

# INNOVACIÓN, UNIVERSIDAD E INDUSTRIA EN EL DESARROLLO REGIONAL

Leonel Corona y Ricardo Hernández  
(coordinadores)



FRIEDRICH  
EBERT   
STIFTUNG

PLAZA Y VALDES  
**P Y V**  
EDITORES

Diseño de portada: Plaza y Valdés, S. A. de C. V.

Primera edición: 2002

© Ricardo Martín Hernández Ramírez

© Leonel Corona Treviño

© 2002. Instituto Politécnico Nacional/Centro de Investigaciones  
Económicas Administrativas y Sociales

© 2002. Fundación Friedrich Ebert Stiftung

© 2002. Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro

© Plaza y Valdés, S.A. de C.V.

Derechos exclusivos de edición reservados para todos los países de habla hispana. Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin autorización escrita de los editores.

Editado en México por Plaza y Valdés, S. A. de C. V.

Manuel María Contreras núm. 73, Col. San Rafael

México, D.F., C. P. 06470, Tel. 5097-20-70

E-mail: [editorial@plazayvaldes.com](mailto:editorial@plazayvaldes.com)

ISBN: 968-856-833-3

Impreso en México / *Printed in Mexico*

## Índice

<b>Agradecimientos</b> .....	11
<b>Presentación</b>	
<i>Miguel Ángel Correa</i> .....	13
<b>Introducción</b>	
<i>Leonel Corona, Ricardo Hernández</i> .....	17
<b>Competitividad e innovación</b>	
1. Entre globalización tecnológica y contexto nacional y regional de innovación. (Un aporte a la discusión de la importancia de lo global y lo local para la innovación tecnológica) <i>Ryszard Rózga</i> .....	29
2. Liberalization Policies and Competitiveness in Mexico: are Technological Capabilities Upgraded or Downgraded? <i>Mario Cimoli</i> .....	51
3. Innovación y capital intelectual: bases de la fuerza competitiva de las naciones y de las organizaciones. Tendencias y perspectivas <i>Ana Rosa Parrilla y Héctor Ramírez</i> .....	85
4. Retos y perspectivas tecnológicas para América Latina. Aprendizajes desde la historia de México <i>Leonel Corona</i> .....	127
5. La internacionalización de la IyD y América Latina <i>Jorge Niosi</i> .....	149
6. América Latina en la globalización: ¿una nueva integración? <i>Germán Sánchez</i> .....	159

7. Innovación y competitividad de la exportaciones brasileñas en los años noventa <i>Mariano Laplane y Rodrigo Coelho</i> . . . . .	173
8. Cambio institucional, TLCAN y sistema de patentes en México y Corea <i>Jaime Aboites</i> . . . . .	195
9. Las condiciones sociales del desarrollo tecnológico en México: los microsátélites en las instituciones de investigación y enseñanza superior <i>René Pedroza</i> . . . . .	203
10. Perspectivas y desafíos para crear una estrategia de financiamiento de apoyo a la innovación y cambio tecnológico <i>Teresa Rodríguez</i> . . . . .	225
11. Comercio Canadá-Estados Unidos e innovación en los servicios de exportación <i>Antonia Correa e Hilda Ramírez</i> . . . . .	239

**Ramas productivas e innovación**

12. Cambio tecnológico y desempleo. La industria manufacturera en México, 1989-1991 <i>Eva Tecanhuey</i> . . . . .	263
13. Estrategias de innovación y modernización tecnológica en la industria siderúrgica: casos de las empresas Hylsamex y Ahmsa <i>Ricardo Hernández, Cecilia López y Mauricio Jasso</i> . . . . .	299
14. Del paradigma fordista-taylorista al toyotista en la industria automotriz terminal: los casos de General Motors en el Distrito Federal y Silao, Guanajuato <i>Alejandro García</i> . . . . .	323
15. Actividades de aprendizaje tecnológico en la industria del calzado: hacia una tipología <i>Adriana Martínez</i> . . . . .	345
16. El papel de la capacitación en la competitividad. El caso de la industria del vestido en Puebla <i>Eugenia Martínez</i> . . . . .	361
17. La evaluación de proyectos y el análisis de riesgo en el proceso de la innovación tecnológica <i>Rafael Santana</i> . . . . .	385

