

Otra característica que es necesario explicar radica en que los miembros de esta comunidad incipiente, se asumen como *traductores tecnológicos*. Traductores en varios sentidos, pues *traen* un conocimiento técnico e intentan adaptarlo a las condiciones nacionales. Pero en este tránsito, en esta transferencia, vuelven a traducir pues aparecen en sus actuaciones expresiones nacionalistas. Son entonces, doblemente traductores: la traducción tecnológica que se requiere realizar obliga a una formación desde fuera, donde deben conocer un idioma, una lógica de actuación tecnológica y una concepción de vida desde el extranjero, bajo condiciones exógenas; pero cuando aprenden e intentan aplicar están obligados a considerar los términos nacionales, de los que seguramente nunca se desprendieron. Tales son algunas de las condiciones de la relación tecnológica entre el centro y las periferias⁶.

Es indudable que, en su versión original, el centro desearía que estas formas de traducción se limitaran a la imitación, a una reproducción acrítica, sin mayor creatividad. Pero, afortunadamente, el proceso no se produce de manera lineal ni sin conflictos: conflictos entre el centro y la periferia, conflictos dentro del centro y dentro de la periferia, conflictos entre las comunidades científicas y tecnológicas, conflictos dentro de los técnicos y los científicos.

Esta condición de conflicto es obligada, pues la tecnología no aparece despojada nunca de la cultura en la que se forma o en la que se despliega. Y no sólo, sino que adicionalmente la tecnología en tanto saber aplicado -y en este caso hacia el medio rural con las opciones de mecanización agrícola sostenidas en el tractor- es uno de los elementos constituyentes de identidad territorial, regional o nacional, pues no sólo conlleva la capacidad de transformación de los entornos territoriales, adecuándolos a las nuevas necesidades sociales, sino que a través de la tecnología se estructuran relaciones de dominio que articulan y refuncionalizan las dimensiones

⁶ Recordemos el mito helénico de Hermes Trismegisto (Mercurio para los romanos), quien al ser el mensajero de los dioses amparaba a los viajeros y custodiaba los caminos, entre otras tareas. Su labor fundamental era traer las comunicaciones de los dioses a los humanos, y llevar las plegarias y peticiones de éstos a los cielos. Pero no podía traer lo dicho por los dioses tal y como lo decían, porque entonces no era entendible para los humanos: requería traducir esas indicaciones, hacerlas comprensibles. Este esfuerzo era también a la inversa, cuando llevaba las cuestiones humanas a los dioses. Su labor era la de un verdadero traductor. De ahí surge la hermenéutica o el hermetismo. Ver, Ángel María Garibay: **Mitología griega, dioses y héroes**, Editorial Porrúa, México, 1975, pp. 17-19.

locales, regionales y mundiales, participando en la creación de una completa cultura tecnológica territorial⁷.

¿Cómo podrían nuestros ingenieros y técnicos sustraerse de estas condiciones? Ubicados en un momento especial que obligó a la reformulación de las condiciones tecnológicas agrícolas, y a la búsqueda de opciones y de nuevos conceptos tecnológicos, la doble traducción los insertó en una condición de creadores de tecnología nacional, de una búsqueda nacionalista de identidad tecnológica.

Por eso prefirieron atender a la pequeña producción, partiendo de las condiciones agrarias e históricas del país, contrarios a las opciones que se sostienen en la definición de sólo hacer negocio de las grandes empresas transnacionales. Ello los llevó a enfrentar indecisiones gubernamentales y actuaciones contrarias a las iniciativas nacionales, incluida la tendencia a traer propuestas tecnológicas probadas en otras condiciones y trasladadas sin más a nuestras regiones. Esta condición de los ingenieros y técnicos obligó entonces a incorporar en sus formulaciones y propuestas tecnológicas un concepto de nación, implícito la mayoría de las veces, explícito en pocas.

Por lo mismo, más que apreciar las derrotas, las insuficiencias y los fracasos, interesa destacar las razones que explican por qué los ingenieros y técnicos operaron y actúan con una terquedad cultural e ideológica que, como veremos más adelante, parece ser carac-

⁷ En estos temas hemos incursionado de manera pionera, enlazando nuestro esfuerzo con la red latinoamericana de Estudios Ciencia, Tecnología, Sociedad (ESOCITE). Ver los trabajos: Jorge Ocampo: *Los Modelos Tecnológicos*, serie **Ciencia, Tecnología, Sociedad** No. 1, Programa de Investigaciones Históricas, CIESTAAM, UACH, México, 2007; *Paradigmas Tecnológicos, Sujetos Tecnológicos*, **op. cit.**; y, Los sujetos tecnológicos y la región: el *territorios tecnológico*, **Ciencia, Tecnología, Sociedad** No. 3, Programa de Investigaciones Históricas, CIESTAAM, UACH, México, 2007. Ver, también: Guillermo Ortíz M. y Rosaura Reyes C.: *La planeación para el desarrollo de las ciencias agrícolas en México*, y Edmundo Pérez Godínez, Rosaura Reyes C., y Ma. Eugenia Suárez D.: *Diseño y evaluación de equipo de esterilización para producción de hongos comestibles*, ambos trabajos en: **Memoria del XII Seminario de Avances y resultados de Investigación**, Programa de Investigaciones Históricas, CIESTAAM, UACH, México, 2006, pp. 128-140 y 164-180, respectivamente.

terística de la voluntad científica y tecnológica dentro de las construcciones periféricas⁸.

No son muchos los ingenieros que han propuesto opciones tecnológicas. Aquí los seguiremos a través de seis iniciativas sobre la mecanización agrícola, expresadas por las experiencias de elementos de esa incipiente comunidad tecnológica en mecanización agrícola. Debo recordar una vez más que no son todos los ingenieros que ofrecieron propuestas, ni actuaron solos. Sin embargo, apoyados en los métodos de la prosopografía y de las redes sociotécnicas, con ellos es posible reconstruir las formas en que desarrollaron sus actividades, crearon la comunidad científico-tecnológica de los ingenieros agrícolas⁹, afianzaron sus instituciones, y realizan de manera anual y perseverante sus congresos, promoviendo las escuelas.

Sin lugar a dudas, **Alberto Camacho Sánchez**¹⁰ es un pionero. Creador del *Tractor UNAM* en los inicios de los años 70, logró desarrollar diseños de partes -el mecanismo de tracción de cadena o la caja de velocidades- en su propuesta, involucrar una concepción tecnológica y generar una presencia nacional como interlocutor ante el gobierno federal.

Uno de los ingenieros que mantuvo, desde los años de 1950 y hasta inicios de la década de 1990, una presencia directa e indiscutible en diversas iniciativas respecto a la mecanización ha sido **David Peña Guzmán**¹¹, que consolidó uno de los primeros centros

⁸ Ver el muy completo trabajo de Marcos Cueto: **Excelencia científica en la periferia. Actividades científicas e investigación biomédica en el Perú. 1890-1950**, GRADE-CONCYTEC, Lima, 1989, sobre todo su *Introducción*, pp. 21 y s. Ver, también, a Juan José Saldaña: *Marcos conceptuales de la historia de las ciencias en Latinoamérica: positivismo y economicismo*, en Juan José Saldaña (compilador): **Introducción a la teoría de la historia de las ciencias**, UNAM, México, 1989, pp. 337-363.

⁹ La comunidad de ingenieros agrícolas se diferencia, en primer lugar de los agrónomos. Se considera dentro de la ingeniería, aunque también se distingue de los ingenieros mecánicos. No atiende directamente la producción agrícola, sino a través de creaciones ingenieriles y tecnológicas, es decir mediante instrumentos, equipos y diseños de procedimientos, herramientas y máquinas.

¹⁰ Jorge Ocampo Ledesma: **Dr. Alberto Camacho Sánchez, constructor del Tractor-UNAM**. Programa de Investigaciones Históricas (PIHAAA/ CIESTAAM), UCh, julio de 2003.

¹¹ Jorge Ocampo Ledesma: **Ing. David Peña Guzmán, creador del CAIMA y pionero de la mecanización agrícola en México**. Pro-

de capacitación en mecánica agrícola dentro de la entonces Escuela Nacional de Agricultura, el llamado CAIMA (Centro de Adiestramiento para Instructores en Maquinaria Agrícola), y se convirtió en uno de los referentes necesarios del gobierno -a través de la Secretaría de Agricultura- en la definición de adquisiciones y el otorgar permisos para la incorporación de maquinaria agrícola extranjera en nuestro país. Este ingeniero acompañó con su experiencia de años a Camacho Sánchez en la construcción y las pruebas del *Tractor UNAM*.

Otro de nuestros destacados ingenieros es **Arturo Lara López**¹², creador del *Motocultor de Alto Despeje*. Ubicado en la Universidad de Guanajuato, trabajó con tesón en el diseño y construcción de varios prototipos, e integró en la segunda mitad de la década de 1970 e inicios de los años de 1980, a un grupo dinámico de jóvenes estudiantes y a un entusiasta dueño de un taller de mecánica y soldadura, el señor **Jorge Sánchez**, verdadero espíritu inquieto y con gran disposición para incursionar en diversas actividades.

Antonio Turrent Fernández¹³ es uno de los impulsores de opciones integrales del desarrollo agrícola, promovidas desde el INIA (y después por el INIFAP) en sus centros experimentales, sobre todo en Cotaxtla, Veracruz y sus áreas de influencia. El maestro Turrent participó con un grupo amplio de ingenieros, mismos que se incorporaron en diversas y ambiciosas tareas, donde para nuestro tema destacan los planteamientos sobre mecanización agrícola para el trópico húmedo y el altiplano, hechos a través del *yunticultor* y la *multibarra*.

Se presenta también a **Benjamín Figueroa Sandoval**¹⁴, ingeniero agrónomo que arribó a las propuestas de mecanización agrícola por las preocupaciones en la conservación de suelos y aguas, desde puestos directivos de la Secretaría de Agricultura o desde los

grama de Investigaciones Históricas (PIHAAA/CIESTAAM), UACH, julio de 2003.

¹² Jorge Ocampo Ledesma: **Dr. Arturo Lara López, constructor del *Motocultor de Alto Despeje* y de una comunidad tecnológica.** Programa de Investigaciones Históricas (PIHAAA/CIESTAAM), UACH, julio de 2003.

¹³ Jorge Ocampo Ledesma: **Dr. Antonio Turrent Fernández, promotor del *Yunticultor* y de la *Multibarra*.** Programa de Investigaciones Históricas (PIHAAA/CIESTAAM), UACH, julio de 2003.

¹⁴ Jorge Ocampo Ledesma: **Dr. Benjamín Figueroa, promotor de alternativas en la mecanización agrícola en México,** Programa de Investigaciones Históricas (PIHAAA/CIESTAAM), UACH, julio de 2003.

espacios académicos, como el Centro Regional de Estudios en Zonas Áridas y Semiáridas (CREZAS) del Colegio de Postgraduados (CP). Un impulsor de ofertas tecnológicas y un promotor de políticas de apoyo para iniciativas alternativas en mecanización agrícola, sobre todo de implementos. Entusiasta vínculo de las diferentes ofertas tecnológicas, ocupa ahora el cargo de Director del CP.

Finalmente se incluye la propuesta de el *Tracto-SEP* o *Chapulín*, mismo que ha sido trabajado por una comunidad de ingenieros agrupados en el **Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca**¹⁵, más conocido como **ITAO**, con una perseverancia que incluye las correcciones del prototipo en ya cuatro ocasiones, con mejoras constantes y con un esfuerzo por nacionalizar las partes.

Con esta lista no se agota la revista de los promotores de la mecanización agrícola, pero se incluye a buena parte de los espacios de creación y de orientaciones tecnológicas.

2. Pensar con cabeza propia: la emergencia del diseño nacional hacia 1970

Se han anotado antes algunos elementos de la dinámica social e histórica en la que se inscribieron los diseñadores nacionales. Se deriva de ahí que no es casual que hacia 1970 aparecieran entonces las ofertas tecnológicas mexicanas, atendiendo a las condiciones agrarias y preferentemente a los pequeños productores del país¹⁶.

Para ese momento se expresaba agotada la hegemonía indiscutible de los Estados Unidos y la presencia renovada de los competidores en Europa, dirigidos por Alemania y Francia, y en Asia, con Japón a la cabeza, quienes promovieron la formación de bloques en una articulación con la que se ingresó, junto con otros elementos distintivos, a una nueva forma de mundialización denominada más

¹⁵ Jorge Ocampo Ledesma y María Isabel Palacios Rangel: **El ITAO, constructor de una propuesta tecnológica propia: El Chapulín o Tracto-SEP**, Programa de Investigaciones Históricas (PIHAAA/CIESTAAM), UACH, julio de 2003.

¹⁶ Uno de los puntos de distinción de la corriente *nacionalista* en la ciencia y la tecnología para el campo, ha sido presentar como prioridad la atención a los pequeños y medianos productores agrícolas, frente a los grandes productores vinculados de múltiples maneras a la tendencia agroexportadora, al latifundio y a los intereses de las transnacionales, quienes por diversos mecanismos han sido los beneficiados de los programas de inversiones y de transferencia e innovación tecnológica. Mientras que los productores de hasta 5 hs. son más del 80%, los grandes productores son alrededor del 12%. Ver, José Luis Calva: **op. cit.**

adelante como globalización, donde el enfrentamiento por una nueva hegemonía está en marcha¹⁷

Se abrió un espacio de coyuntura, donde desde las periferias se demandó una serie de acciones, entre las que destacaron las tecnológicas, por su importancia de anudar relaciones económicas, políticas y culturales, y por ser un elemento importante para apreciar su riqueza en una visión de larga duración histórica.

Desde los años de 1950 habían surgido diferentes planteamientos - como los de la CEPAL- que replanteaban los mecanismos de integración económica, incorporaban los puntos de vista latinoamericanos sobre el desarrollo y sobre el subdesarrollo, con un fuerte cuestionamiento a la desigual transferencia de riquezas, las formas de subordinación por la presencia de capitales y tecnologías extranjeros, las deformaciones históricas, etc. y apuntaban hacia la elaboración de propuestas alternativas de desarrollo y de gobierno para Latinoamérica que partieran de nuestras condiciones propias, mantenidas en interpretaciones históricas de nuestra situación.

La emergencia de las movilizaciones campesinas y populares en el continente obligó a reconocer la quiebra de los proyectos económicos desarrollistas. La radicalización de estas movilizaciones acentuó la crítica al imperialismo y al colonialismo, y amplió el debate sobre las políticas de relación entre el centro y las periferias, incluidas las políticas tecnológicas.

Con sus planteamientos basados en una interpretación histórica del proceso latinoamericano, se mantuvo una serie de iniciativas que condujo a la elaboración de políticas nacionales por diferentes países, y que han sido retomadas por organismos internacionales como el Banco Mundial y por otras dependencias de las Naciones Unidas, como la Organización Internacional del Trabajo.

Estas elaboraciones implicaron una profunda crítica dentro de los gobiernos nacionales y dentro de los organismos internacionales, cuestionando fuertemente el papel de las elites, pues ponían en debate el sistema mundial basado en los centros de dominio sobre las periferias y las teorías que lo justificaban, y enfrentaron las respuestas desde sectores proclives a Estados Unidos, mismos que consideraban peligrosos estos cuestionamientos.

¹⁷ Wallerstein, Immanuel: **La crisis estructural del capitalismo**, editorial Contrahistorias, México, 2005.

La comprensión, por ejemplo, del *centro-periferia* como sistema internacional de relaciones económica internacionales permitió identificar actitudes y valoraciones de ambos aspectos, pero ubicó a los centros activos e industrializados, organizadores del sistema, frente a los países periféricos pasivos y exportadores de materias primas, poseedores de recursos naturales, con una condición vasta y heterogénea.

En este sentido, el progreso técnico cobraba una importancia decisiva. La forma en que cada país periférico se incorporaba al sistema de subordinación dependía de sus recursos naturales y económicos y de sus capacidades financieras y políticas, condicionando la manera y la dinámica en que el progreso técnico se expresaba y se desenvolvía, permitiendo que la extracción de riquezas fluyera de la periferia al centro, al mismo tiempo que las tecnologías provenían de los centros, ante una supuesta incapacidad de los países periféricos para desarrollar también sus alternativas. La lentitud de la inserción del progreso técnico en los países periféricos impidió la incorporación de la fuerza de trabajo y deformó la economía hacia la exportación de bienes primarios, manteniendo a buena parte de la población en los márgenes del desarrollo. El llamado modelo agroexportador, refuncionalizado en cada etapa, parece ser una condición dentro de esta relación¹⁸.

Dentro de la lógica impuesta desde el centro para organizar el sistema mediante una división internacional del trabajo, el ingreso de tecnologías se realizaba hacia la vocación obligada: las exportaciones primarias, restringiendo que se desarrollaran tecnologías en otras áreas, lo cual no sólo limitaba la industrialización necesaria sino que mantenía la productividad de la fuerza de trabajo en niveles limitados.

Evidentemente, el Estado periférico debía desempeñar un papel activo, protegiendo las economías nacionales. Estas propuestas fundamentaban la sustitución de importaciones, el proteccionismo moderado y selectivo por parte del Estado, buscaban diversificar y complementar la producción nacional y regional, al desplegar las potencialidades y reorganizar en términos nacionales los mercados, promover el empleo y limitar las competencias¹⁹.