**Vinculación, innovación y región**

18. Towards the Development of a Successful Innovation Pole for Nurturing New Technology-Based Firms: Lessons from the more Established Science & Technology Parks in the United States <i>Sarfraz Mian</i> . . . . .	411
--	-----

19. La cuarta función sustantiva de las universidades: la vinculación <i>Guillermo Campos</i> .....	437
20. Tendencias en la cooperación entre universidades y empresas <i>Jesús Sebastián</i> .....	453
21. La investigación tecnológica universitaria y su vínculo con el sector productivo (el caso de la Universidad Autónoma del Estado de México) <i>Antonio Arellano y Claudia Ortega</i> .....	469
22. Vinculación en la región metropolitana de Toluca: empresa, universidad y agentes de enlace <i>Renata Ruiz</i> .....	485

## La investigación tecnológica universitaria y su vínculo con el sector productivo (el caso de la Universidad Autónoma del Estado de México)

Antonio Arellano<sup>1</sup>  
Claudia Ortega

### La problemática de la vinculación universidad-sectores productivos

La fuente de inspiración de la que se nutren buena parte de los promotores mexicanos de la vinculación academia-sectores productivos proviene del reconocimiento del efecto positivo que el desarrollo y la aplicación de los conocimientos científicos y tecnológicos genera sobre el crecimiento económico en los países industrializados.<sup>2</sup> Sin embargo, la ausencia de productos de investigación transferibles y la debilidad de la investigación científica y tecnológica de múltiples universidades mexicanas, ha ocasionado una asimetría entre las intenciones de vinculación y el vacío de ofertas reales en ciencia y tecnología.

<sup>1</sup> Investigadores del Centro de Estudios de la Universidad, UAEM.

<sup>2</sup> Generalmente la noción de *países industrializados* se ha empleado como sinónimo de países desarrollados, centrales o avanzados. En el presente texto, *países industrializados* alude a la idea de naciones que sustentan su reproducción en la industria basada en el empleo de dichas tecnologías de punta.

En los países industrializados, la política universitaria de vinculación surge en una coyuntura caracterizada por dos aspectos. Por un lado, se reconoce que la innovación tecnológica marca el ritmo de los tiempos modernos y que las universidades desempeñan un papel crucial al estar implicadas en la formación de nuevos saberes (Casas y Luna, 1994). En este sentido, la investigación universitaria es una acción que otorga a las universidades el estatuto de auténticos y legítimos actores implicados en la reconstrucción de la sociedad (Arellano, 1996). Por otro lado, la formación de profesionistas y cuadros para el desarrollo de los países sustentada en procesos de docencia tradicional, resulta insatisfactoria y obsoleta en tanto que no involucra la creación y la recreación de la realidad que requieren los actores sociales contemporáneos.

En esos países, la vinculación pasó por dos momentos. Primeramente, frente al fenómeno de la Guerra Fría, los gobiernos de los países de mayor respuesta militar organizaron los intereses de la tríada formada por el gobierno, los empresarios y las universidades, con un modelo de producción de bienes estratégicos militares bajo el manto de una pretendida seguridad nacional. Después, en los años ochentas, ciertos gobiernos conocidos como neoliberales condujeron un parcial retiro de las inversiones oficiales en educación, ciencia y tecnología para incitar un vigoroso financiamiento empresarial promoviendo el binomio de relación universidad-empresa.<sup>3</sup>

De conformidad con Sagasti (1985), la mayor parte de la investigación científica y tecnológica en América Latina se ha hecho en las universidades; pero, según él, un problema mayor de la investigación es el divorcio que guardan respecto a las estructuras productivas. Por ello, Sagasti reconoce que la vinculación de la universidad con el sector productivo tiene un papel determinante, porque en la medida en que la universidad logre participar en el proceso productivo nacional, las posibilidades hacia el desarrollo no estarán sustentadas sólo en la adopción de tecnología exógena, sino también en el origen y construcción de las tecnologías creadas en las universidades.

En México, el tema de la vinculación universidad-sectores productivos se ha puesto en escena desde hace sólo una década. Tratando de reproducir el camino de la colaboración empresa-universidad emprendido por ciertos países, principalmente los Estados Unidos, el gobierno ha tratado de impregnar las funciones universitarias de nociones empresariales como la productividad y competitividad (Casas y Luna, 1994), pero también las funciones empresariales de nociones asociadas a la ciencia y la innovación.

---

<sup>3</sup> De conformidad con Rachmeler (1992), retomado por Rosalba Casas y Matilde Luna, el financiamiento industrial proporciona de 6 a 7% de la investigación universitaria (Casas y Luna, 1994).

La política mexicana de vinculación universidad-sociedad se configura en la expedición de los programas de política educativa y de ciencia y tecnología en el sexenio del gobierno de Carlos Salinas.<sup>4</sup> En estos documentos se oficializa un diagnóstico de la inadecuada relación entre instituciones de enseñanza superior y la sociedad. Según este dictamen, el proceso de masificación estudiantil de las décadas precedentes fue acompañado puntualmente con una pérdida de calidad educativa; asimismo, se considera que la investigación científica mexicana está fuera de los círculos de excelencia mundial y que la investigación tecnológica está desprovista de "criterios de competitividad y de rentabilidad económica" (PNCMT, 1990: 30). Para actualizar la relación academia-sociedad, el gobierno ha conducido los dos últimos sexenios la participación del sector privado en la reformulación de las políticas educativas y de ciencia y tecnología, así como en el financiamiento a la investigación tecnológica. A su vez, las organizaciones empresariales han solicitado estímulos fiscales a los recursos canalizados al financiamiento de la investigación. Aunado a lo anterior, se han reformulado los fondos y fideicomisos promotores de la investigación y la educación a los nuevos criterios de la vinculación.<sup>5</sup>

El tema de la vinculación ha sido difundido por el gobierno federal como una política a través de la promoción que desarrollan la SEP, la ANUIES y el CONACYT, principalmente. El gobierno federal supone que animando la interacción de empresarios y universitarios puede resultar un proceso de compra-venta de servicios, una refuncionalización de la universidad mediante la generación no sólo de profesionistas sino de servicios y bienes tecnológicos y la revalorización de la imagen universitaria poniendo como eje de su modernización la conciliación del saber erudito y de la acción empresarial.

La presión federal para impulsar la vinculación universidad-empresa ha repercutido en cambios en las estructuras institucionales de las universidades, colocando a los funcionarios de la vinculación en altos niveles de decisión, en el crecimiento de una administración asociada a la vinculación, en la presión sobre los actores universitarios a la venta de servicios y bienes universitarios, en la implementación de programas de formación empresarial entre los profesores, investigadores y estudiantes, y

<sup>4</sup> Programa para la Modernización Educativa 1989-1994 y Programa Nacional de Ciencia y Modernización Tecnológica 1990-1994.

<sup>5</sup> Como el Fondo de Investigación y Desarrollo para la Modernización, Fondo para el Fortalecimiento de las Capacidades Científicas y Tecnológicas Estratégicas, Programa de Enlace Academia-Industria, Programa Nacional de Incubadoras de Base Tecnológica, Red de Universidades Tecnológicas, entre los más importantes.

en la incorporación de nuevos lenguajes en la universidad asociados a la llamada "cultura empresarial".

Ahora bien, la reciente promoción oficial para incrementar la actividad en torno a la vinculación en ciertas universidades estatales engendró una gran asimetría respecto al estado deplorable en que se encuentran la investigación científica y particularmente la investigación tecnológica en esas instituciones. Dicho de otra manera, pareciera que las universidades están deseosas de una vinculación con la sociedad, pero excluyendo de esas relaciones los saberes científicos y tecnológicos. Concentradas en los medios y mecanismos, las reflexiones universitarias de la vinculación olvidan el sustento, los objetos y los objetivos de la interacción con otros sectores sociales.

A nuestro juicio, la reflexión sobre la vinculación evidencia tres incomprendiones de los actores: sobre el papel de la ciencia y la tecnología en la reproducción de la sociedad contemporánea, sobre el papel de la universidad en la formulación de conocimientos y técnicas en la época actual y sobre el sustento de la vinculación entre universitarios y el resto de los sectores de la sociedad.