¹⁸ Ver: Jorge Ocampo Ledesma: **De café, cocos y hongos: los procesos tecnológicos agrícolas y el modelo agroexportador en América Latina**, Colección Ciencia-Tecnología e Historia, serie 2000, No. 2, PIHAAA, CIESTAAM, Universidad Autónoma Chapingo, México, 2000.

¹⁹ Esta es la pretensión ingenua y bondadosa de la política protectora de la sustitución de importaciones, que sin embargo resultó perversa pues protegió la economía y la industria *nacional* cuando las empresas extranjeras ya estaban dentro. Los beneficios no fueron, entonces, nacionales.

El papel asignado al progreso tecnológico en esta industrialización nacional es definitivo, pues permitiría participar en términos competitivos y con una suficiente capacidad productiva en los mercados internacionales. Industrialización, productividad, competitividad y progreso técnico son entonces, elementos complementarios. A partir del progreso técnico fue posible rediscutir la relación de desigualdad, ya que la vocación impuesta históricamente como una marca de fuego a la periferia para la producción de productos primarios -agrícolas y mineros, fundamentalmente- implicó la no incorporación plena de los resultados tecnológicos, como el aumento del empleo, de la capacitación de los trabajadores, de la baja en los precios de las manufacturas y el aumento de la productividad. El atraso tecnológico y general de la periferia no resultaba, entonces de una condición natural, sino era resultado de la dinámica de un sistema basado en la exclusión, dada la imposibilidad de acceder a los términos en los que sostenían las dinámicas desde los centros, las cuales quedaban vetadas para las periferias.

De aquí que la industrialización en la periferia se produjo con gran retraso y siempre vinculada a las necesidades y requerimientos de los centros, por lo que los términos de la transferencia tecnológica se produjeron en torno a la imitación, al crecimiento conforme al modelo establecido desde los centros, a la adopción de tecnologías -y, por consiguiente, los estilos de vida, los valores ideológicos y la reproducción de instituciones que conllevan tales adopciones- penetrando en la estructura productiva y social de las periferias, al deformar su proceso de desarrollo y obligar a una situación de retraso permanente, en todos los órdenes de la vida social.

De esta forma, la producción estructural del excedente económico se fundamenta dentro de las periferias, por una parte, en el empleo de la fuerza de trabajo en actividades de muy baja productividad y por las bajas remuneraciones por estos empleos, pero también por las bajas remuneraciones aun en los empleos de gran productividad. El excedente producido bajo estas condiciones no es orientado a revalorizar el capital, a renovarlo, sino que se maneja para satisfacer los patrones de consumo de las clases dominantes, en una actitud imitadora de las formas de consumo de los centros. La presencia de las transnacionales completa el cuadro, pues en estas condiciones mantiene espacios de grandes beneficios. La producción de excedente se encuentra basada entonces en la desigualdad económica, política y social, en un proceso dinámico que debe mantenerse de manera creciente.

En esta situación es que la inflación, el deterioro de los ingresos y condiciones de vida de amplias capas de la población, el manejo de nuevas propuestas liberales apoyadas en la fuerza del Estado, imponen un nuevo ciclo deformado de acumulación, donde los grandes ausentes serán, para variar, el desarrollo tecnológico, la soberanía nacional, el desarrollo económico y social, la equidad política y social, el bienestar de amplios sectores de la población.

En el plano internacional, la mayor productividad permanece en los centros, aumenta la demanda y las innovaciones tecnológicas y la acumulación de capital, con repercusiones marginales y escasas en las periferias, a menos que tales procesos estén controlados por el centro a través de las transnacionales y sean en su beneficio. Con ello, la tendencia mundial refuerza la dinámica interna de las periferias: la industrialización es trunca, es deforme y lo mismo ocurre en los procesos tecnológicos, incluso en aquellas actividades que completan los intereses del centro y en las que la periferia puede competir con el centro. Si se aplican los términos de apertura es en los aspectos donde los centros pueden beneficiarse, nunca donde son necesarios para el desarrollo de las periferias. El comercio mundial y las aperturas que se promueven por la vía de las transnacionales se orientan a la internacionalización del consumo. De esta forma se reproduce la tradicional división internacional de trabajo, donde unos pocos ganan y muchos pierden, y se desarrolla el modelo excluyente.

Las propuestas que partían de considerar a la tecnología una condición neutra e impulsora del progreso, poco a poco demostraron sus insuficiencias y distorsiones. De ahí la industrialización aun a costa de otros sectores, como el agrícola. De ahí también la importancia de la sustitución de importaciones. Pero la incorporación de tecnologías *modernas* en el campo desplazaba fuerza de trabajo hacia la industria²⁰.

Para la década de 1970, el fenómeno había cobrado proporciones grandes y deformes, en una crisis estructural que requería revisar muy críticamente los planteamientos hechos. El crecimiento de las ciudades sin ofrecer mejores condiciones de vida, de trabajo y de salario a las masas rurales migrantes, el despoblamiento rural y su inmenso deterioro de vida, condujeron a explicar que la importa-

²⁰ Una de las escuelas del pensamiento latinoamericano que explicó estas situaciones con bastante claridad fue la CEPAL desde sus primeros momentos y hasta fines de la década de 1980. Destacan Raúl Prebisch y Aníbal Pinto. Ver: Jorge Ocampo Ledesma, Elia Patlán y Antonio Arellano (coordinadores): **Un debate abierto. Escuelas y corrientes de la tecnología**, CIESTAAM, UACH, México, 2003.

ción de tecnología no es un proceso puro, que la preferencia de tecnologías intensivas en capital y desplazadoras de fuerza de trabajo repercute negativamente en las condiciones latinoamericanas para impulsar el desarrollo. Lo que se requiere entonces, se concluyó, es generar tecnologías adecuadas que permitan usar de otra forma el mejor y mayor recurso que se posee en la región, la fuerza de trabajo.

La tecnología moderna es una gran consumidora de energía, tiene una alta composición de capital y por tanto desplaza mano de obra, además de que deteriora amplía e irreversiblemente el ambiente y los recursos naturales. Es acaso una tecnología adecuada para las sociedades ricas, para los países del centro. Los límites sin embargo se expresan en el derroche y en la imposibilidad real de extender este modelo de vida a toda la población humana, pues sería prácticamente imposible, en términos energéticos. Los países periféricos deben seleccionar cuidadosamente sus tecnologías a utilizar, ubicando regiones y permitiendo no solo el uso adecuado de los recursos (fuerza de trabajo, recursos naturales y ambientales) sino que deben mantener iniciativas múltiples para sostener las tecnologías adecuadas, las tecnologías apropiadas²¹.

Estas conclusiones se sumaron a nuevas propuestas, donde el debate sobre la dependencia incorporaba la necesidad de comprender a la tecnología con otros conceptos y marcos teóricos. La idea de la **neutralidad tecnológica** había caducado. Las posibilidades de integración latinoamericana frente a los centros y sobre todo frente a Estados Unidos, la posibilidad de participar en el diseño de un nuevo orden mundial apareció con una gran fuerza, que con todo no resistió el embate de los golpes militares, organizados a nivel subcontinental con el propósito evidente de evitar los movimientos en las periferias²².

²¹ Una buena elaboración de definiciones de tecnología intermedia y necesaria lo realiza la profesora Ibis Sepúlveda en su texto: **El cambio tecnológico en el desarrollo rural**, UACH, México, 1992, pp. 51 y s. Ver también, Carlota Pérez: **Revoluciones tecnológicas y capital financiero**, Siglo XXI editorial, México, 2004.

²² América Latina ha debido aguantar diferentes condiciones por cerca de 30 años para volver a presentar una personalidad soberana y nacionalista, justo cuando los Estados Unidos demuestran de manera cada vez más evidente su agotamiento como hegemonía. No es en el mismo sentido ni en la misma dimensión, sino que ahora expresa las nuevas condiciones de lucha frente a una política neoliberal que demuestra su incapacidad para resolver los problemas del desarrollo económico y social. Una de las cuestiones que surgen de la comparación de los momentos es que ahora no se presentan, como en los años de 1970, escuelas de pensamiento científico y

En estas condiciones, hacia la década de 1970, el debate sobre la tecnología y sobre la ciencia se había abierto de nuevo en Latinoamérica. Pero las condiciones ya no eran las mismas que a principios de los años de 1950. Había experiencias críticas, había resultados trunco y deformados, se habían desarrollado centros y espacios de propuestas y análisis, pero sobre todo, se enfrentaba a crecientes movilizaciones populares y a una profunda crisis estructural que pronto daría visos de convertirse en una crisis de la hegemonía norteamericana y, acaso, en una profunda e irreversible crisis del sistema capitalista mundial²³.

Al mismo tiempo, la madurez de los estudios disciplinarios sobre la ciencia y la tecnología habían dado diferentes resultados en las elaboraciones que desde la economía, la sociología, la historia y la antropología, por lo menos, se habían hecho. Era posible un planteamiento complejo y bastante elaborado que permitiera arribar a la formulación de nuevas políticas nacionales.

Uno de los pensadores importantes al respecto es Jorge Sábato, quien resume de buena manera las elaboraciones del momento, mismas que mantienen vigencia²⁴. Para este autor, la tecnología no solo abarca los conocimientos científicos y técnicos producidos por la Investigación y el Desarrollo, sino que también resultan de diferentes actividades empíricas, tradicionales, de habilidades manuales, de la intuición, la copia, las adaptaciones, etc.

Vista así, la tecnología atraviesa diferentes sistemas como el económico, el educativo, el político y el cultural, es decir tiene una decisiva influencia social. Si bien tiene esta consideración comple-

social que cobijen las propuestas nacionalistas y por la soberanía. La construcción de estas dimensiones atraviesa por la elaboración de nuevas teorías alternativas.

²³ El momento es extremadamente rico en transformaciones. Al mismo tiempo que las señaladas, se presenta en términos del capitalismo mundial, el ingreso a un nuevo ciclo de acumulación que, en nuestro país, desbarataba por ineficiente la llamada vía usurario-comercial de dominio, organizaba al Estado para una fuerte intervención en amplios espacios económicos y sociales desde donde se reorganizaron diferentes actividades que hacia mediados de la década de 1980 se abandonaron rápidamente, para dejar la mesa servida a las empresas transnacionales, mediante la nueva vía agro-industrial de dominio. Pese a ello, estas empresas metidas en su propia crisis no impactaron a la economía nacional como se proyectó. Ver, Blanca Rubio: **Explotados y excluidos. Los campesinos latinoamericanos en la fase agroexportadora neoliberal**, UACH/Plaza y Valdés editores, México, 2001.

²⁴ Varias de sus ideas han sido tomadas de su artículo *Desarrollo tecnológico en América Latina y el Caribe*, **Revista de la CEPAL**, No 10, abril de 1980, Santiago de Chile.

ja, el análisis que Sábato realiza se reduce a la interfase productiva-tecnológica.

Con esto, el autor explica que aun cuando se han elaborado análisis, se han formado comunidades, se han fortalecido instituciones, etc. la problemática se mantiene dentro de la relación ciencia-tecnología-desarrollo-dependencia, donde se expresan obstáculos estructurales para el progreso científico y donde es posible diferenciar entre las necesarias políticas explícitas y las recurrentes políticas implícitas por parte de los gobiernos del subcontinente.

A ello es obligado recordar que la tecnología es portadora no solo de un progreso económico, sino que es también portadora de valores. De esta manera las transferencias e importaciones de tecnología no solo se refieren a conjuntos ordenados de conocimientos, sino también a las relaciones productivas y sociales que les dieron origen, a las características socioculturales del mercado original, por lo que trasmite un sistema de valores para la cual fue diseñada.

Los mecanismos para controlar y reglamentar los flujos de tecnología y por tanto de inversiones extranjeras, al querer generar una legislación pertinente al desarrollo nacional se vieron impedidos y obstaculizados por diferentes mecanismos. De esta manera, la mayor parte de la tecnología importada lo ha sido por medio de inversiones directas, en lo cual las transnacionales han jugado un papel decisivo, pues conducen este proceso por los intercambios entre filiales y matrices, y de esta manera controlan la producción y comercialización de tecnología. Un punto de apoyo para ello ha sido la complicidad entre las empresas y los funcionarios gubernamentales, los que han servido la mesa para aquéllas.

Dado lo anterior, la tecnología de producción nacional es pequeña y marginal frente al flujo de tecnologías importadas, obligando a una escasa repercusión de los planes de desarrollo científico-tecnológico, al aborto de las definiciones políticas que reclaman autonomía nacional y al fracaso para acoplar la estructura productiva y la infraestructura científico-tecnológica, por lo que los agentes tecnológicos (productores agrícolas, gerentes de industrias, etc.) se hallan separados de los circuitos de tomas de decisión políticas al respecto.

El fomento a las tecnologías adecuadas para estas empresas, al dejar de lado los proyectos nacionales y la promoción de las tecnologías apropiadas desarrolladas en la región, ha resultado en un

abandono creciente de la acción estatal que mantiene además la fuga de cerebros.

Con estas explicaciones, Sábato resalta que las condiciones son complejas: los países de Latinoamérica son fundamentalmente consumidores de tecnología y al mismo tiempo, productores pobres. Son por tanto, espectadores de un proceso controlado por otros y no necesariamente considerando los intereses latinoamericanos. Sin embargo, con todo, es posible rearticular la relación ciencia-tecnología-desarrollo, enfrentando problemas cargados de intereses y de formas de poder, buscando una *capacidad autónoma en el manejo de la tecnología*, donde es requisito aprender a manejar la tecnología para nuestros propios intereses, generar una cooperación entre nuestras naciones, ampliar los espacios de acción nacionales y lograr escalas razonables de operación, hasta adquirir la certeza de nuestra fuerza frente las negociaciones con los países exportadores de tecnología.

Cobra relevancia, entonces, el Estado en tanto agente representativo; en cuanto formulador de ordenamientos y leyes, en cuanto inversionista, promotor de subsidios y otorgador de créditos, en cuanto impulsor de generación de ofertas adecuadas, y en cuanto patrocinador de comunidades científico-tecnológicas, además de ser el responsable del manejo del territorio y de los recursos nacionales. De aquí, una prioridad, señala el autor, es la necesidad de fomentar la producción local y controlar las importaciones de tecnologías. Este proteccionismo tecnológico deberá fomentar las exportaciones tecnológicas, controlando las importaciones, seleccionado lo necesario.

Continuando lo expresado por Sábato con otros argumentos, uno de los pensadores que han mantenido un interés constante en cuestiones tecnológicas es Miguel Wionczek. Varios son sus trabajos escritos al respecto²⁵ junto con su participación alrededor de 1960 en el diseño, negociación y la instrumentación nacional, regional e internacional de numerosas iniciativas, en representación de México, de Latinoamérica y del Tercer Mundo, por una mayor

²⁵ **Capital y Tecnología en México y América Latina**, editorial Porrúa, México, 1980; *Las principales cuestiones pendientes en las negociaciones sobre el Código de Conducta de la UNCTAD para la transferencia de tecnología*, **Revista de la CEPAL**, No. 10, abril de 1980, Santiago de Chile; **Comercio de tecnología y subdesarrollo económico**, UNAM, México, 1973; **Inversión y tecnología extranjera en América Latina**, editorial Joaquín Mortiz, México, 1971; y con otros autores: **La transferencia internacional de tecnología. El caso de México**. FCE, México, 1974. Estas son algunas de sus obras, pero tiene un amplio repertorio.

autonomía y un desarrollo propio. Con estas experiencias, el autor ha llegado a la conclusión de que "...América Latina y sus distintos estados-naciones no están condenados de manera preestablecida y automática a la dependencia del mundo desarrollado. Tal dependencia no es resultado de las fuerzas ciegas de la historia, sino en gran parte de la actuación de las clases gobernantes de las sociedades latinoamericanas"²⁶.

Buena parte de los elementos y aportes de Wionczek los podemos localizar en el ensayo titulado *Problemática política y económica de las transnacionales en el contexto latinoamericano*²⁷, donde expone los debates establecidos entre Estados Unidos y los países latinoamericanos en torno al papel de las transnacionales, y en donde los aspectos de ciencia y tecnología aparecían de manera explícita con los reclamos señalados. La confirmación de que las transnacionales ganaron los debates, amparados en los argumentos económicos directos y sutiles, en las acciones políticas que se impusieron hasta con los golpes militares y en las subordinaciones nacionales de las elites gobernantes, obligaron a abandonar los términos latinoamericanos del debate y de las propuestas, congelando iniciativas de leyes de control, de mecanismos internacionales -comisiones, negociaciones, etc.- insertos dentro de la Organización de las Naciones Unidas, como el *Código de Conducta* para las transnacionales incluido dentro del *Nuevo Diálogo* entre Estados Unidos y Latinoamérica, a mediados de los años setenta del siglo pasado²⁸, lo cual se tradujo en desaliento para los ingenieros que vieron frustrados sus empeños e iniciativas, así como pesimismo para los pensadores sociales que se vieron forzados a replantear los términos del debate y a prorrogar los tiempos para el establecimiento de sus propuestas y conclusiones. Dentro de este panorama de retrocesos, los ingenieros mexicanos mantuvieron y mantienen diferentes iniciativas que demuestran la perseverancia de sus empeños, como veremos enseguida.

Las estrategias imitativas, los modelos -como la industrialización de los años de 1930 o el modelo de sustitución de importaciones protegiendo a la industria *nacional* de bienes de consumo cuando las transnacionales ya estaban adentro- aceptados con más inge-

²⁶ **Capital y tecnología...op. cit.**, p. 9 y 10.

²⁷ En: **Capital y Tecnología...op. cit.**, pp.263 y s.

²⁸ Ver el ensayo titulado *El Código de Conducta para la transferencia de tecnología y las necesidades tecnológicas de los países en desarrollo*, en: **Ibid**, pp.301 y s. También: *Las principales cuestiones pendientes.... op. cit.*

nuidad colonial que con estudio soberano, sin procurar las bases de un desarrollo tecnológico y científico, sin proponerse establecer las bases educativas, políticas, reglamentarias y organizativas de un proceso que desbordaba cualquier previsión gubernamental, obligaron a una deformación mayor, preparando el ingreso masivo de las grandes empresas extranjeras hacia los años sesenta, con matrices en los países centrales y sucursales en todo el mundo.

Estas empresas se insertaron en un naciente mercado urbano que demandaba bienes de consumo, conocimientos técnicos y sistemas de organización simples y adecuados para la situación. Es claro que los beneficios fueron, en este contexto, para los grandes productores extranjeros de tecnología.

Los intentos oficiales por crear condiciones nacionales de desarrollo pronto se apagaron, regresando a la participación históricamente subordinada en la división internacional del trabajo, y fomentar una vez más las exportaciones, pero ahora también las del sector manufacturero.

Las elites latinoamericanas mantuvieron sus políticas tradicionales frente a la inversión extranjera, con una incapacidad profunda para comprender una estrategia que conectara los procesos de industrialización, las diferenciaciones sociales cada vez más marcadas y la creciente dependencia tecnológica y organizativa. Frente a los debates sobre las transferencias de tecnología que prosperaron a fines de la década de 1960 y durante la de 1970, las clases gobernantes cerraron las opciones y abrieron el mercado de la tecnología como fundamento para superar el atraso.

No se reparó en selección, en procesos de asimilación y adaptación de las tecnologías a las condiciones nacionales, ni en la posibilidad de generar propuestas propias: la búsqueda de las salidas fáciles a los problemas difíciles se mantuvieron, nos recuerda nuestro autor²⁹. De esta forma concluye con una idea que ha permeado buena parte de los análisis sobre el tema, y que señala que las políticas nacionales de ciencia y tecnología no pueden expresarse sin un concepto de desarrollo que incorpore la idea de nación, el inventario de elecciones para las necesidades científicas y tecnológicas nacionales y el reconocer a las esferas dirigentes de estos elementos en todo proceso de modernización. De otra forma, se mantiene una integración sin personalidad nacional.

²⁹ Buena parte de lo aquí dicho está tomado del ensayo *Obstáculos al avance de la ciencia y la tecnología en América Latina*, escrito en 1978. En: **Capital y tecnología... op. cit.**, pp. 313 y s.

América Latina requiere construir su propia capacidad científica y tecnológica, en un proceso difícil, de larga duración y complejo. El avance científico y tecnológico de la región dependerá más de la creación de fuertes ligas entre la investigación, la educación y la economía, de la reafirmación de los recursos financieros y humanos hacia las instituciones de investigación, y no de la calidad o abundancia de los bienes importados, nos recomienda Wionczek, quien finaliza sus ideas en el artículo mencionado postulando una estrategia triple, que a pesar de la distancia, mantiene vigencia: 1) el fomento de la investigación científica y tecnológica por cauces paralelos a las prioridades económicas y sociales nacionales; 2) poner especial énfasis en el uso de tecnologías propias; y 3) dirigir la investigación a los campos de la ciencia y la tecnología de los países avanzados donde la dinámica y los avances recientes indican que hay posibilidad de los mayores descubrimientos que tengan a la vez una amplia resonancia social. La autonomía científico-tecnológica y el desarrollo económico social de corte nacionalista, son tareas de largo aliento histórico y exigen la aplicación de múltiples medidas convergentes.

Como he señalado antes, los trabajos de estos autores se incluyen en una etapa importante por tres razones: la *primera* es que durante la década de 1970, se abrió un espacio de discusión y debate profundo entre el centro y las periferias -en nuestro caso, entre América Latina y Estados Unidos- sobre los términos de crecimiento y desarrollo, debate que habría de durar por lo menos diez o quince años y en el cual el tema de la tecnología mantuvo una constante importancia. Al mismo tiempo se presentaban las muestras ineludibles del agotamiento de las formas de relación subordinada establecidas y de la quiebra de la hegemonía indiscutible de Estados Unidos, en términos de una nueva mundialización, con la presencia de *nuevos viejos* competidores. A esto se sumaba la evidencia de los síntomas de la crisis del sistema mundial de dominio, abriéndose un espacio de nuevas confrontaciones.

La *segunda* razón, estriba que en este marco se integró un amplio grupo de estudiosos, de intelectuales y pensadores sociales quienes, junto con sectores de la clase política y la emergencia de una incipiente comunidad de técnicos e ingenieros, se insertaron en los debates no solo con argumentos y postulados teóricos, sino con propuestas de políticas y de orientaciones, donde los elementos de ciencia y de tecnología -incluso con iniciativas de nuevas tecnologías y de nuevos conceptos y diseños- ocuparon un aspecto destacado, revelando una vez más su importancia dentro de los términos del desarrollo y del crecimiento.

Una *tercera* razón radica en que, abierto el espacio de debate y de confrontación entre el centro y las periferias respecto al crecimiento y desarrollo y a la ciencia y a la tecnología, se impulsaron propuestas de integración latinoamericana y de elaboración de políticas nacionales, que lo mismo reclamaban autonomía comercial y tecnológica que el respeto a las formas culturales originales, y permitieron elaborar una serie de nuevos conceptos respecto a la tecnología, entre los que encontramos transferencia, cambio, adaptación, innovación, etc.

El momento fue propicio para que surgieran diferentes propuestas y debates. En nuestro caso, las iniciativas tecnológicas expresadas por los ingenieros agrícolas fueron múltiples, como en todo proceso social importante. Sus expresiones recorrieron diferentes universidades y centros de investigación aplicada. Las propuestas surgieron con limitaciones, pero armadas con perseverancia y dispuestas a enfrentar con entusiasmo las dificultades de diferente tipo. Un elemento a destacar es que ninguna de las propuestas se expresó sin una consideración nacional, sin una pretensión cultural e ideológica, las más de las veces establecida de manera implícita.

Poco a poco se han ido perfilando tendencias y se han completado las tareas iniciales que surgieron en los años de 1970 y 1980, por ejemplo la formación de los postgrados nacionales en mecánica agrícola, y se han ido definiendo de manera más precisa los contornos de una comunidad científico-técnica que se expresa aun con deficiencias por medio de sus asociaciones, de sus congresos internacionales y nacionales, por medio de foros regionales, y constituyendo una red de enlaces, presencias, comunicaciones e intercambios tan intensos que es difícil darle un seguimiento adecuado. Lo que si es valioso es dejar constancia y, en el mejor de los casos, poner algunos ejemplos.

Pero veamos a nuestros ingenieros. He recuperado su palabra por medio de entrevistas sostenidas mediante un cuestionario y realizadas en diferentes fechas. Estas entrevistas las completé con datos e informaciones que investigué sobre el entorno en que los ingenieros han producido sus propuestas, platicando con las gentes con las que desarrollaron sus experiencias y en las regiones donde aplicaron sus diseños e iniciativas³⁰.

³⁰ Citadas arriba. Una entrevista para cada propuesta. Otras entrevistas e informaciones complementarias las señalaré en su oportunidad. Estas entrevistas se basaron en la Metodología de Historia Oral que hemos desarrollado en el Programa de Investigaciones Históricas.

3. Los ingenieros mexicanos. Su palabra, su pensamiento, su acción

“¡Imiten la originalidad, ya que tratan de imitar todo!”, tales eran las indicaciones de Simón Rodríguez, maestro de Simón Bolívar, el Libertador, en los finales del siglo XVIII, cuando construía escuelas y predicaba sus enseñanzas ilustradas y soberanas. La indicación mantiene su vigencia: no seremos soberanos hasta que no seamos originales, es decir, nosotros mismos, en economía y en política, en cultura y en ciencia y tecnología... ³¹

Presentar a los ingenieros agrícolas mexicanos que desde diferentes espacios académicos, técnicos y políticos han expresado sus propuestas tecnológicas y han intentado conformar una comunidad, no es fácil. Para ello es necesario apoyarse en el esquema denominado ***Los diseñadores de tecnología agrícola: la búsqueda nacional***, que se presenta al final del ensayo.

En este esquema se presenta una visión prosopográfica³² del desarrollo de las propuestas tecnológicas, al mismo tiempo que se enlazan las diferentes propuestas en varias de sus múltiples vinculaciones. Entiendo la búsqueda nacional no en la simple presentación de ofertas tecnológicas, sino en los intentos por construir una comunidad tecnológica capaz de expresarse con autonomía, partiendo de conceptos propios y fundada en las condiciones y necesidades nacionales, es decir en construcción de los paradigmas tecnológicos.

Esta búsqueda ha sido pertinaz y cargada de desilusiones, de competencias y de obstáculos derivados de la estructura periférica de nuestra situación nacional y de una actuación constantemente errática de los gobiernos nacionales, actuación que pone en duda la tendencia nacional de su actividad y permite entrever los múltiples vínculos entre las transnacionales y los funcionarios de gobierno.

He mencionado antes que en la incorporación de la tecnología de los centros a las periferias, es obligada la existencia de dos condiciones: por un lado, la formación de una comunidad de técnicos, capaces de ser los receptores de la transferencia y con los suficientes elementos para poder funcionar como agentes de la expansión

³¹ Eduardo Galeano: **Espejos. Una historia casi universal**, Siglo XXI editores, México, 2008, p. 184.

³² Ver, Anexo, donde se exponen nuestras consideraciones sobre la prosopografía.

tecnológica, que abran los mercados desde las regiones, utilizando las formas culturales cercanas con el público consumidor, demostrando las bondades de las ofertas tecnológicas, haciendo el mercado tecnológico. Por otra, poseer una comunidad científica constituida dentro de la orientación tecnológica, capaz de ser un interlocutor válido desde la periferia. Esta comunidad requiere de una capacitación de más largo plazo, pues debe ser capaz de comprender los términos científicos de la producción técnica, de utilizar los lenguajes de la misma manera que los científicos del centro, con los que deberá ser capaz de sostener diálogos, que implican poder situarse en un mismo plano de comprensión.

La condición periférica pesa, y bastante, aun con su liviandad. Los procesos de desarrollo tecnológico -entendidos como la transferencia de ofertas desde los centros- no ocurren de manera simultánea a la conformación de las comunidades científicas y técnicas, ni a la creación de espacios de construcción tecnológica ni tampoco a la formulación de opciones políticas claras al respecto.

En las periferias, el desarrollo tecnológico es, en primer lugar, inducido, importado desde los centros y con el propósito de servir a los intereses de los centros. Sin embargo, este proceso de inducción no está exento de conflictos. Dentro de las periferias se desarrollan procesos complejos e interesantes, pues además de permitir apreciar las dinámicas nacionales en estos espacios, se pueden destacar los esfuerzos y las inventivas puestas en acción por los técnicos e ingenieros, los mecanismos de integración de las comunidades con sus dificultades y sus orientaciones, donde los elementos nacionales y locales se cuelan por diferentes rutas e impregnan el quehacer de estos ingenieros.

a. Los años cincuenta

Derivado de las políticas de expansión de la agricultura moderna, en la primera expansión de la *revolución verde* la necesidad de la mecanización agrícola se presentó en nuestro país de manera definitiva³³. El triunfo cultural de la nueva tecnología se había produ-

³³ El término *revolución verde* fue presentado por el Dr. N. Borlaug, cuando en 1971 se le otorgó el premio Nobel de la Paz por sus contribuciones contra el hambre, al amparo de las fundaciones norteamericanas Rockefeller y Ford. Anteriormente el término se había usado para significar las transformaciones científicas en la agricultura apoyándose en los llamados *paquetes tecnológicos*. Los resultados de este científico y del colectivo con el que ha trabajado durante años no están exentos de consideraciones ideológicas, de una y de otra parte. La revolución verde, también se ha utilizado para explicar el proceso de modernización agrícola, desarrollado en nuestro país y en otras partes del mundo, caracterizado por la orientación productiva comercial, situada en tierras de riego, con un uso amplio de insumos como fertilizantes y plaguicidas químicos y de semillas híbridas de alto rendimiento, así como de la mecanización en

cido. Tal necesidad nos entroncó sin personal capacitado, sin instructores y sin espacios de formación, condiciones fundamentales que se tuvieron que improvisar.

Uno de los iniciadores en esta situación, ha sido indudablemente el ingeniero **David Peña Guzmán**. Originario de Mineral del Monte, Hidalgo, nació el 17 de octubre de 1932. Estudió la Preparatoria Agrícola y la carrera de Ingeniero Agrónomo especialista en Fitotecnia, de 1953 a 1959, en la entonces Escuela Nacional de Agricultura. Su tesis la realizó, sin embargo, hasta 1983 cuando el 9 de septiembre se tituló con el escrito **Algunas experiencias sobre TV. Capacitación Agropecuaria, serie Maquinaria Agrícola**, tema en el que había trabajado varios años.

Su desempeño profesional se delineó, casi desde que egresó, hacia las cuestiones de maquinaria agrícola, tema que le apasiona y del cual es un especialista formado en décadas de trabajo.

Fue profesor y encargado del Centro de Adiestramiento para Instructores de Maquinaria Agrícola (CAIMA) casi desde su fundación a fines de los años de 1950. Ocupó durante diez años, de 1973 a 1984, el puesto de Jefe del Campo Experimental de Chapingo. Su actividad vinculada a la maquinaria agrícola lo ubicó además en diferentes actividades: en comisiones gubernamentales, en cursos de capacitación para operadores y técnicos, en vínculos con empresas productoras de maquinaria agrícola, con funcionarios de

diferentes formas que incluyen al tractor y sus implementos. En México, la primera etapa de este proceso modernizador se produjo en las tierras agrícolas de riego entre 1950-1965/70. Saturado ese mercado, la segunda etapa se impulsó sobre las regiones temporaleras, donde las propuestas tecnológicas se establecieron de manera deformada, pues no era posible aplicarlas de la misma manera que en las primeras zonas (donde acaso también se utilizaron deformadas por las diferencias evidentes de su lugar de origen y las regiones de aplicación). Lo singular de esta ampliación sobre las llamadas regiones de agricultura campesina es que se impulsó al mismo tiempo que se presentaba la crisis con sus múltiples expresiones: crisis general, crisis rural, crisis agrícola. Es evidente que con estas crisis también el modelo tecnológico de la revolución verde fue afectado, tanto como causa como por sus efectos. Ante esta situación y frente al proceso de mundialización impulsado por las necesidades de una forma de acumulación capitalista, han surgido una serie de propuestas tecnológicas conflictivas que tratan de generar un nuevo ciclo de revolución verde: la ferti-irrigación, la labranza cero o labranza mínima, las semillas transgénicas, la atención a las plagas y enfermedades mediante control biológico, la incorporación de sistemas satelitales y de manejo computacional, etc.

diferentes jerarquías, con productores agrícolas de diversas regiones, con investigadores, con alumnos y profesores.

En la década de 1980 realizó estudios de postgrado en la Universidad Iberoamericana y en el Colegio de Postgraduados. Sin embargo, en diciembre de 1997 realizó sus trámites de jubilación, después de más de 38 años de ejercicio, después de una embolia ocasionada por hipertensión arterial, aunque su presencia tonificante en Chapingo continúa. Uno de los auditorios del Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola, el DIMA, lleva su nombre.

La experiencia del ingeniero David Peña resulta más provechosa cuando se inscribe en el proceso de construcción de las opciones institucionales de maquinaria agrícola. De hecho, su vida comprende varias etapas de esta construcción, mismas que se enriquecen cuando las apreciamos con la cercanía que nos proporciona la experiencia de David.

Su vida profesional, iniciada a fines de los años de 1950 y hasta 1997 por lo menos, cuando se jubiló, se incluye en las siguientes etapas de la mecanización agrícola: comprende el proceso intenso de la mecanización agrícola -en particular los tractores y sus principales implementos- como parte del proceso denominado la *revolución verde*, a finales de la década de 1950 y durante los primeros años de la década de 1960, situación que demandaba la formación acelerada de operadores y de instructores; comprende también, la fuerte presencia de la crisis agrícola y por tanto la crisis de las opciones derivadas de una modernización agrícola agotada en un país subdesarrollado que se veía arrastrado en una nueva división internacional del trabajo; se incluye en la búsqueda de opciones nacionales de la tecnología nacional desarrolladas desde los años de 1970, opciones que fueron detenidas y obstaculizadas por políticas aparentemente erráticas y poco definidas que terminaron por beneficiar a las transnacionales con un mercado incluido en un país cada vez más subordinado; incorpora también la construcción de formas novedosas de instituciones educativas, de investigación, de diseño y de pruebas sobre tecnología agrícola, en las cuales los tractores destacan.