El presente documento pretende mostrar que en el caso de ciertas universidades como la UAEM, los procesos de vinculación universidad-empresa no tienen sustento en la generación de nuevos conocimientos científicos y de objetos tecnológicos, como sucede en los países de gran desarrollo científico y tecnológico; que la UAEM se caracteriza por ser una universidad concentrada en la docencia y que frente a esta situación, la investigación universitaria no se encuentra plenamente institucionalizada; que la investigación tecnológica es incipiente y los productos de investigación transferibles a los sectores productivos son escasos; que los programas de vinculación establecidos en la UAEM no ofrecen bienes y servicios sustentados en desarrollos de carácter científico-tecnológico endógenos, en cambio ofrecen servicios de maquila o sustentados en tareas repetitivas. La maquila universitaria genera dos malentendidos: por un lado desatiende la función innovadora de la universidad, y por otro impone una competencia desleal en servicios ofrecidos por empresas particulares.

Toda esta situación ejemplifica que se está aún lejos de comprender que la vinculación universitaria contemporánea consiste en ofrecer servicios y bienes únicos sustentados en progresos en los conocimientos y en la innovación de los artefactos. Para superar los límites de esta situación, consideramos urgente una reforma universitaria que ubique a la investigación como eje de transformación e innovación.

Desarrollamos este trabajo presentando, en primer lugar, el estado de la investigación tecnológica universitaria en sus elementos materiales y sociales, así como ciertos ejercicios de transferencia de tecnologías generadas en la UAEM. En segundo término, se expone la situación de los programas de vinculación de la universidad con

el sector productivo. Finalmente se proponen algunos elementos para una reforma universitaria que actualice la función social de la universidad y en la que la vinculación corresponda a actos de interacción social de base científico-tecnológica.

La información empírica que aquí se analiza se obtuvo en una investigación de campo desarrollada entre 1997 y 1999 (Ortega, 1999). Ésta incluyó el levantamiento de la información disponible en los archivos de la Coordinación General de Investigación y Estudios Avanzados (CGIEA) y de una encuesta aplicada a las personas identificadas como investigadores en tecnología.

### **Estado actual de la investigación tecnológica en la UAEM**

En este apartado se aborda el nivel de desarrollo de la investigación universitaria y se caracteriza la investigación tecnológica universitaria en sus componentes material y social. Se trata de exponer el estado del sustento científico-técnico sobre el que descansa la posibilidad de vincular la universidad con los sectores productivos.

Antes de entrar en materia, es necesario considerar que hemos organizado la información obtenida bajo la noción operativa de investigación tecnológica que incluye la actividad para el desarrollo de artefactos, pero también para el control del sistema social. Entendemos la investigación tecnológica como los procesos de las ciencias empírico-analíticas que conducen a la producción de artefactos, métodos y técnicas para el dominio y control de la naturaleza externa, o bien de la propia materia interna de los sistemas sociales (Arellano, 1991).

Existe consenso entre las opiniones del sector universitario respecto a la necesidad de otorgarle un lugar prioritario a la investigación. Sin embargo, en los hechos, el papel que le otorgan las universidades a esta función dista mucho del que se pregona oficialmente. En el caso de la Universidad Mexiquense, existen evidencias de que su actividad se concentra en la reproducción del saber, dejando en segundo plano la investigación y en consecuencia la difusión de los resultados de la investigación. Esto se comprueba en los valores de indicadores cruciales, como el destino del gasto universitario y la composición de la planta de investigadores.

En relación con el presupuesto general de la UAEM, en 1997, el monto de los proyectos de investigación (\$9 358 479) representó únicamente 1% del presupuesto general de la UAEM y se estima que el gasto total en investigación no supera 10% del gasto universitario (Morales, 1996). El 66% de los proyectos es financiado por la UAEM, 5% por el Consejo Nacional en Ciencia y Tecnología, 10% por ambas instituciones y 18% se realizan sin financiamiento oficial. Existe sólo un proyecto de inves-

tigación financiado por una institución extranjera.<sup>6</sup> De estas cifras puede deducirse que en la UAEM el gasto en investigación no es prioritario y que la participación financiera del sector productivo es inexistente.