Esto acarreó la necesidad de operadores, instructores, etc; sistemas de mercado de tractores, equipos y refacciones; necesidad de formación de técnicos e ingenieros como verdaderos interlocutores entre las empresas y los productores, y entre las empresas y el gobierno o las autoridades; de legislaciones y de marcos normativos para los convenios; formación de sistemas específicos de créditos, reestructuración de organizaciones de productores y redefinición de regiones productoras, por tanto creación de infraestructu-

ra (bodegas, caminos, servicios, etc.). La mecanización también modificó las condiciones laborales, ya que incentivó la producción pero disminuyó los empleos agrícolas directos, aunque pudo aumentar estacionalmente los empleos indirectos o de una fase agrícola, la cosecha por ejemplo. El ingeniero David Peña lo expone de esta manera:

En la década de los 50 hubo los tractores, que eran importados. Ahí se formaron los famosos *trenes de mecanización de la agricultura*. Tienen incluso muchos más años, antes de los 50. Se importaba la maquinaria agrícola, principalmente de marcas como Allis-Chalmers, Ford, Massey-Ferguson, International Harvester, Schaperd, Minneápolis Moline, Kelly, Oliver. Todas son marcas norteamericanas. Y aquí en México hubo una promoción de los famosos *trenes mecanizadores*. Así les pusieron. Trenes que iban a demostrar equipos de esas marcas que te estoy diciendo, montados en plataformas de ferrocarril, tractores con equipos representativos: arados de discos, rastras de discos, cultivadoras, fertilizadoras... en trenes que iban de la ciudad de México a Veracruz, México-Guadalajara, México al Sureste, México-Costa del Pacífico y al Noreste...

En los 40, en los Estados Unidos se dio mucho apoyo para los *Aliados* durante la II Guerra Mundial. Y la otra, la década anterior, la de los 30, porque después de la recesión que hubo a fines de los años 20, se empezaron a producir ese tipo de tractores. Así es como en 1935 nació el sistema de Massey-Ferguson...

...nosotros, en México, pudimos mecanizarnos más en esas décadas, con tractores norteamericanos. Y después, ya a fines de los 50 y principios de los 60 y casi toda la década de los 60, estuvimos importando equipos ingleses. Entonces eran equipos hechos con otra mentalidad. Equipos que son producidos por cuatro marcas: Massey-Ferguson, Fordson, ingleses como David Brown e International Harvester...

Es entonces cuando se produjo la necesidad de formar el Centro de Adiestramiento para Instructores en Maquinaria Agrícola, el CAIMA. Es aquí donde se expresó la vida profesional de David Peña, en relación con la construcción institucional de un espacio integrador -docente, de investigación, de capacitación y divulgación- alrededor de las nuevas necesidades que planteaba la mecanización agrícola.

En mayo de 1958, siendo Director de la Escuela Nacional de Agricultura el ingeniero Jesús Muñoz Vázquez, se decidió la creación

de un centro de adiestramiento y capacitación en maquinaria agrícola, el CAIMA, que empezó a operar en 1959 y se conservó como tal hasta 1972, cuando inició una verdadera transformación hasta el ahora Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola³⁴. El ingeniero Peña fue el segundo director del CAIMA, y duró en el puesto alrededor de diez años, de enero de 1963 a agosto de 1972.

³⁴ Ya en 1917-18 se había creado una Escuela de Mecánica Agrícola, que no prosperó por falta de matrícula estudiantil. En 1919 se reabrió la Escuela Nacional de Agricultura, ya sin los veterinarios. En sus planes de estudio se incluyeron los temas de maquinaria agrícola. Fue con la Ley de Educación Agrícola de 1945 que se modificó de manera fuerte la orientación, ajustando la estructura educativa hacia el modelo ligado a la *revolución verde*, mismo que en lo fundamental permanece en la ahora UACH. Después de la creación del CAIMA y su conversión en Departamento de Maquinaria Agrícola, se impartían materias con este sentido en diferentes carreras y el Preparatoria Agrícola. En 1983 se transformó de departamento de servicio, es decir sin estudiantes propios, a Departamento de Enseñanza, Investigación y Servicio (DEIS) en Maquinaria Agrícola, ofreciendo la carrera de Ingeniero Agrónomo especialista en Maquinaria Agrícola, y en 19XX se convierte en el actual Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola (DIMA), con la carrera de Ingeniero en Mecánica Agrícola.

Por otra parte y para situar el contexto, en la ENA desde 1941 se había desarrollado una tendencia modernizadora que promovía la separación del cardenismo de la educación agrícola, no sin oposiciones y conflictos. En este sentido y bajo el amparo de la Secretaría de Agricultura, dirigida de 1940 a 1946 por el ingeniero Marte R. Gómez, se orientaron las direcciones de la ENA durante más de 20 años (Ing. Héctor Lazos González, 1941-1945; Ing. Jesús Alarcón Moreno, 1945-1952, durante dos periodos; Ing. Humberto Ortega Cattaneo, 1953-1956; Ing. Jesús Muñoz Vázquez, 1957-1959; Ing. Enrique Espinosa Vicente, 1959-1962; y el Ing. Marcos Ramírez Genel, 1962-1964). Durante este periodo se modificaron los planes y programas de estudio; se suprimió el bachillerato agrícola; se creó el Colegio de Postgraduados; se desarrolló el vínculo enseñanza-investigación-extensionismo (o divulgación); se suprimió formalmente la paridad entre estudiantes y profesores en el Consejo Directivo, condición que se había ganado a raíz de la huelga estudiantil de 1937; se crearon nuevas instalaciones y se ampliaron las existentes, modernizando los laboratorios y las bibliotecas; se reorientó el nuevo ingreso, limitando la participación de los hijos de campesinos y de obreros, revirtiendo la tendencia que se había establecido en el periodo presidencial del general Cárdenas; se promovió una amplia formación de los profesores, sobre todo por medio de becas convenidas con fundaciones y universidades norteamericanas; se creó la estructura departamental de la Escuela; etc. El movimiento estudiantil desde principios de los años de 1960 enfrentó a esta tendencia. Cf.: María Isabel Palacios Rangel: **Los directores de la Escuela Nacional de Agricultura. Semblanzas de su vida institucional**. CIESTAAM, Universidad Autónoma Chapingo, México, 1999.

La necesidad de formación de operadores y de instructores se produjo de manera obligada, en buena medida por la irrupción de la ampliación de las importaciones de tractores norteamericanos e ingleses. La presencia de las empresas era constante. Obsequiaban equipos, apoyaban la capacitación de los profesores, destacándolos como expertos para las negociaciones entre las instancias de gobierno y las empresas para el establecimiento de armadoras o la compra de nuevos equipos. Las universidades norteamericanas mantuvieron también su presencia en este campo.

El proceso debía ser operado con una gran dinámica, ya que se competía por un mercado novedoso, hacia donde las trasnacionales se ampliaban. Los técnicos mexicanos, insertos en la estructura de la Secretaría de Agricultura, cubrieron su papel de orientar las decisiones en la selección de tractores e implementos.

La necesidad de adiestramiento obligaba a abandonar cualquier pretensión de reglamentos o de definiciones de políticas tecnológicas. La improvisación con un sentido era evidente.

Al mismo tiempo que se desarrollaban estas actividades dentro de la Escuela Nacional de Agricultura, en otras instituciones destacaban nuevas experiencias. Es el caso del ingeniero **Alberto Camacho Sánchez** quien, sin lugar a dudas, es una destacada figura pionera en diversos aspectos de la ingeniería mecánica y uno de los más importantes técnicos que presentó propuestas adecuadas para la mecanización agrícola en México. Con un trabajo por décadas en la formación de profesionistas, impartió cursos, promovió investigaciones, ofreció respuestas tecnológicas, por lo que el maestro Camacho se constituyó en uno de los referentes necesarios en la incipiente y tardía constitución de la comunidad de ingenieros agrícolas en México.

Alberto León Camacho Sánchez nació en la Ciudad de México el 28 de junio de 1921. Hijo de un revolucionario, en él se marcó el nacionalismo desde sus primeros años. Se graduó como Ingeniero Mecánico Electricista en la Escuela Militar de Ingenieros en 1950, obteniendo por sus méritos académicos una beca para estudiar en Inglaterra las industrias siderúrgicas, tanto las de manufactura de herramientas como las de forja pesada, en un riguroso programa académico realizado en las propias fábricas.

Fue catedrático en el Colegio Militar y, a partir de 1958, en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México que fue su espacio de gran desempeño. Se encargó de di-

señar, estructurar e instalar los laboratorios y talleres de maquinado ligero, maquinado pesado, forja, fundición, soldadura, pailearía, laminación, metalografía, pruebas mecánicas, tratamientos térmicos y varios otros relacionados con la enseñanza y la investigación. Fue el primer responsable de los talleres de la Facultad y el primer Jefe de la Sección de Ingeniería Mecánica. Fue también el coiniciador de la investigación y del postgrado en ingeniería mecánica en la misma Facultad. A él también se debe la estructuración del primer programa de maestría en el área. Promovió numerosos proyectos de investigación y de desarrollo tecnológico aplicados posteriormente en diversas empresas de México, al buscar siempre la generación y adaptación de tecnología adecuada para las condiciones y las necesidades del país.

Fue profesor en la Escuela Nacional de Agricultura/Universidad Autónoma Chapingo, lugar donde se realizaron buena parte de las pruebas del *Tractor-UNAM*. Este proyecto lo desarrolló entre 1972 y 1978 con aportes novedosos, ya que es un tractor triciclo con una caja de velocidades plana -lo cual era uno de los mayores orgullos del maestro Camacho-, un bastidor tubular, la transmisión por cadena, con gran facilidad de ensamble y con una tecnología apropiada para los productores agrícolas, por su manejo, mantenimiento y costo. Otros aportes al respecto fueron el arado de un disco, una rastra rotatoria y una desgranadora de maíz de flujo regresivo.

Sus aportaciones tecnológicas fueron notables por su número y trascendencia, ya que diseñó hornos de cubilote, hornos para forja, equipo de transporte, máquinas de ensamble, etcétera, y tuvo en su haber tres patentes de invención. Era frecuentemente invitado a participar en el desarrollo de proyectos e instalaciones tanto en el país como en el extranjero. Fue también director de más de un centenar de tesis profesionales.

Entre sus distinciones, obtuvo en 1946 la condecoración al mérito militar por actuación distinguida en el ejército mexicano. En 1972 recibió el Premio Banamex de Ciencia y Tecnología; a partir de 1984 fue investigador nacional y en 1994 fue nombrado profesor emérito de la UNAM. Sin embargo, su mayor orgullo eran los premios y reconocimientos que obtuvieron los profesionistas que se formaron con él, en los que veía la continuación múltiple de sus enseñanzas.

En 1976 fundó el Centro de Diseño e Innovación Tecnológica (hoy es el Centro de Diseño y Manufactura) de la Facultad de Ingeniería. Murió el 11 de noviembre de 1995.

Un ingeniero que se inició en esta época fue **Antonio Turrent Fernández**. Originario de Veracruz, estudió en la entonces Escuela Nacional de Agricultura la carrera de Ingeniero Agrónomo con la especialidad de Fitotecnia, egresando en 1959. Posteriormente trabajó un año en la Oficina de Estudios Especiales, y en 1960-1961 realizó sus estudios de Maestría en Suelos en el recién formado Colegio de Postgraduados. Inició sus actividades en el INIA, en los Campos Experimentales de *El Horno*, en Chapingo, y en Cotaxtla, Veracruz. Entre 1964 y 1968 realizó sus estudios de Doctorado en la Universidad de Iowa, en los Estados Unidos, sobre fertilidad de suelos. Ha sido pionero en diversos temas de investigación aplicada, donde se incluyen la conservación de suelos, la promoción del desarrollo rural, la organización productiva campesina, la innovación tecnológica, etc. Ello lo ha llevado a destacar como formador de equipos técnicos y científicos de trabajo, tanto en el INIA/INIFAP, sobre todo en Veracruz, como en la ENA/UACH y el Colegio de Postgraduados.

Las experiencias de estos ingenieros, destacados dentro de una gran corriente de formación de profesionistas, permiten conocer la manera en la que se fueron estableciendo las bases del diseño y de las propuestas tecnológicas mexicanas.

b. Los años setenta

La década de 1970 fue de una aparente poca productividad en el campo de la tecnología agrícola. Los programas gubernamentales se enderezaron hacia la compra de equipos de patente extranjera, lo cual coronaba un período prolongado de aceptación de transferencias. Sin embargo, en el ámbito de la división del trabajo a nivel internacional y de las exportaciones de tecnología de los centros, se perfilaban nuevas orientaciones.

De esta forma, en el umbral de un nuevo ciclo de acumulación de capital las empresas productoras de equipo habían iniciado una reestructuración paulatina de sus fábricas en el centro, e iniciaron la colocación de sus armadoras en las periferias, completando un ciclo iniciado desde los años veinte, que se pospuso una y otra vez por diferentes razones. Finalmente, la instalación de la producción de tractores de marca transnacional, principalmente norteamericanas, se presentó en México al igual que en otros países de Latinoamérica³⁵.

³⁵ Las etapas de la mecanización agrícola en la relación Centro-Periferia de nuestro país son bastante ilustrativas. Entre las décadas de 1920 y 1950

Las nuevas maneras de incorporación de los mercados latinoamericanos, por su condición periférica, se sometieron a los ciclos de los países centrales en una subordinación histórica. La presencia de la crisis -como crisis de ciclo de acumulación, como crisis de la hegemonía norteamericana, acaso como crisis del sistema- irrumpió con una gravedad y con una persistencia inusitada, obligando a modificar buena parte de los términos tradicionales de dominio. Uno de los espacios de disputa fue, sin lugar a dudas, el aspecto tecnológico.

La expansión de las empresas alrededor de la mecanización no se produjo en el campo sólo con los tractores y los implementos, sino que trazó una estrategia de abordaje más o menos completa, que incluyó camiones, camionetas, equipos, servicios, refacciones, asesoría y capacitación, etc.

La década de 1970 se caracterizó por la emergencia de propuestas de normatividad y de reglamentaciones sobre las transferencias tecnológicas, por la búsqueda de nuevos espacios de negociación entre América Latina y los países subdesarrollados frente a los países centrales, sobre todo Estados Unidos. Las orientaciones gubernamentales, tanteando el terreno, se aproximaron hacia una posición nacionalista que en el terreno de la tecnología permitió

los tractores bajaban rodando de los barcos o de los ferrocarriles, la importación era por piezas completas totalmente elaboradas en los países centrales. Hacia 1960 empezaron a instalarse las armadoras en nuestro país, mismas que recibían las partes de los países centrales. Ello requirió una serie de adecuaciones en estímulos y prebendas para las empresas trasnacionales, de políticas de importación adecuadas y de capacitación de los trabajadores, entre otras. Hacia mediados de la década de 1970 las empresas empezaron a producir sus tractores en nuestro país, adecuándose de nuevo las políticas y apoyos. Los precios de las materias primas, los salarios, los subsidios establecidos en nuestro país son atractivos para ellas. De esa manera tenemos a las empresas *nacionales* de tractores: Ford (o New Holland), International Harvester, Massey-Ferguson, John Deere..., incluso con capacidad para exportar. Ahora los tractores son hechos en México, casi en su totalidad. Por supuesto que las patentes y las ganancias son de las empresas. Jorge Ocampo: *Sujetos y paradigmas tecnológicos: la tractorización del campo mexicano. Un escenario de conflicto desde Juchitepec, Estado de México, Tesis de Doctorado*, UAM-Xochimilco, noviembre de 2004, en especial el capítulo dos denominado *Historia de la tractorización en México*, pp. 67-118. Ver también, Kurt Unger: **Competencia monopólica y tecnología en la industria mexicana**, El Colegio de México, México, 1985, principalmente los capítulos 1, 2 y 8. Ver también, Nelson Barrera, Celia Baldatti y Roque Pedace: **Un análisis sistémico de políticas tecnológicas. Estudio de caso: el agro pampeano argentino 1943-1990**, Universidad de Buenos Aires, Argentina, 1997, principalmente la Segunda Parte.

agrupar propuestas elaboradas por intelectuales, científicos y técnicos, y que tuvo entre otros resultados la presencia de los CONACYT a nivel latinoamericano.

He señalado antes que los titubeos y las indecisiones gubernamentales participaron en el fracaso de las propuestas de orientaciones políticas sobre ciencia y tecnología, en un claro vínculo con las opciones transnacionales. Las propuestas tecnológicas en el área agrícola se produjeron, con una seriedad que cobra su verdadera dimensión en la perseverancia y en el tesón con que han sido ejecutadas, pese a los fracasos y a las dificultades incorporadas por las indecisiones y las políticas erráticas del gobierno.

A inicios de la década aparecieron diferentes propuestas, en una emergencia diversa y que involucraba a varios centros de investigación. La primera propuesta surgió en la Facultad de Ingeniería, con el ingeniero Alberto Camacho y su denominado *Tractor-UNAM*. En sus palabras, el ingeniero Camacho lo explica:

En 1972 siendo yo investigador del Instituto de Ingeniería [de la UNAM], se hizo un examen sobre cuáles eran las necesidades prioritarias en México para el diseño de macroequipos, diseño de máquinas. Entonces se vio, por ejemplo, que los equipos agrícolas eran un renglón importante de importaciones, que en México no se producían, en particular tractores. Si se producían tractores eran grandes, de tamaño convencional, de tecnología extranjera sobre todo norteamericana e inglesa, pero de tecnología y con partes importadas.

Muchas veces aquí se ensamblaban y se fabricaban algunas partes. Todo esto significaba que México tenía que gastar muchas divisas en importar esos equipos; pero por otra parte también se tomó en cuenta que estos equipos convencionales eran para extensiones medianas o grandes o muy grandes, y que en México hay en general -en ese tiempo había y todavía hay- muchos agricultores, ejidatarios, pequeños propietarios, que tienen extensiones de tierra muy pequeñas -digamos de menos de 5 hectáreas- que en algunas regiones del país, como por ejemplo en el estado de Morelos está tan fraccionado el uso del suelo, la propiedad, que hay agricultores que solamente siembran 3 ó 4 ó 5 surcos, lo cual obviamente no les proporciona un modo de vivir.

Entonces se pensó en diseñar un tractor que pudiera... que llenara el vacío de una máquina muy económica y sin embargo una máquina que pudiera hacer las labores básicas en los culti-

vos, sobre todo la labor de barbecho que es la que requiere mayor uso de equipo mecánico.

Entonces se establecieron las bases para hacer el diseño de un tractor que tuviera las características siguientes: bajo costo de fabricación, bajo costo y simplicidad de operación, y bajo costo de mantenimiento. Pero que además, pudiera llevar a cabo las labores importantes, es decir las labores de barbecho y de rastreo, que son las más importantes y las que requieren mayor potencia de la maquinaria: que pudieran llevarse a cabo de manera eficiente, de manera adecuada, satisfactoria, de la misma manera que lo hace un tractor grande.

Estos fueron los puntos importantes que se tomaron en cuenta para la definición del diseño.

La búsqueda de una tecnología agrícola apropiada y viable era posible en México, pues se poseía un concepto y una base técnica, no solo expresada en los ingenieros mexicanos sino también en los cientos de talleres establecidos en todo el país, condición básica que veremos enseguida. Contando con estas bases, el objetivo fue convencer al gobierno.

El maestro Camacho describe su propuesta:

El tractor que nosotros desarrollamos era un tractor que si bien tenía un motor demasiado pequeño -un motor de 18 caballos, un motor de gasolina de dos tiempos, muy económico y muy sencillo, por cierto- mediante un sistema de reducción muy grande, de 1 a 200, logramos obtener una tracción en la rueda única, en la rueda de tracción, bastante grande para poder acomodar, para poder jalar un arado de un disco de tamaño normal.

La propuesta era producir un tractor adecuado para los pequeños productores del país, con un mecanismo sencillo -“quien puede componer una bicicleta, puede dar mantenimiento y reparación a este tractor” nos diría el maestro Camacho- capaz de ser producido en cualquier taller mecánico. Sin embargo, el tractor posee otras condiciones.

El segundo punto era hacer un tractor suficientemente económico para que lo pudieran adquirir los campesinos pobres. La solución que vimos en ese momento fue hacer un tractor triciclo, con 2 ruedas adelante y una rueda de tracción atrás, una rueda de tamaño normal, igual que las ruedas de tracción de los tractores grandes. Pero este arreglo resulta muy económico porque no requiere... porque elimina el uso del diferencial....., del mecanismo del diferencial que es muy caro. La transmisión

se hace por medio de catarinas y cadenas, que es un sistema no solamente muy barato sino también muy flexible.

...nuestro tractor en ese aspecto si cumplía con los requerimientos de un tractor para dedicarlo a labores pesadas en el cultivo.

Construimos después de diseñarlo -tanto el diseño conceptual que se llama, como el diseño de detalle, desarrollando en dibujos todo el detalle de fabricación- construimos aquí [en la Facultad de Ingeniería de la UNAM] un prototipo que probamos en la Universidad de Chapingo durante dos años...

En estas tareas participó el ingeniero Peña, quien no deja de advertir detalles de su fabricación. Desventajas, como por ejemplo la inestabilidad por ser un triciclo, o elementos de orgullo como el diseño de la caja de velocidades o del sistema de transmisión.

La simplicidad de la operación y del mantenimiento fue destacada. El sentido social de un concepto de desarrollo se halla presente en la propuesta técnica.

Tal vez el punto más importante que se tomó en cuenta fue proporcionar al campesino la posibilidad de tener un tractor, que él mismo con un taller en la misma población -un taller de soldadura- podría reparar sin tener que acudir a especialistas, ni a técnicos ni a traer inclusive muchas veces piezas de Estados Unidos o de Canadá. Cuando se rompían esas piezas aquí, en el trabajo de pruebas, aquí se hacían. Estas son las características principales del tractor.

La presencia de la Escuela Nacional de Agricultura resultaba valiosa por la experiencia de campo acumulada en por lo menos dos décadas de acción del CAIMA. En los campos de la ENA se probó la propuesta. Con ello, el doctor Alberto Camacho Sánchez llevó su propuesta a los términos de fabricación en diversas escalas, ya que no requeriría de grandes instalaciones y equipos para su construcción.

Del *Tractor-UNAM* sólo se produjeron tres prototipos, que se ubican en la Facultad de Ingeniería de la propia UNAM, otro en el DIMA de Chapingo y el otro, al parecer, en Roque, Guanajuato, donde funcionó un centro agrícola. El maestro Camacho lo recuerda así:

...mira, lo que pasó es que en un momento dado hubo mucho interés del gobierno de la República para fabricar, incluso el in-

terés del Presidente como ya lo comenté antes, pero la idea era que lo iban a fabricar en Ciudad Sahagún mediante la DINA de aquella época. Sin embargo, cuando se estaba estudiando nuestro tractor y la DINA ya casi había resuelto fabricarlo, entraron en contacto con una compañía soviética, una fábrica rusa muy grande que hacía tractores, y la cual les ofreció las mismas condiciones comerciales y técnicas convencionales, puesto que les daba toda su tecnología, les ofreció un modelo de tractor que ellos fabricaban, y que fue el que estuvo fabricando la DINA durante mucho tiempo. El T-30 que le llamaban aquí. Lo fabricaban en su mayor parte, algunas cosas las importaban, pero la mayor parte las hacían aquí. Es un tractor de 30 caballos, convencional, y que se usó algún tiempo en el campo³⁶. Sin embargo, ese tractor no era suficientemente asequible a los campesinos pobres, por su costo.

Los años dedicados a la elaboración de la propuesta y los acuerdos a nivel gubernamental no valieron. Se impuso otra lógica.

...no se fabricó porque prevaleció en las gentes responsables la idea de que era más fácil fabricar un tractor ya probado -del cual ya se tenía toda la tecnología, aunque era tecnología rusa- y que era un poco aventurado hacer un tractor desarrollado aquí.

Las indecisiones y los virajes en la definición de políticas tecnológicas quebraron la iniciativa de producir el *Tractor-UNAM*, en la actuación gubernamental que se ha detallado antes con ayuda de Wionczek.

Evidentemente esta concepción entroncaba con la opción construida por las trasnacionales y se insertaba de lleno en sus consideraciones tecnológicas y de mercado, apartándose de una propuesta tecnológica adecuada a las condiciones agrarias mexicanas. Con la concepción dominante parecería que éstas condiciones agrarias tendrían que transformarse para adaptarse a las ofertas tecnológicas trasnacionales, inscritas dentro de la lógica del nuevo ciclo de acumulación de capital. En vez de un tractor pequeño para los predios pequeños, se incorporaban los grandes tractores -producidos para las grandes propiedades del centro de Estados

³⁶ Este tractor se denominó el T-25, por tener un motor de 25 C.F. El maestro Camacho lo señala de 30 C.F. Fue también llamado *Tractor Sídona* o *Vladimir*. Se dejó de producir en la década de 1980, aunque siguen trabajando en algunas regiones. La dificultad de conseguir refacciones por lo escaso de las agencias se corrigió con la acción mexicana de remplazar las piezas mediante la tecnología de lo *hechizo*, pues la tecnología del T-25 lo permitía.

Unidos- por lo que la tendencia agraria en México se perfilaba hacia la recreación del latifundio como opción agraria adecuada a la tecnología.

La experiencia del maestro Alberto Camacho no fue la única. Otras propuestas tecnológicas hacían su aparición casi al mismo tiempo y con el mismo sentido.

Una de ellas fue la del Dr. **Arturo Lara López**. Guanajuatense de Yuriria, nació en 1946 y estudió en la entonces Escuela de Ingeniería Mecánica, Eléctrica y Electrónica de la Universidad de Guanajuato, situada en Salamanca (1965-1970). Realizó sus estudios de Maestría en Ingeniería Mecánica en la Facultad de Ingeniería de la UNAM (1972-1975) y de Doctorado en Ingeniería en la Universidad de California en Davis.

Ha impartido gran cantidad de cursos, seminarios y talleres en diferentes instituciones, donde destaca por supuesto la Universidad de Guanajuato, la de Sao Paulo, la de Chapingo, la UNAM, el IPN, además de diversos organismos del sector rural. Profesor de la Escuela (ahora Facultad) de Ingeniería Mecánica, Eléctrica y Electrónica (FIMEE) de la Universidad de Guanajuato desde 1969, se ha desempeñado en varias ocasiones como su Director. Ha sido Secretario General de la propia Universidad de Guanajuato (1991-1996) y Director del CONCyTEG (1996 a 2003). Actualmente es el Rector de la Universidad de Guanajuato.

Ha dirigido una buena cantidad de tesis orientadas al desarrollo tecnológico, destacando para nuestro caso más de una docena vinculadas a la construcción del *Motocultor de Alto Despeje*, proyecto en el que el maestro Lara López ha empeñado buena parte de sus esfuerzos. Su propia tesis de doctorado trata sobre esta propuesta. Con la dirección DE varias tesis de licenciatura y postgrado respecto a este tema ha promovido la formación de una comunidad científico-tecnológica que se destaca nacionalmente por su permanencia y laboriosidad. Uno de los importantes académicos que se ha vinculado regionalmente con el Dr. Lara López es el Dr. **José María Collado**, quien participa actualmente en el Instituto de Ciencias Agrícolas (ICA) de la Universidad de Guanajuato en Irapuato.

El ingeniero Lara López ha realizado grandes logros y contribuciones tecnológicas, por lo que ha recibido distinciones nacionales e internacionales. Un lugar importante dentro de estas contribuciones tecnológicas son sus estudios alrededor del *Motocultor de Alto*

Despeje -del cual posee una patente- y de dispositivos para la cosecha de la tuna. Vinculado al aspecto de la producción tiene un alto reconocimiento en la industria por sus aportes.

Posee un gran número de publicaciones y ponencias en congresos nacionales e internacionales, donde destacan las referentes a la construcción de la licenciatura y del postgrado en la FIMEE, y las que abordan diferentes perspectivas del diseño y construcción del *Motocultor* y sus accesorios.

Al respecto de este concepto, el maestro Lara López nos refiere que el prototipo inicial se desarrolló en la Universidad de Guanajuato y en la Universidad de California en Davis, con apoyo de la OEA, SEP y CONACYT. Posteriormente se transfirió la tecnología y se desarrollaron prototipos de producción con la empresa JOR-SAN, S. A. de Salamanca, Guanajuato en 1981; y con DIFIMSA en la Ciudad de México en 1985. Actualmente se busca producirlo con otra empresa y por acuerdo con la Universidad de Guanajuato.

El primer modelo se construyó en la Universidad de Guanajuato, en la FIMEE, como parte del curso Diseño de Máquinas. Los alumnos lograron su tesis con las investigaciones realizadas.

Pasar del diseño a la fabricación conllevó varios pasos, obligando a que los ingenieros desempeñaran varias funciones. Aún así, las dificultades no terminaron con la producción:

...una de las cosas que ambicionábamos con este diseño era que fuera fabricable por empresas pequeñas y medianas, como se hace hoy en día con los arados y las sembradoras. Encontramos, sin embargo, que por lo menos las dos empresas con las que se trabajó tenían poca capacidad de venta, es decir que tenían una gran capacidad técnica pero no tenían un departamento adecuado de ventas. Esto demandó, por la necesidad, de mi participación un poco para apoyar las demostraciones y las ventas. Entonces tuvimos que participar y apoyar a las empresas también en estas actividades. Si hoy en día se quisiera retomar esta empresa, tendríamos que hacerlo en colaboración tal vez de una empresa comercializadora con mayores capacidades, establecer una cadena entre los fabricantes y los vendedores. Es decir, tal vez se tendría que pensar en la unión de dos empresas: una empresa fabricante y una empresa vendedora, o muchas empresas fabricantes y muchas empresas vendedoras.

A pesar de que se recibieron gran cantidad de apoyos, parecía que se estaba remando contra la corriente por la gran cantidad de obstáculos.

Donde creo que hizo falta un apoyo mayor fue en la parte de la fabricación, de la producción de nuestro *Motocultor*. Ahí si creo que nos faltaron los apoyos. Hubiese sido de mucho beneficio para el fabricante [Jorge Sánchez, de Salamanca] el haber podido contar con un programa de financiamiento, todavía del tipo de alto riesgo, en donde se partiera de entender que los desarrollos en tecnologías nuevas, la introducción de tecnologías nuevas, requieren de grandes periodos de apoyo. Esto lo hemos visto en los países desarrollados donde los gobiernos han apoyado y subsidiado por medio de diversas formas -ya sea de manera directa o por medio de diferentes mecanismos- el desarrollo de la fabricación de equipos agrícolas y, en general, a la agricultura.

Con todo y las bondades del diseño, de la búsqueda de una tecnología adecuada para la mayoría de las parcelas mexicanas, de los bajos costos de producción y de mantenimiento, de los apoyos recibidos, el *Motocultor* se produjo en pequeñas cantidades pero no se logró incorporar al mercado y al uso constante por los productores, que eran los objetivos de este diseño.

En entrevista con el señor Jorge Sánchez, un verdadero espíritu emprendedor en varias actividades, en su taller de Salamanca denominado *JORSAN*, nos aportó nuevos datos de donde fue vendido y usado el *Motocultor*. El recuerda que dos se vendieron a *La Quina*, entonces dirigente del sindicato petrolero, y otros dos al gobierno de Michoacán. Los demás se entregaron a la Universidad de Guanajuato. El señor Sánchez no ocultó su satisfacción por haberse incorporado a ese proyecto, aunque financieramente no salió bien librado.

Pese a que se fracasó comercialmente, en el plano académico la promoción del *Motocultor de Alto Despeje* tuvo buenos resultados.

Porque no hay límites en este tipo de desarrollos. Creo, en este sentido, que lo más valioso del *Motocultor* fueron las más de diez tesis de maestría que se hicieron sobre diversos aspectos. La gente que se formó, realmente aprendió a diseñar máquinas.

La formación de una comunidad científica-tecnológica tiene una importancia estratégica. Después de más de quince años de Congresos, en efecto la Asociación Mexicana de Ingeniería Agrícola ha madurado en la formación de una identidad tecnológica y de una personalidad académica, al consolidar postgrados, ampliar las carreras de ingeniería agrícola, proyectar nuevas y ambiciosas

investigaciones y tareas. En efecto, como dice el maestro Lara López, los esfuerzos después de treinta años no han sido en vano.

Las propuestas de tecnologías apropiadas rebasaron los ámbitos universitarios. El Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA, hoy INIFAP) cohesionó a un grupo destacado de ingenieros, donde resalta la figura del Dr. **Antonio Turrent Fernández**, quienes promovieron el *Yunticultor* y la *Multibarra*. Inspirados por la presencia del Dr. **Brian Sims**, inglés que trabajó en las regiones tropicales de México y de otras partes del mundo, el grupo de ingenieros adaptó y transformó la propuesta inglesa, elaborando desde el Campo Agrícola Experimental de Cotaxtla sus iniciativas³⁷.

La acción por varias décadas del ingeniero Turrent ha incorporado de manera constante una propuesta integral, que recupera los elementos técnicos junto a consideraciones sociales. De esta manera ha integrado en su propia formación la fitotecnia, el estudio de los suelos y los de economía y estadística.

En el proceso que estudiamos, la crisis de mediados de los sesenta adquirió en el medio rural características que evidenciaban el agotamiento de un modelo científico-tecnológico modernizador, que por distintas razones no incorporaba en sus beneficios a amplios grupos de productores, pero sí los hacía partícipes destacados de las consecuencias expresadas en desplome de precios, en saturación de mercados por importaciones, en refuncionalización de las redes de dominio. Al mismo tiempo y agotado el mercado tecnológico de las tierras de riego, se ampliaban los circuitos hacia las regiones temporeras, donde grupos de profesionistas habían desarrollado sus actividades.

Ello introdujo en el medio académico un profundo debate que no ha concluido, pero que se ha significado por abrir las posibilidades y por incorporar disciplinas para comprender el proceso rural en su complejidad. La necesidad de impulsar tecnologías apropiadas para los amplios grupos de productores en pequeño se mantiene en las propuestas que se impulsaron con el ingeniero Turrent. Pero esta decisión incluye otras consideraciones, como la organización de los productores, las políticas de Estado y la acción de los técnicos.

³⁷ Ver, Ing. Ramón Gómez Jasso: **Logros y aportaciones de la investigación en la ingeniería y la mecanización agrícola**, SARH, INIA, México, 1983, donde explica el origen de la Unidad de Ingeniería y Mecanización del INIA en 1977 en el Campo de Experimentación Agrícola de Cotaxtla -el CIAGOC-, en Veracruz (p. 5) y detalla los trabajos acerca de la construcción del yunticultor y la multibarra (pp. 20-22).

El maestro Turrent cita de memoria algunos datos con los que sostiene su propuesta:

...solamente el 20%, el 22%, de los 3.8 millones de predios que tiene el país usan al tractor como fuente primaria de potencia y la usan, bueno, desde muy intensamente hasta muy poco.