La población de académicos en la UAEM asciende a 3 415 miembros; de este universo, 10% (345) es personal de investigación y sólo 1% (35) es personal en investigación tecnológica. Estos datos muestran que la función prioritaria de la UAEM sigue siendo la docente.

Para marzo de 1997, la investigación en la UAEM abarcaba oficialmente 222 proyectos registrados en la Coordinación General de Investigación y Estudios Avanzados (CGIEA). El 72% de éstos se desarrollaron en las Facultades,<sup>7</sup> 26% en centros de investigación<sup>8</sup> y 2% en escuelas preparatorias y unidades académicas descentralizadas. La dependencia que registró mayor número de proyectos fue el Centro de Investigación en Ciencias Agropecuarias (13 proyectos), seguido por el Centro Interamericano de Recursos del Agua (11 proyectos).

Agrupando los proyectos de investigación por áreas académicas oficiales,<sup>9</sup> encontramos 29% del total de los proyectos en el área de Ciencias Sociales y Económico Administrativas, 20% en el área de Ciencias de la Salud, 16% en Ciencias Exactas y Naturales, 16% en el área de Humanidades y Educación, 11% en Ciencias de la Ingeniería y 8% en Ciencias Agropecuarias.

Aplicando los criterios derivados de nuestra definición de investigación tecnológica a la lectura de los objetivos y métodos de los 222 proyectos registrados en la CGIEA, encontramos que sólo 16%, es decir, 35 de ellos pueden ser caracterizados como proyectos de investigación tecnológica. El campo de observación de la caracteriza-

<sup>6</sup> Se refiere a la Universidad de las Naciones Unidas y el proyecto se desarrolla en el Centro de Investigación en Ciencias Agropecuarias.

<sup>7</sup> Algunos organismos académicos cuentan con un centro de investigación. Cabe destacar el caso de la Facultad de Ingeniería que cuenta con tres centros de este tipo.

<sup>8</sup> Es necesario resaltar el caso del Centro Interamericano de Recursos del Agua, que jurídicamente es un centro de investigación dependiente de la Facultad de Ingeniería, pero para muchas funciones la Coordinación de Investigación y Estudios Avanzados lo considera como un centro de investigación independiente.

<sup>9</sup> La UAEM utiliza la clasificación por áreas académicas elaborada por la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior, consistente en seis áreas: 1) Ciencias Agropecuarias, 2) Ciencias Naturales y Exactas, 3) Ciencias de la Ingeniería, 4) Ciencias de la Salud, 5) Ciencias Sociales y Económico Administrativas y 6) Humanidades y Educación.

ción material y social de la investigación tecnológica en la UAEM está representado por el desarrollo de 30 proyectos conducidos por 30 investigadores.<sup>10</sup>

Institucionalmente, estos proyectos se encuentran distribuidos en las Facultades de Ciencias Agrícolas, Arquitectura, Ciencias, Geografía, Ingeniería, Medicina Veterinaria, Odontología, Planeación Química y Turismo, el Centro de Investigación en Ciencias Agropecuarias y el Centro Interamericano de Recursos del Agua. Los recursos financieros de estos proyectos (\$ 2 241 301) equivalen al 24% del monto total de los proyectos de investigación registrados.

La infraestructura material para investigación tecnológica tiene tres componentes principales: los laboratorios, el acervo bibliográfico y el equipo de cómputo.

Los laboratorios de vocación tecnológica ascienden a 50. Sin embargo, sólo 18 de ellos desarrollan proyectos de investigación. De este conjunto, dos laboratorios del Centro Interamericano de Recursos del Agua y dos del Centro de Investigación en Ciencias Agropecuarias están consagrados a la investigación. En el resto (16 laboratorios) se combinan docencia e investigación, priorizando la primera.

Respecto a la definición y organización de los laboratorios, 25 científicos admitieron que no existen manuales o protocolos de laboratorio<sup>11</sup> institucionalizados. En ese sentido, sólo dos científicos han elaborado su propio protocolo.<sup>12</sup> No existe el interés de los científicos por realizar protocolos de laboratorios, debido a que su actividad ahí está en función de lo estrictamente programado en los proyectos de investigación y porque no existe el personal capacitado y estable necesario para determinar una técnica o algún procedimiento que constituyeran la base para la especialización del laboratorio en un área determinada.