Pero hay un 22% de predios en esta situación. Hay otro 28 ó 29% de predios que usan solamente -hasta 1991, son datos del censo del 91- hay un 29% que usan solamente tracción animal, como fuente primaria de potencia, además de la mano de obra, desde luego, de la familia. Queda otro 16% que usa una combinación de tractor y tracción animal. Y queda un tercio, alrededor de un 30% de unidades de producción que usan solamente energía humana. Así estamos. Y hay que convivir, ese es nuestro recurso. El reto es cómo lo hacemos más eficiente.

Como hay 29% que usan tracción animal y otro 16% que es combinada, estamos como en un 40-45% que tiene que ver con la tracción animal. Todo lo de mecanización con tracción animal tiene sentido porque va orientada, no a la mitad de los predios pero si un poquito menos de la mitad de los predios... Eso multiplicado por miles daría una potencia, un potencial productivo enorme para este país pero partiendo de esos recursos que ya tienen en el campo.

En las diferentes maneras en que se producen las transferencias tecnológicas en el medio rural, destacados ingenieros provenientes del centro se han presentado en nuestro país con ofertas de tecnología adecuada³⁸. Es el caso del maestro Brian Sims.

³⁸ Es el caso de las recuperaciones de tecnología tradicional, mismas que han sido documentadas por varios autores. Para el caso de la mecanización, además de las propuestas de tractores de menor tamaño y potencia, se incorporan los implementos y maquinaria asociada a la tracción animal o tracción de sangre. En nuestro país quien ha destacado al respecto es el Dr. Artemio Cruz, de la escuela *xolocotziana*. Uno de sus trabajos es: Artemio Cruz y Tomás Martínez Saldaña: **La tradición tecnológica de la tracción animal**, UACH, México, 2001. Existe la Red Latinoamericana de Tracción Animal, quienes tienen una buena presencia en varias regiones del mundo. Una de sus publicaciones es **El Yuntero Centroamericano**, publicada en Nicaragua. Recientemente se realizó el **Foro Nacional sobre empleo de animales de trabajo en la agricultura y el desarrollo sustentable**. Ver su **Memoria**, Dirección de Centros Regionales Universitarios/UACH, Morelia, Michoacán, México, 27, 28 y 29 de noviembre de 1997. Ver también, el trabajo de uno de los promotores de la tracción animal, Paul Starkey: **Animal-Drawn Wheeled**

...a principios de los ochenta había una misión aquí de ingleses donde estaba el Dr. Brian Sims. Él fue la persona con quien nos acercamos para aprender un poco de mecanización agrícola con tracción animal. Luego, para aprender sobre conservación de suelos nos acercamos al Dr. Benjamín Figueroa, al Dr. Mario Martínez Méndez y al Dr. Eduardo Oropeza Mota, del Colegio de Postgraduados... para aprender sobre conservación de granos, nos acercamos con el Dr. Ernesto Moreno, que es del Instituto de Biología de la UNAM. Para la nutrición de rumiantes trabajamos con expertos del Colegio de Postgraduados...

El grupo de Brian Sims, que viene de un Instituto de Ingeniería en Sussex, Inglaterra, donde está el Instituto de Investigaciones en Mecanización Agrícola y tiene un Departamento de Ultramar, entonces se trabajó mucho con tracción animal. Ellos nos trajeron aquí el yunticultor, así como está producido, era el modelo original del yunticultor, y también nos trajeron la multibarra³⁹. Pero la multibarra era un modelo muy diferente a éste que alcanzamos a desarrollar posteriormente.

Las propuestas tecnológicas, en manos del grupo de ingenieros del Colegio de Postgraduados y del Campo Cotaxtla, se reformularon buscando realizar una mejor adaptación, con la visión integral que

Toolcarriers: Perfected yet rejected, GATE, Alemania, 1988, como otro ejemplo de las experiencias en tracción animal, en este caso en África, en Sierra Leona.

³⁹ Brian Sims es autor de múltiples trabajos de divulgación tecnológica. Podemos presentar una parte de sus escritos: Brian Sims: **Métodos de labranza en el cultivo del maíz**, Departamento de Ingeniería y Mecanización Agrícola, SARH/INIA/CIAGOC/CAECOT, México, enero de 1984; Brian Sims: **Una comparación económica entre cero labranza y labranza convencional en el cultivo de maíz al nivel del pequeño productor**, Unidad de Ingeniería y mecanización Agrícola, SARH/INIA/CIAGOC/CAECOT, México, mayo de 1984; Brian Sims, Javier Albarrán y David Moreno: **La multibarra, un implemento de tracción animal de uso múltiple**, Folleto misceláneo No. 1, SARH/INIFAP/Campo Agrícola Experimental Cotaxtla, Veracruz, México, octubre de 1986; Brian Sims: David Moreno y Javier Albarrán: **Conceptos y prácticas de cero labranza en maíz para el pequeño agricultor**, Folleto técnico No. 1, SARH/INIA/Campo Agrícola Experimental Cotaxtla, Veracruz, México, mayo de 1984; Brian Sims, David Moreno y Javier Albarrán: **Una comparación económica entre tres sistemas de mecanización en maíz y frijol**, Informe Técnico No. 8, Unidad de Ingeniería y Mecanización Agrícola, SARH/INIA/CIAGOC/CAECOT, Veracruz, México, febrero de 1982; David Moreno, Javier Albarrán, Sergio Jácome, Santos Campos Magaña: **El yunticultor, equipo y uso**, Folleto misceláneo No. 1, SARH/INIFAP/Campo Agrícola Experimental Cotaxtla, Veracruz, México, agosto de 1989.

nos ubica en el proceso de traducción tecnológica que he señalado antes.

Este modelo desarrollado lo hicimos trabajando en campo con otros productos, con productores... pero pidiendo el apoyo de los expertos en mecanización para explicar los problemas que teníamos, qué ocurría, qué había que modificar, qué había que reforzar... asuntos de diseño. Ellos lo hacían y nosotros trabajábamos en campo. De esa manera es como elaboramos la línea *Juan Jacobo Torres*⁴⁰ de yunticultor y esta línea *Plan Puebla*⁴¹ de la multibarra. Este es un modelo muy diferente... de lo que era el concepto original que venía de Inglaterra. Hay adiciones en ambas líneas que son cambios hechos aquí en México, interrelacionando en campo con los colegas de ingeniería de Cotaxtla.

La competencia entre los dos grupos y las dos opciones tecnológicas se produjo de inmediato. En buena medida se complementaban. Alrededor de la propuesta de nuevas adaptaciones y manejo integral se estableció una verdadera comunidad de ingenieros, tanto en Puebla como en Cotaxtla. Algunos de sus integrantes han sido en la primera región el Dr. José Isabel Cortés, experto fruticultor, el M.C. Ricardo Mendo, especialista en productividad de suelos, entre otros. En Veracruz se han ubicado el Dr. Santos Campos Magaña, el Dr. David Moreno Rico, entre otros en el campo Cotaxtla, y el Dr. René Camacho Castro, el Dr. Sergio Uribe Gómez y el M.C. Néstor Francisco Nicolás, en el Campamento del INIFAP en Santiago Tuxtla. La relación con los productores distinguió también las dos opciones.

Hubo dos líneas que se siguieron en Cotaxtla con el yunticultor: la de nosotros y la de Cotaxtla. El Dr. Brian Sims siguió el camino de entregarles el yunticultor tal y como venía de Inglaterra a algunos productores amigos de él, vecinos de Cotaxtla. Entonces ellos tienen la experiencia con el yunticultor original, de manejarlo en campo... Y a través del Dr. Campos Santos, se podrían conocer los nombres específicos de los agricultores que usaron el yunticultor siguiendo la línea de adaptación de Brian

⁴⁰ Ésta es una comunidad llamada regionalmente *Bodegas*, cerca de Santiago, en la Sierra de Los Tuxtlas, Veracruz.

⁴¹ Este *Plan* se presentó como una opción por parte del Colegio de Postgraduados frente a la quiebra del *Plan Chapingo*. Dentro del *Plan Puebla* se han desarrollado tecnologías, transferencias, aprendizajes y zonas de pruebas.

Sims. Él se los daba y les decía: “Bueno, regreso el mes que viene”. Les explicaba como funcionaba y regresaba después a ver como les había ido.

Nosotros seguimos una línea diferente: el yunticultor, como lo manejó Brian Sims, fue simplemente sustituir el arado o la sembradora o la siembra a mano y la carreta tradicional por un modelo, por este equipo que podía hacer todas estas operaciones en una sola unidad, pero sin cambiar la labranza convencional: había que arar, había que rastrear, y todos sus implementos venían incluidos en ese equipo. Había que sembrar: venía toda la sembradora. También tenía una plataforma que se le pone encima: entonces podía acarrear hasta una tonelada de material, sobre todo en la cosecha. Esa es la línea que siguió el Dr. Sims, y condujo a algunas modificaciones del yunticultor, pero muy pequeñas. Y la razón fue de que le tocó trabajar escogiendo un lugar donde las texturas son más bien francas y no había grandes necesidades de esfuerzos, con suelos ligeros.

Nosotros hicimos una cosa diferente: nos fuimos a una región en Los Tuxtlas con un proyecto financiado por el CONACYT para tres años, en el cual íbamos a trabajar con 8 familias, de las cuales..., todo está relatado en la tesis de René Camacho⁴², de las cuales habría 4 con más mano de obra que las otras. Eran tres factores que atendíamos: la disponibilidad de mano de obra, la disponibilidad de tierra de labor y... otro factor. Por eso fueron 8 productores.

Pero nos metimos a trabajar en todas las cosas con el sistema agrícola tradicional que consistía en sembrar maíz en el ciclo primavera-verano; luego doblarlo y volver a sembrar maíz en el ciclo otoño-invierno. Entonces, nosotros quisimos trabajar con el yunticultor pero en esas condiciones, y son suelos vertisoles, pesados, difícilísimos de trabajar.

Pero además de eso, nosotros quisimos incluir el concepto -que estaba muy de moda en esos años y que venía de la India, del ICRISAT, del Instituto de Investigaciones en Trópicos Semiáridos- en donde el yunticultor se usaba en un sistema de camas anchas, de metro y medio de ancho, permanentes, con pendiente controlada. Es decir, que uno las hacía de tal manera que tuvieran 5% de pendiente y que todas descargaran sus aguas a un sistema de drenaje y llegaran a un jagüey; y luego, ese jagüey, en función de la microcuenca que lo recibía -era el volumen-, se llenaba de agua en el ciclo primavera-verano y en el ciclo otoño-invierno se disponía de esa agua.

⁴² René Camacho Sánchez: *Desarrollo de un prototipo de explotación agropecuaria para pequeños productores en una región del trópico subhúmedo de México*, **Tesis de Maestría en Ciencias especialista en Suelos**, Centro de Edafología, Colegio de Postgraduados, México, 1983.

Las propuestas del grupo de ingenieros modificaban los procedimientos de los productores campesinos, buscando realizar una agricultura integral y con otras formas de eficiencia, donde las adaptaciones tecnológicas se presentaban constantemente.

La concepción integral, como un esfuerzo de los ingenieros por vincularse y entender el proceso de producción campesino, obligó a realizar las modificaciones en el diseño tecnológico que se ofreció. El yunticultor con la multibarra resultó ser un instrumento versátil. El proyecto sin embargo tuvo dificultades. Finalmente había sido pensado por los técnicos, que requerían primero que nada, experiencias de que los traslados de las tecnologías apropiadas que ellos estaban formulando, podían ser funcionales en la producción campesina.

Pero algo estaba faltando. Las dificultades dentro de la familia se produjeron como controversias y conflictos, dentro de la comunidad también. Proponer las innovaciones enfrentó a los técnicos con los usuarios, quienes se mantenían en la cultura agrícola aprendida después de 30 años de conformación. Crear una cultura tecnológica tarda tiempo. Pero quererla sustituir por otra tarda más tiempo, acaso generaciones. Los productores no aceptaron al tractor de inmediato. Tampoco iban a rechazarlo de inmediato. Los procesos tecnológicos son así, y más cuando se entroncan con las formas de vida y de cultura dentro de una comunidad. Otros problemas se presentaron con los créditos, los financiamientos y los pagos.

La cultura tecnológica entre los productores no incluye sólo la adquisición, el uso y el manejo de artefactos: incorpora formas de organización, de financiamiento, de prestigio, de relaciones comunitarias y regionales. Comparados con los ingenieros y técnicos, son dos universos que se cruzan generalmente sin rozarse. Los esfuerzos de integración del equipo en el que participaba el doctor Turrent descubrieron de manera directa nuevos planos de la transferencia.

Los planos de comprensión estaban definidos y las fronteras no permitían acercar a las dos formas de comprender. Por una parte, la comunidad de ingenieros pensaba su proyecto e intentaba hacerlo funcionar en condiciones reales, demostrando el valor de los

planteamientos científicos y tecnológicos. De esta manera definía un territorio tecnológico cultural⁴³.

Por otra parte, los productores insertos en otra dimensión de la vida, aceptaban ingresar a los proyectos validando una forma de pertenecer a una comunidad rural. Cuando esta identidad se deterioraba o se ponía en entredicho el valor, entonces se cuestionaba el proyecto que se les traía. Obtener recursos era una parte, mantener o desarrollar una presencia o un prestigio a nivel comunal era acaso más importante. La definición de los territorios tecnológicos culturales se producen en la comunidad de productores de otra manera, donde los principios de eficiencia y eficacia, de economía y productividad se modifican y valoran de otra forma, que por apartarse de los términos científicos no deja de tener su importancia.

La comunidad genera sus estrategias a través de la familia, en tanto unidad doméstica. La irrupción de elementos tecnológicos de fuera modificaba también de manera abrupta y rápida los términos de las negociaciones entre los miembros de la familia, y reestructuraba las relaciones de dominio dentro de la familia, como lo advierte el maestro Turrent, así como al interior de la comunidad y seguramente en términos de región ocurrió algo parecido.

Visitar la comunidad y entrevistar a algunos de los participantes fue clarificador. Por una parte, de los beneficiados por el yunticultor y la multibarra dentro de la propuesta de Sims destacó un productor que realizó sus actividades de manera exitosa, logrando incrementar la producción de maíz siguiendo las indicaciones de los técnicos. Al concluir el proceso, después de cinco años, los ingenieros aseguraban que este productor adquiriría el equipo y continuaría con su uso. Pero en este tiempo, este productor había logrado hacerse de un ahorro significativo gracias a la participación en el proyecto, decidiendo que no adquiriría el equipo, sino que compraría un tractor comercial y abandonaría la producción de maíz para sembrar piña.

En el caso de la experiencia de *Bodegas*, del ejido *Juan José Torres* en Los Tuxtlas, ninguno de los ocho productores continuó con el proyecto ni adquirió el yunticultor y la multibarra. Poco a poco las obras se fueron dejando perder. Lo único que si pidieron fue que les vendieran los bueyes, ya que “eran unos animales grandotes y muy bonitos”⁴⁴. La respuesta fue que no se les podían vender,

⁴³ Ver, Jorge Ocampo: *Los sujetos tecnológicos y la región...* **op. cit.**

⁴⁴ Jorge Ocampo Ledesma y María Isabel Palacios Rangel: **Entrevista realizada a Doña Teresa Xólotl, jefa de una de las ocho familias**

ya que eran propiedad del INIFAP. Se quedaron con las vacas y becerros, ya que ellos los habían comprado. “Por lo menos ahora toman leche” fue el comentario del técnico Luis Castillo, que nos acompañó en el recorrido por la zona⁴⁵.

Los problemas y las dificultades, incluido el fracaso, son parte de todo proyecto. Pero lo importante es la perseverancia, el tesón de la comunidad tecnológica que endereza una y otra vez sus acciones, ampliando sus bases científicas, desarrollando su comunidad y sus instituciones, fomentando nuevas experiencias, creándose una identidad sostenida en una idea de nación. Ello nos lleva a preguntarnos: ¿De qué están hechos estos técnicos mexicanos que cuando parece que todo les falló, ya se preparan para continuar con nuevas propuestas?⁴⁶

Una de las propuestas perseverantes sobre los tractores mexicanos la representa la comunidad de ingenieros agrupados en el **Instituto Tecnológico Agropecuario No. 23 de Oaxaca**, el **ITAO**.

receptoras de los apoyos, PHO/Mecanización, Programa de Investigaciones Históricas (PIHAAA/CIESTAAM), UACH, noviembre de 1999. Ver también, Omar Masera Cerruti: **Crisis y mecanización de la agricultura campesina**, El Colegio de México, México, 1990, pp. 35-37, donde el autor presenta al yunticultor y a la multibarra como parte de las experiencias exitosas del Campo Experimental Cotaxtla del INIFAP, y lamenta el poco apoyo gubernamental para estimular estas tecnologías.

⁴⁵ A quien le agradecemos las atenciones y apoyos que nos brindó en el recorrido de Santiago a *Bodegas*, nos presentó a una parte de los participantes en el proyecto del INIFAP y nos explicó las labores que se realizan en los estudios de conservación de suelo. Nuestra gratitud también para el Dr. Sergio Uribe, entusiasta investigador del Campo Experimental Agrícola de Cotaxtla, por sus atenciones.

⁴⁶ Como se ha explicado antes, el *Plan Puebla*, en tanto modelo, fue aplicado con diversas modalidades en otras regiones del país, tanto por el CP como por otras instituciones, como el INIA/INIFAP. Es el caso de La Montaña de Guerrero, donde se impulsaron diferentes programas. Entre 1986-1990 se estableció el uso experimental de la multibarra y el yunticultor, así como varios implementos. Sin embargo, ninguna “... de estas tecnologías pudo ser adaptada e implementada en la región. No representaron alternativas reales para fortalecer a la agricultura indígena”. Ver, Marcos Matías Alonso: **La agricultura indígena en La Montaña de Guerrero**, DVV-Altépetl-CONACULTA-Plaza y Valdés editores, México, 1997, p. 70. En este texto, el autor también presenta *La triste historia de los tractores agrícolas*, donde narra dos experiencias frustrantes con respecto al manejo y operación de los tractores agrícolas en Acatlán, Gro. (pp. 120 y s.). Lo peor es que este tipo de experiencias no son aisladas ni son excepcionales. Difundir tecnología no apropiada y no capacitar a los usuarios, ha representado una tradición en las regiones de temporal, y más en las regiones pobres.

Integrante del sistema de la Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria -la DGETA-, es parte de la Subsecretaría de Educación e Investigación Tecnológica, la ISET; de la Secretaría de Educación Pública a nivel federal. Se creó bajo el Decreto No. 58 del 6 de noviembre de 1981 por la LI Legislatura del Estado de Oaxaca, e imparte educación a nivel licenciatura y postgrado.

En noviembre de 2002 visitamos el Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca, el ITAO. Después de las atenciones y amabilidades de sus directivos, entrevistamos al Ing. Humberto Heredia Vargas, profesor del ITAO. Con una gran disposición, nos explicó buena parte de sus experiencias en el trabajo del **Tracto-SEP** o *Chapulín*. La entrevista se realizó en el mismo taller, frente a los prototipos e implementos. Nos dice el ingeniero Heredia:

Lo que tenemos aquí es el modelo que llamamos TF-2000, que viene siendo la tercera versión de minitractores producidos con participación del ITAO. Es la tercera versión porque comenzamos con un minitractor, impulsado por bandas... pero el original, el número uno, tenía partes de importación: la caja de velocidades, la caja de cambios, el motor..., venía too de importación. La segunda versión, que también es por bandas... es ya con integración de partes nacionales.

La preocupación por incluir partes nacionales no es gratuita. Surge de una pretensión establecida en los años de 1960 para utilizar resultados producidos nacionalmente, a fin de generar empleos. Sin embargo, como se verá, las partes *nacionales* son transnacionales. Por otra parte, lo interesante es el esfuerzo de los ingenieros mexicanos de preparar tecnología accesible para los productores, en una búsqueda constante por mejorar y adaptar sus propuestas.

La fabricación de estos tractores no ha sido fácil. Las pruebas se hicieron lo más exhaustivamente posible. La eficiencia se demostró.

Hemos hecho aquí alrededor de 10 tractores, de la segunda versión. Esos tractores los hicieron los alumnos del CONALEP, que conocen y son buenos con la soldadura. Hicimos pruebas con algunos productores de Valles Centrales, hicimos pruebas en la Costa, hicimos pruebas en Nochixtlán, buscando las tres texturas de suelos para ver sus límites y establecer los marcos de dónde puede trabajar el tractor. Y no hubo ningún problema, siempre y cuando el terreno estuviera en condiciones de preparación...

...donde la yunta puede hacer su trabajo, también este tractor puede hacerlo eficientemente y con menos esfuerzo...

Todos los implementos -rastra, arado, sembradora, etc.- son comerciales, adaptados. Lo que se fabrica en el ITAO es el chasis y las flechitas. Si bien la incorporación de partes comerciales eleva los costos, permite que los prototipos puedan ser armados. Lo que es posible de producir, se hace, demostrando el conocimiento de ingeniería que se posee.

Los rendimientos y la vida útil del tractor permiten recuperar los costos y las inversiones. Más aun cuando se orienta hacia los pequeños productores.

Aun cuando se tienen problemas de estabilidad en el tractor, éste puede operar en terrenos con pendientes hasta de 8% con buena eficiencia. La inestabilidad se resuelve con contrapesos. Otro problema es el *patinaje*, lo cual se compensa con lastres para hacerlo más pesado, pues con su casi media tonelada es demasiado liviano para algunos terrenos. Otro problema más, es la vibración en el motor que “molesta un poquito al operador”.

A pesar de que se difunde la producción de los *Tracto-SEP*, uno de los grandes problemas es que la producción de los tractores mexicanos es marginal. La propuesta se ubica en instituciones educativas o de investigación que no permiten producirlas en serie. Esto repercute en ciertas molestias, acaso asoma la frustración.

Finalmente, y de ninguna manera por ser menos importante, interesa presentar la experiencia y la palabra del Dr. **Benjamín Figueroa Sandoval**.

Nació en Guadalajara, Jalisco en 1949. Estudió en la Escuela Nacional de Agricultura la carrera de Ingeniero Agrónomo con especialidad en Suelos, y egresó en 1972. Realizó los estudios de Maestría en Física de Suelos en el Colegio de Postgraduados, y obtuvo su título en 1975. Hacia 1979 concluyó el Doctorado en Ciencias del Suelo por la Universidad de Sydney, en Australia.

Con una amplia experiencia docente en el Colegio de Postgraduados, en la ENA-UACH y en la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, ha desarrollado una también una buena experiencia en investigación, tanto en el CP como en el INIFAP y en los Estados Unidos.

Ha sido Director del Centro Regional para Estudios de Zonas Áridas y Semiáridas (CREZAS) del Colegio de Postgraduados, y coor-

dinó de 1982 a 1992 a decenas de investigadores en proyectos multidisciplinarios. De este Centro han egresado varios postgraduados y han participado diversos tesis e investigadores. El Dr. Figueroa fue Director de Transferencia de Tecnología del CP de 1994 a 1996 y Director de Desarrollo Rural de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, de mayo de 1996 a noviembre de 1998. Fue Director General del Colegio de Postgraduados de 1998 hasta el año 2006.

Dentro de sus experiencias profesionales, destacan para nuestro interés las relacionadas con el trabajo multidisciplinario bajo el enfoque de sistemas agrícolas, el conocimiento sobre transferencia de tecnología sobre la base de formación de alianzas, y la organización de proyectos en predios pequeños para mecanización. Una orientación que destaca en sus trabajos desde 1981 es la referida a la agricultura de conservación, para lo cual se ha especializado en el uso y manejo de equipos agrícolas como la piletadora, de tecnologías como la hidroponía para zonas áridas y semiáridas, desarrollando líneas de investigación para el diseño de equipos de laboreo adecuados (piletadoras, sembradoras, coas mecánicas, yuncales, aditamentos en motocultores).

La formación de alianzas entre agroempresas, instituciones de investigación y organismos gubernamentales para promover tecnologías de agricultura sustentable ha sido una de las actividades estratégicas del maestro Figueroa.

Para el Dr. Figueroa la tecnología agrícola, y dentro de ésta la mecanización, es un reto que recorre el proceso productivo rural. Sin embargo, su consideración es que en la transferencia de tecnología hay cosas que fallan. Los técnicos generalmente se refieren a las condiciones de eficacia, de eficiencia y productividad.

...estaba el hecho de que todo era ingenieril; el problema es considerado estrictamente ingenieril: tú resuelve el problema y *estás del otro lado...* Te traigo esto a colación, porque resulta que con esta idea de promover la conservación, le habíamos metido mucho trabajo: haciendo manuales, creando cursos, yendo a trazar terrazas. ¡Y rechazo tras rechazo de los productores!

Entonces empezamos a entender que el asunto era más social-cultural que meramente la importación de la tecnología. Porque lo que habíamos hecho era una adecuación de los principios, de los que eran principios ingenieriles. Ahí no hay problema. No hay problema, por ejemplo, de pasar un principio de este tipo del Mar Báltico a nuestro país. Es muy claro, tiene principios físicos. No hay problema.

La ubicación en el contexto de un grupo de productores, eso ya era otro cantar y ahí fue donde empezamos a *patinar*. Yo me di cuenta, porque al estar metido en lo de las parcelas y todo este trabajo de campo, empecé a razonar que había un problema fuerte de recursos involucrado, que evitaba que esto se pudiera hacer. Y un problema también de mecanización. Ahí fue donde caí en cuenta. Por el tamaño de parcela, por el tipo de forma de tenencia [de la tierra] que se desarrolló en el país, muchos de estos principios no funcionaban porque involucraban perder mucho espacio. No es lo mismo trazar una obra de conservación que se va a mecanizar, en un predio de 200 hectáreas compactas, que hacerlo cuando tienes a 100 productores metidos en medio, porque hay un montón de caminos, hay un montón de cercas, hay un montón de barreras, y eso se vuelve un asunto de perder mucho tiempo y mucho dinero para el productor, porque va a tener que dar muchas vueltas.

Abrirse a las experiencias y pensarlas con otras formas de entender, ha permitido valorar la situación ofreciendo un nuevo conocimiento y nuevas estrategias para atender las necesidades.

Ahí hay un fenómeno muy interesante... de las zonas más mecanizadas del país. A veces uno piensa que lo más mecanizado es El Bajío o Sonora, y no es cierto: ahí en esa región [árida de San Luis Potosí donde está el CREZAS] tienen gran cantidad de tractores, porque con los desmontes la tractorización es obligada. Entonces había una mezcla interesante: necesitaban sembrar muy rápido, porque si en 15 días no se siembra, se pierde la humedad. Entonces, llueve y se tienen que meter a trabajar durísimo. De ahí que los tractores estuvieran haciendo unos *problemones* de erosión y otras cosas. Pero lo importante es que empezó a mezclarse tractorización con tracción animal, porque con el tractor nomás se preparaba el terreno y se sembraba. Y todo lo demás lo hacían con la yunta. **Ahí fue donde entendí que el problema más fuerte no era el tractor: eran los implementos que acompañan al tractor.** Lo que más preocupó durante mucho tiempo en el país fue el tractor. Y resulta, ya ahora que lo veo a distancia y fríamente, que han fracasado de diferentes maneras los proyectos de tractorización.

Este es uno de los puntos de vista interesantes de la experiencia del ingeniero Figueroa. Lo importante no es el tractor, sino los implementos, que son los que a final de cuentas hacen el trabajo. Su experiencia lo llevó a vincularse con diferentes ofertas, dentro

de las cuales están las que hemos conocido con el maestro Lara López y con el maestro Turrent.

Los problemas de aceptación de las propuestas tecnológicas lo llevaron a buscar nuevos elementos para entender el proceso de transferencia. De ahí surgió la propuesta de armar las *Alianzas*, apoyado por funcionarios de la SAGAR. Ello le permitió conocer de manera fina las condiciones de la producción e tecnología agrícola, así como a los fabricantes nacionales.

Entonces, en esa *Alianza*, empecé a conocer a las empresas. Porque invitamos a John Deere, a Massey-Ferguson, a New Holland, e hice muy buena relación con la gente que estaba promoviendo el sistema de labranza [de conservación]. Incluso con los fabricantes de equipo y no de tractores, como los Carrera [de Zacatecas], con otro compañero que se llama Enrique Martínez que tiene una compañía en Monterrey que se llama *TerraMac*. El distribuye equipos, pero también produce. El produce aspersoras y algunas rastras. Eso lo que me sirvió de antecedente para involucrarme un poquito más y entender qué había ocurrido. Ahí fue donde entendí otras cosas, a través de conocer a toda esta gente y conocer el problema que les ocurrió con lo de SIDENA...⁴⁷

Siendo consecuente con su visión de que lo importante son los implementos, el maestro Figueroa considera que:

Con todo esto de las conservaciones, yo me di cuenta, primero, del **problema monopólico de los tractores...** en tractores este asunto ya se volvió tan monopólico como en carros, como en la industria automotriz. **No va a haber ningún proyecto nacional exitoso en tractores.** Con eso te digo todo.

Las compañías... -irán a haber 3 ó 4 compañías- manejan el negocio de tractores. Lo que sí puede haber es una política nacional para que los tractores que se usen en el país sean adecuados. Y no se puede imponer, se tiene que inducir...

...Por eso yo creo que una política de tener un tractor propio de México es un sueño. Es un sueño y a lo mejor ni es rentable. Convendría más, vamos, en esa línea apoyar a que siga habiendo aquí armadoras, porque tendríamos al menos el producto a un precio menor por estar ubicado en el área donde estamos nosotros necesitando el tractor. Yo veo más la **necesidad de**

⁴⁷ SIDENA desapareció bajo la ola de neoliberalismo en el gobierno. Abandonada desde el inicio, traicionada en muchas ocasiones desde las esferas de gobierno, donde se preferían las opciones transnacionales que las propuestas paraestatales. Para el maestro Figueroa lo que tronó a SIDENA fue la falta de mercadotecnia.

desarrollar una política tecnológica al respecto, que ponga en el centro la producción de los implementos.

Yo creo que ahí es donde si nos faltó empujar, porque finalmente el implemento si da para compañías pequeñas competitivas.

...el desarrollo tecnológico debía estar más orientado a llenar los huecos que las [empresas] monopólicas están dejando. Estos huecos son los implementos, son cuestiones ya muy específicas de procesos de trabajo en cada región, pero lo que es el diseño de los tractores grandes, yo pienso que es mejor llegar a una negociación con una compañía y lograr una producción a un precio razonable en el país. Yo veo muy difícil que desarrollemos un prototipo de tractor que salga más económico que como lo están haciendo estas grandes compañías. Es imposible, *deveras*. Yo así lo aprecio.

4. No todos los tiempos serán iguales: un espacio abierto con perseverancia

Hemos visto como en el periodo de los años de 1970 se logró conformar una comunidad tecnológica que, aun con diferentes propuestas y consideraciones, mantiene una identidad y se esfuerza por continuar.

Los ingenieros agrícolas, *inexistentes* en nuestro país en los años cincuenta, lograron desplegar una personalidad que contiene una visión de construcción nacional desde la tecnología. Para ello tuvieron que enfrentar múltiples problemas y dificultades, sobre todo las expresadas por un gobierno incapaz de definir los términos del intercambio tecnológico con el centro, si no en términos de soberanía y autodeterminación, por lo menos en términos de una verdadera negociación. La sospecha de que los vínculos múltiples de las trasnacionales con el gobierno inhiben cualquier formulación explícita, se robustece cuando se revisa el proceso histórico.

Pero como he anotado, lo importante no es apreciar los fracasos de los técnicos e ingenieros mexicanos, sino su perseverancia y tesón, su preocupación por atender a los pequeños productores que forman la gran mayoría en el campo, y el gran interés por desarrollar tecnologías adecuadas y accesibles.

El espacio abierto en la década de 1970 no se ha cerrado, por más que la trasnacionalización se imponga. El debate continúa abierto y se desarrolla con otras condiciones, donde la comunidad tecnológica mexicana se construye y se mantiene. La confrontación,

agazapada, se sostiene en una serie de acciones cotidianas, que llevan a preparar escenarios, ocupar puestos de dirección, orientar a los nuevos técnicos e ingenieros, mantener y reforzar las propuestas. No todos los tiempos serán iguales.

Por otra parte, la metodología de la prosopografía ha permitido reconstruir una serie de enlaces, destacando características de un verdadero proceso histórico.

Si apreciamos esta construcción desde las experiencias comentadas, veremos un proceso similar a lo evolutivo: se va desde la capacitación de instructores y tractoristas; se transita por el diseño de tres prototipos de *Tractor-UNAM*; se avanza en la producción de decenas de *Motocultores de Alto Despeje*; se continúa con la construcción y prueba de los *yuncultores* y las *multibarras* dentro de varias regiones y comunidades en un proceso integral de vinculación; se mantiene la producción y el mejoramiento del *Tracto-SEP*; se ha logrado incorporar a parte de estos ingenieros en puestos de toma de decisiones; se ha constituido una verdadera red sociotécnica de actores, con capacidad de interlocución, de formación de nuevos integrantes, de consolidación de instituciones. Un elemento que destaca en este proceso es la realización de trece congresos nacionales de ingeniería agrícola, patrocinados por la **Asociación Mexicana de Ingeniería Agrícola**.

El desarrollo y consolidación de la comunidad de ingenieros agrícolas resulta entonces evidente. Pero lo más importante es que se construye al mismo tiempo un concepto de tecnología, un concepto de diseño que de manera hasta cierto punto espontánea es compartido por sus integrantes.

Asumir la construcción de la comunidad de ingenieros agrícolas requiere ahora hacer explícitos los marcos conceptuales de su acción, al mismo tiempo que aceptar el debate interno en términos de precisar las personalidades que establece su proceso de construcción y la identidad nacional.

Anexo.

La Prosopografía y las redes sociotécnicas de actores.

La prosopografía se define en el Larousse como la descripción del exterior de una persona, animal o cosa. Aplicada a los procesos sociales puede entenderse con más elementos, de inicio no sólo a los externos.

La prosopografía es cada vez más utilizada en las explicaciones sociales e históricas, y es considerada como un método de explicación de genealogías. En nuestro caso, lo aplicamos a la reconstrucción de las comunidades de científicos y de técnicos, que nos permite apreciar las continuidades y las rupturas, acaso poniendo en práctica lo señalado por T. S. Khun respecto a la relación seguida entre la ciencia normal y la ciencia periférica.