En términos de equipamiento e instrumental, 10 científicos reconocieron que hay máquinas en los laboratorios cuya antigüedad oscila entre los 20 y 30 años; esta situación se presenta específicamente en las Facultades de Ciencias Agrícolas, de

<sup>10</sup> El universo de la investigación tecnológica está constituido por 35 proyectos y sus respectivos investigadores. Sin embargo, la presente investigación abarcó a 30 de ellos. Esto se debió a la movilidad de los investigadores que nos impidió entrevistar a los que por razones académicas se encontraban fuera del país.

<sup>11</sup> El protocolo o manual de procedimientos establece las normas generales que regulan la actividad del laboratorio, como puede ser reglas de seguridad, el establecimiento de una técnica o análisis y el manejo del equipo.

<sup>12</sup> Estos protocolos corresponden a la determinación de plaguicidas y manuales para las prácticas ambientales.

Ingeniería y de Química. Por otro lado, 15 científicos apreciaron que el equipo del laboratorio no es antiguo debido a que su adquisición no rebasa los 10 años; en este grupo destaca la opinión de los científicos adscritos al Centro Interamericano de Recursos del Agua. Finalmente, los cinco científicos restantes reconocieron no conocer la antigüedad del equipo y la maquinaria con los que trabajan, pero consideran que son antiguos y obsoletos.

Todos los científicos logran acceder al equipo de cómputo necesario para sus actividades, por lo cual consideran que la disponibilidad de la infraestructura informática para sus tareas no es una limitante (obviando molestias menores).

En relación con el acervo bibliográfico universitario, sólo seis (20%) de los entrevistados lo utilizan. El argumento del resto de los científicos fue que los libros y revistas científicas periódicas disponibles en la UAEM no son los adecuados para la investigación tecnológica. Por esta razón han generado diferentes estrategias para la consulta de información relevante. Por ejemplo, 16 científicos consultan fuentes en otras instituciones académicas, entre las que sobresalen la Universidad Nacional Autónoma de México, el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, el Colegio de Posgraduados y la Universidad Autónoma de Chapingo. Otros (ocho del total) prefieren adquirir su propia bibliografía y establecer su biblioteca personal. Cabe resaltar que el Centro Interamericano de Recursos del Agua y del Centro de Investigación en Ciencias Agropecuarias mantienen suscripciones a ciertas revistas nacionales e internacionales, lo cual ha permitido el establecimiento de una biblioteca especializada en estudios del agua y la existencia de un acervo importante en estudios de sistemas agrícolas de producción.

En términos generales, se muestra que a excepción de una adecuada infraestructura informática, las condiciones materiales de los laboratorios y el acceso al acervo bibliográfico son inferiores a las expectativas de los investigadores en tecnología. Las infraestructuras más apropiadas para la investigación se ubican en el Centro Interamericano de Recursos del Agua, en la Facultad de Química y en el Centro de Investigación en Ciencias Agropecuarias.

A continuación revisamos la formación académica de los científicos, su producción académica certificada, las innovaciones tecnológicas logradas con su investigación y las relaciones que entablan entre ellos al interior de la universidad.

De los 30 investigadores entrevistados, ocho tienen grado de doctor, 14 son maestros y ocho son licenciados. En cuanto al origen académico de los investigadores, cinco doctores realizaron sus estudios en universidades del país, principalmente en la Universidad Nacional Autónoma de México y tres en universidades del extranjero. En relación con los investigadores con maestría, nueve cursaron en una universidad

de otro país y cinco en la UAEM; finalmente, los ocho investigadores que tienen únicamente la licenciatura son egresados de la UAEM.<sup>13</sup>

En cuanto al estado de la producción de los científicos y su participación en eventos académicos a nivel local, el promedio de participación al año oscila entre los dos y tres; la situación en eventos nacionales presentó la misma tendencia. En relación con los eventos internacionales realizados en México y en el extranjero, observamos que la participación en este tipo de eventos es menor: 21 participó en un evento al año, seis en dos eventos anualmente y sólo tres participaron en tres a cinco eventos al año.

En cuanto a la publicación de artículos, 11 científicos han publicado de cinco a 10 textos, 10 entre uno y cuatro artículos, cinco de 20 a 40 y cuatro no ha publicado en este tipo de revistas. La publicación en revistas extranjeras es menos común entre los científicos en tecnología aunque no es muy dispersa; observamos que 16 ha publicado de cinco a 15 artículos, siete tienen por lo menos un documento publicado y seis no tienen ninguna publicación en revistas extranjeras. Por último, sólo un científico tiene más de 25 artículos en revistas internacionales.

En la dirección de tesis de licenciatura, 14 científicos no han dirigido ninguna, cinco han dirigido tres tesis, siete han dirigido entre 10 y 20 y cuatro han dirigido entre 50 y 55. En la dirección de tesis en posgrado el número de participación disminuye, porque 26 científicos no han dirigido ninguna tesis en maestría, dos han dirigido 12 y otros dos dirigieron cuatro. Finalmente, en doctorado sólo un científico ha dirigido un trabajo, el cual fue sustentado fuera de la UAEM.

En cuanto a la relación entre investigadores, los científicos reconocieron tener conocimiento de otros investigadores que trabajan en el mismo campo disciplinario en otras universidades nacionales y extranjeras, pero sólo dos tienen alguna relación con ellos; los 28 restantes conocen a otros colegas sólo por referencias bibliográficas o por asistencia a eventos académicos. En el plano interno, 22 científicos reconocieron a otros científicos trabajando en temas similares de investigación. De este grupo, 13 tienen una relación académica; de ellos ocho mantienen una relación institucional y cinco se relacionan informalmente. Dicho de otra manera, sólo dos investigadores tienen interrelación con colegas de otros países y 13 interactúan en el interior de su institución.

El personal académico de la universidad dedicado a la docencia asciende a 90%. Esta situación es una de las mayores debilidades sociales para la investigación en la

<sup>13</sup> Cabe resaltar que hay dos científicos en el Centro Interamericano de Recursos del Agua que están inscritos en el programa de doctorado que ofrece el mismo centro de investigación al que pertenecen.

UAEM, en tanto no existe un colectivo social que demande a la universidad la infraestructura para investigación y apoyo para la regulación y promoción de comunidades de investigadores. Esta situación se reproduce en la investigación tecnológica en la UAEM: el número de científicos apenas asciende al 1% del total de académicos. Esto implica que el área tecnológica en la universidad no sea un núcleo de investigación importante para la propia universidad y no resulte atractivo para el sector productivo.

El cuerpo de investigación tecnológica está fuertemente estratificado. Esto se muestra en la pirámide conformada por una base amplia de investigadores con el nivel de maestría y licenciatura y una punta de doctores. Esta pirámide corresponde a los niveles de la producción certificada, entre ellos la participación en eventos académicos como ponentes, la publicación en revistas arbitradas, la dirección de tesis, la formación de otros científicos y la interacción con otros colegas.

Aunado a lo anterior, la infraestructura de la investigación tecnológica es escasa, antigua y desactualizada. La institucionalización de protocolos y métodos es casi inexistente. El acervo bibliográfico universitario es escaso, los investigadores recurren a las bibliotecas de otras instituciones o bien establecen y enriquecen sus bibliotecas personales.

Este diagnóstico coincide con los resultados de una encuesta contratada en 1996 por la ANUIES y el Conacyt con el fin de explorar las características de la vinculación universidad-academia<sup>14</sup> en las instituciones de enseñanza superior. Los resultados mostraron que para 75% de las universidades públicas encuestadas, la función sustantiva es la docencia, en tanto que es la actividad secundaria sólo para 16% de ellas (Casalet y Casas, 1998).

## Las innovaciones producidas y transferidas

Como resultado de los proyectos de investigación tecnológica, se han desarrollado 11 innovaciones (cuadro 1) y de ellas se han generado cuatro procesos de transferencia. Ninguna de estas innovaciones cuenta con patentes y licencias de explotación.