El hilo conductor por el que se mueve la prosopografía es el pensamiento científico y tecnológico, es decir, el conjunto de ideas, planteamientos, conceptos e ideologías que se desarrollan alrededor del quehacer de los técnicos y de los científicos. Lo que destaca esta metodología es similar a la reconstrucción del árbol genealógico familiar, sólo que en vez de atender al apellido para estructurar los linajes, éstos se recomponen por la afinidad, el acercamiento y la formación de escuelas de pensamiento, donde la tradición expresada en los linajes científico-tecnológicos, los mitos sobre los cuales se fundan y desarrollan, y las herencias culturales que mantienen y validan, adquieren una significación similar a las familiares.

El linaje científico-tecnológico, compuesto por las elaboraciones teóricas y metodológicas del pensamiento científico y técnico -las escuelas de pensamiento científico-técnico-, así como por los elementos de estructura (laboratorios, bibliotecas, asociaciones, academias, cátedras, etc.) y de conceptos y líneas de trabajo y de investigación, de relaciones e influencias políticas y sociales, de prestigios y de personalidades, son reforzados por las elaboraciones míticas y simbólicas que agrupan a una comunidad científico-tecnológica bajo la consideración de poseer un origen común y de compartir por tanto una identidad simbólica, ordenada en torno a afinidades y jerarquías, así como por conceptos y organizaciones.

Estas consideraciones sobre el linaje pueden ser extendidas o reducidas, según el punto de observación. Esta amplitud se refiere en relación a la noción que se posee respecto a la influencia del

pensamiento o escuela científico-tecnológica. Sin embargo, por sus propias características, el pensamiento científico-tecnológico no posee un límite preciso, una frontera definida con toda precisión. Siendo construcciones sociales, se expresan en una dimensión donde las fronteras se diluyen en playas de amplias extensiones y donde anidan diversos procesos. A pesar de ello, la parte nodal de la escuela científico-tecnológica requiere precisarse, pues de otra manera los linajes se pierden, las personalidades se diseminan y las identidades se disuelven.

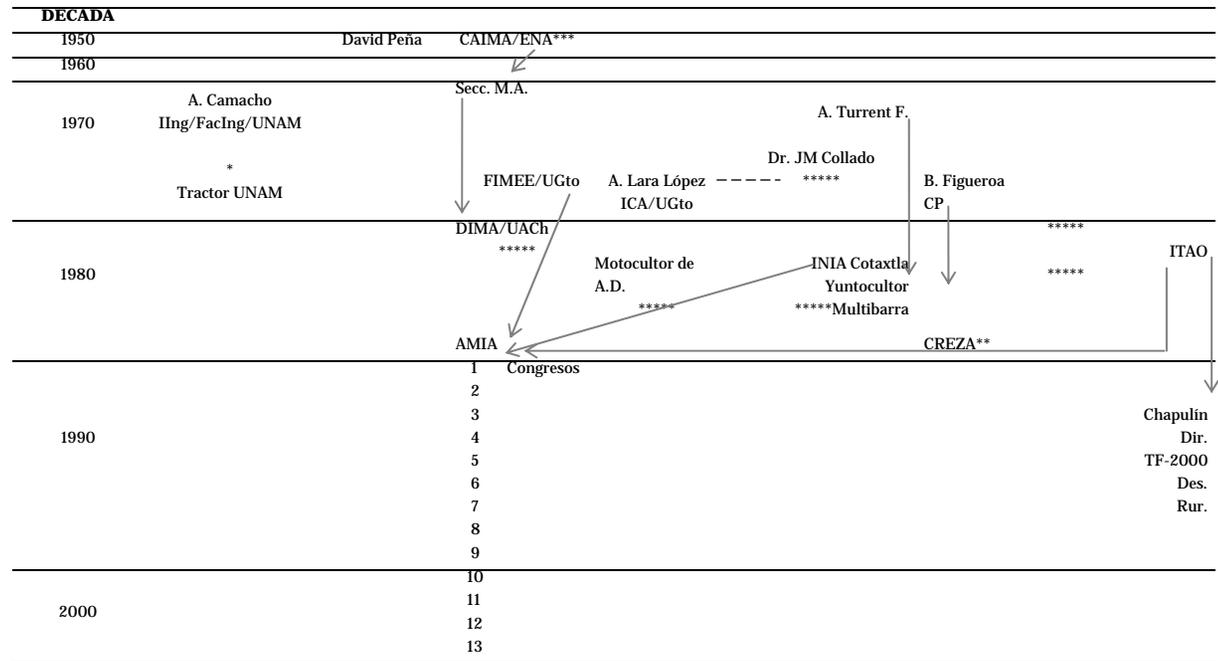
La formación de los linajes y la estructura de una tradición se presentan con mayor intensidad en el centro de las construcciones científico-tecnológicas, o en los espacios inmediatos a la personalidad-eje. A medida que las elaboraciones se alejan de estas condiciones, el pensamiento o escuela científico-tecnológica se descompone, incorporando elementos que hibridizan sus formulaciones, al tiempo que en ocasiones permite enriquecerlas.

También aquí la herencia requiere de precisar las paternidades, manteniendo las identidades y los linajes, evitando las imprecisiones al respecto. Sin embargo, en tanto la formulación extendida del linaje, éste puede rebasar la frontera del grupo inmediato y de la personalidad-eje, inscribiéndose en periodos históricos amplios, procesos de larga duración que no necesariamente corresponden con los ciclos políticos o económicos. Es en estos ciclos científico-tecnológicos donde los alcances de la tradición construida por este pensamiento o escuela científico-tecnológico, pueden observarse de manera más completa y donde las fronteras ya no se presentan tan evidentes como en los acercamientos desde lo cotidiano.

Estos alcances se pueden representar, por ejemplo, con la emergencia simultánea de varias expresiones dentro de un mismo pensamiento científico-tecnológico, que aun cuando se expresen y se ubiquen en instituciones diferentes y con diversas ofertas científicas y técnicas, aun con estas diferencias se pueden comprender dentro de una misma concepción, compartiendo marcos conceptuales y teóricos de identidad solo visibles en una perspectiva histórica de largo plazo.

Es claro que este proceso de formulación prosopográfica detalla la conformación de paradigmas científicos y tecnológicos, mismos que constituyen el elemento fundamental de identidad dentro de la ciencia y de la tecnología.

LOS DISEÑADORES DE TECNOLOGÍA AGRÍCOLA: LA BÚSQUEDA NACIONAL
 (Los * señalan la formación de comunidad de ingenieros agrícolas)





El ingeniero Alberto Camacho Sánchez en su oficina en el taller de mecánica de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, en la Ciudad Universitaria.



La misma foto del *Tractor UNAM* que aparece al fondo de la imagen anterior.



El ingeniero David Peña en la sala de su casa en el Pueblo Cooperativo, Chapingo, México.



El ingeniero Arturo Lara López en sus oficinas en la Universidad de Guanajuato, en la ciudad de Guanajuato.



El Motocultor de Alto Despeje, en sus dos versiones. Facultad de Ingeniería Mecánica, Eléctrica y Electrónica, Salamanca, Guanajuato.



El señor Jorge Sánchez, herrero y mecánico,
en su taller de Salamanca, Guanajuato



El ingeniero Antonio Turrent en su oficina en el Campo Experimental *El Horno*, del INIFAP, Chapingo, México.



Un prototipo de yunticultor en el Campo Experimental del INIFAP, en Cotaxtla, Veracruz.



Las versiones de *Tracto SEP* o *Chapulín*, en el ITAO, Ciudad de Oaxaca.



La cuarta versión del *Chapulín*.



El ingeniero Benjamín Figueroa en sus oficinas de la dirección del Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.

Fuentes

Bibliográficas y Hemerográficas

Barrera, Nelson, Celia Baldatti y Roque Pedace: **Un análisis sistémico de políticas tecnológicas. Estudio de caso: el agro pampeano argentino 1943-1990**, Universidad de Buenos Aires, Argentina, 1997.

Bernal, John D.: **La ciencia en la historia**, UNAM/Editorial Nueva Imagen, México, 1981.

Cueto, Marcos: **Excelencia científica en la periferia. Actividades científicas e investigación biomédica en el Perú. 1890-1950**, GRADE-CONCYTEC, Lima, 1989.

Cruz, Artemio y Tomás Martínez Saldaña: **La tradición tecnológica de la tracción animal**, UACH, México, 2001.

Fajnzylber, Fernando: **La industrialización trunca en América Latina**, Editorial Nueva Imagen, México, 1983.

Garibay, Ángel María: **Mitología griega, dioses y héroes**, Editorial Porrúa, México, 1975.

Gómez Jasso, Ramón: **Logros y aportaciones de la investigación en la ingeniería y la mecanización agrícola**, SARH, INIA, México, 1983.

Gracia, Jesús, José Luis Calva y Saúl Escobar **et al.**: **Estado y fertilizantes**, SEMIP/FERTIMEX/UNAM/FCE, México, 1988.

Masera Cerruti, Omar: **Crisis y mecanización de la agricultura campesina**, El Colegio de México, México, 1990.

Matías Alonso, Marcos: **La agricultura indígena en La Montaña de Guerrero**, DVV-Altépetl-CONACULTA-Plaza y Valdés editores, México, 1997.

Memoria del Foro Nacional sobre empleo de animales de trabajo en la agricultura y el desarrollo sustentable, Dirección de Centros Regionales Universitarios/UACH, Morelia, Michoacán, México, 27, 28 y 29 de noviembre de 1997.

Memoria del XII Seminario de Avances y resultados de Investigación, Programa de Investigaciones Históricas, CIES-TAAM, UACH, México, 2006.

Moreno, David, Javier Albarrán, Sergio Jácome, Santos Campos Magaña: **El yunticultor, equipo y uso**, Folleto misceláneo No. 1, SARH/INIFAP/Campo Agrícola Experimental Cotaxtla, Veracruz, México, agosto de 1989.

Ocampo Ledesma, Jorge: **De café, cocos y hongos: los procesos tecnológicos agrícolas y el modelo agroexportador en América Latina**, Colección Ciencia-Tecnología e Historia, serie 2000, No. 2, PIHAAA, CIESTAAM, Universidad Autónoma Chapingo, México, 2000.

Ocampo Ledesma, Jorge, Elia Patlán y Antonio Arellano (coordinadores): **Un debate abierto. Escuelas y corrientes de la tecnología**, CIESTAAM, UACH, México, 2003.

Ocampo Ledesma, Jorge: *Modelos Tecnológicos*, **Ciencia, Tecnología, Sociedad** No. 1, Programa de Investigaciones Históricas, CIESTAAM, UACH, México, 2007.

Ocampo Ledesma, Jorge: *Sujetos Tecnológicos, Paradigmas Tecnológicos*, **Ciencia, Tecnología, Sociedad** No. 2, Programa de Investigaciones Históricas, CIESTAAM, UACH, México, 2007.

Ocampo Ledesma, Jorge: *Los sujetos tecnológicos y la región: el territorio tecnológico*, **Ciencia, Tecnología, Sociedad** No. 3, Programa de Investigaciones Históricas, CIESTAAM, UACH, México, 2007.

Ortíz M., Guillermo y Rosaura Reyes C.: *La planeación para el desarrollo de las ciencias agrícolas en México*, en: **Memoria del XII Seminario de Avances y resultados de Investigación**,

Programa de Investigaciones Históricas, CIESTAAM, UACH, México, 2006.

Palacios Rangel, María Isabel: **Los directores de la Escuela Nacional de Agricultura. Semblanzas de su vida institucional.** CIESTAAM, Universidad Autónoma Chapingo, México, 1999.

Pérez, Carlota: **Revoluciones tecnológicas y capital financiero,** Siglo XXI editorial, México, 2004.

Pérez Godínez, Edmundo, Rosaura Reyes C. y Ma. Eugenia Suárez D.: *Diseño y evaluación de equipo de esterilización para producción de hongos comestibles,* en: **Memoria del XII Seminario de Avances y resultados de Investigación,** Programa de Investigaciones Históricas, CIESTAAM, UACH, México, 2006.

Rubio, Blanca: **Explotados y excluidos. Los campesinos latinoamericanos en la fase agroexportadora neoliberal,** UACH/Plaza y Valdés editores, México, 2001.

Sábato, Jorge: *Desarrollo tecnológico en América Latina y el Caribe,* en: **Revista de la CEPAL,** No 10, abril de 1980, Santiago de Chile.

Saldaña, Juan José (compilador): **Introducción a la teoría de la historia de las ciencias,** UNAM, México, 1989.

Sepúlveda, Ibis: **El cambio tecnológico en el desarrollo rural,** UACH, México, 1992.

Sims, Brian: **Métodos de labranza en el cultivo del maíz,** Departamento de Ingeniería y Mecanización Agrícola, SARH/INIA/ CIAGOC/CAECOT, México, enero de 1984.

Sims, Brian: **Una comparación económica entre cero labranza y labranza convencional en el cultivo de maíz al nivel del pequeño productor,** Unidad de Ingeniería y mecanización Agrícola, SARH/INIA/CIAGOC/CAECOT, México, mayo de 1984.

Sims, Brian, Javier Albarrán y David Moreno: **La multibarra, un implemento de tracción animal de uso múltiple**, Folleto misceláneo No. 1, SARH/INIFAP/Campo Agrícola Experimental Cotaxtla, Veracruz, México, octubre de 1986.

Sims, Brian, David Moreno y Javier Albarrán: **Conceptos y prácticas de cero labranza en maíz para el pequeño agricultor**, Folleto técnico No. 1, SARH/INIA/Campo Agrícola Experimental Cotaxtla, Veracruz, México, mayo de 1984.

Sims, Brian, David Moreno y Javier Albarrán: **Una comparación económica entre tres sistemas de mecanización en maíz y frijol**, Informe Técnico No. 8, Unidad de Ingeniería y Mecanización Agrícola, SARH/INIA/CIAGOC/CAECOT, Veracruz, México, febrero de 1982.

Starkey, Paul: **Animal-Drawn Wheeled Toolcarriers: Perfected yet rejected**, GATE, Alemania, 1988.

Unger, Kurt: **Competencia monopólica y tecnología en la industria mexicana**, El Colegio de México, México, 1985.

Wallerstein, Immanuel: **Después del liberalismo**, Siglo XXI editores/UNAM, México, 1996.

Wallerstein, Immanuel: **La crisis estructural del capitalismo**, editorial Contrahistorias, México, 2005.

Wionczek, Miguel: **Inversión y tecnología extranjera en América Latina**, editorial Joaquín Mortiz, México, 1971.

Wionczek, Miguel: **Comercio de tecnología y subdesarrollo económico**, UNAM, México, 1973.

Wionczek, Miguel: **Capital y Tecnología en México y América Latina**, editorial Porrúa, México, 1980.

Wionczek, Miguel: *Las principales cuestiones pendientes en las negociaciones sobre el Código de Conducta de la UNCTAD para la transferencia de tecnología*, en: **Revista de la CEPAL**, No. 10, abril de 1980, Santiago de Chile.

Wionczek, Miguel et al. : La transferencia internacional de tecnología. El caso de México. FCE, México, 1974.

Tesis

Camacho Sánchez, René: *Desarrollo de un prototipo de explotación agropecuaria para pequeños productores en una región del trópico subhúmedo de México*, **Tesis de Maestría en Ciencias especialista en Suelos**, Centro de Edafología, Colegio de Postgraduados, México, 1983.

Ocampo Ledesma, Jorge: *Sujetos y paradigmas tecnológicos: la tractorización del campo mexicano. Un escenario de conflicto desde Juchitepec, Estado de México*, **Tesis de Doctorado**, UAM-Xochimilco, noviembre de 2004

Entrevistas

Ocampo Ledesma, Jorge: **Dr. Alberto Camacho Sánchez, constructor del Tractor-UNAM**. Programa de Investigaciones Históricas (PIHAAA/CIESTAAM), UACH, julio de 2003.

Ocampo Ledesma, Jorge: **Ing. David Peña Guzmán, creador del CAIMA y pionero de la mecanización agrícola en México**. Programa de Investigaciones Históricas (PIHAAA/CIESTAAM), UACH, julio de 2003.

Ocampo Ledesma, Jorge: **Dr. Arturo Lara López, constructor del Motocultor de Alto Despeje y de una comunidad tecnológica**. Programa de Investigaciones Históricas (PIHAAA/CIESTAAM), UACH, julio de 2003.

Ocampo Ledesma, Jorge: **Dr. Antonio Turrent Fernández, promotor del Yunticultor y de la Multibarra**. Programa de Investigaciones Históricas (PIHAAA/CIESTAAM), UACH, julio de 2003.

Ocampo Ledesma, Jorge: **Dr. Benjamín Figueroa, promotor de alternativas en la mecanización agrícola en México**, Programa de Investigaciones Históricas (PIHAAA/CIESTAAM), UACH, julio de 2003.

Ocampo Ledesma, Jorge y María Isabel Palacios Rangel: **Entrevista realizada a Doña Teresa Xólotl, jefa de una de las ocho familias receptoras de los apoyos**, PHO/Mecanización,

Programa de Investigaciones Históricas (PIHAAA/CIESTAAM), UCh, noviembre de 1999.

Ocampo Ledesma, Jorge y María Isabel Palacios Rangel: **El ITAO, constructor de una propuesta tecnológica propia: *El Chapulín o Tracto-SEP***, Programa de Investigaciones Históricas (PIHAAA/CIESTAAM), UCh, julio de 2003.

La edición de esta obra estuvo a cargo
del Programa de Investigaciones Históricas del CIESTAAM,
Universidad autónoma Chapingo.
Se terminó de imprimir el 24 de septiembre de 2008
en la empresa Edén Proveedores
Se imprimieron 500 ejemplares
Tipo de impresión: Offset