Conforme al cuadro 1, el mayor número de innovaciones tecnológicas se concentra en la Facultad de Ciencias Agrícolas, que junto con las desarrolladas en el Centro de Investigación en Ciencias Agropecuarias constituyen un grupo de tecnologías relacionadas con el estudio para el incremento de la producción agropecuaria.

<sup>14</sup> Parte del universo de observación estuvo compuesto por 78 organismos universitarios públicos.

**Cuadro 1. Innovaciones tecnológicas desarrolladas por los científicos de la UAEM**

Dependencia u organismo académico	Nombre de la innovación tecnológica
Centro Interamericano de Recursos del Agua	Planta potabilizadora compacta
Centro de Investigación en Ciencias Agropecuarias	a. Praderas cultivadas, protegidas con cerca eléctrica b. Elaboración de compostas
Facultad de Ingeniería	a. Reglamento de Construcción para un Ayuntamiento b. Sillas para cuadripéridos
Facultad de Ciencias Agrícolas	a. Medios de cultivo <i>in vitro</i> b. Sistema de cultivo de setas c. Implementos para labores al subsuelo d. Incrementos en la productividad del maíz
Facultad de Planeación	Cartografía automatizada
Facultad de Química	Tratamiento de lodos residuales

Fuente: Elaboración propia con datos de entrevistas.

Ahora bien, las tecnologías que se han transferido se ubican en el rubro de transferencia de proceso y producto.<sup>15</sup> Un ejemplo de transferencia de producto está en la Facultad de Ciencias Agrícolas, donde un investigador proporciona asesoría a campesinos sobre el proceso de cultivo de setas con técnicas que él ha desarrollado en su laboratorio. La vinculación realizada por este investigador integra a alumnos egresados de la Facultad, quienes difunden al exterior estas experiencias.

Otro caso es el de la construcción de prototipos desarrollados en la Facultad de Ingeniería, destinados a cuadripéridos.<sup>16</sup> Éste es un tipo de transferencia de producto para el Sistema Integral de la Familia del Gobierno del Estado. La importancia de esta tecnología es que representa una reducción significativa en costos de producción al elaborarse con materias primas nacionales de alta calidad. Los dos científicos

<sup>15</sup> Se considera que las innovaciones son de proceso o de producto. Las primeras corresponden al desarrollo de mecanismos y operaciones técnicas precisas para obtener un resultado y las segundas corresponden a la invención de nuevos artefactos.

<sup>16</sup> Son las personas que utilizan los pies y las manos para desplazarse.

involucrados en el proyecto forman un grupo de investigación relacionado con el área de la electrónica y la electricidad.

En el Centro Interamericano de Recursos del Agua la transferencia de tecnología aún no está consolidada. Uno de los científicos ha apoyado a un ayuntamiento en la transferencia de equipo para una planta potabilizadora. Otros científicos han diseñado programas de cómputo en modelos de comunicación, medición y adquisición de datos en las áreas de hidráulica e hidrología. De acuerdo con los investigadores, esta tecnología tiene posibilidades de transferirse a otras instituciones académicas interesadas en estos temas utilizando los sistemas de modelación por computadora.

Las investigaciones llevadas a cabo en el Centro de Investigación en Ciencias Agropecuarias se realizan directamente en los campos de los pequeños agricultores y ganaderos. Esta situación enfoca la investigación hacia la transferencia inmediata de sus resultados al sector productivo, con quien este grupo de investigación participa específicamente en las áreas de la pequeña lechería, elaboración de compostas y fertilizantes orgánicos.

Todos estos ejemplos de transferencia han sido conducidos por los propios investigadores, al margen de los programas universitarios de difusión y vinculación. Asimismo, estos ejemplos muestran la desvinculación de las funciones de investigación y difusión universitarias.

### **El estado actual de la vinculación en la UAEM**

En la UAEM, la promoción de la vinculación universidad-sectores productivos se originó en los años noventa, cuando se trató de formar algunas empresas de base tecnológica; sin embargo, esta corriente no prosperó. En 1993 se crearon dos programas: el programa de vinculación dependiente de la CGIEA y las acciones de la Dirección General de Vinculación y Extensión Universitaria (DGVEU), esta última responsable de gestionar y concertar convenios y contratos con los sectores público, privado y social. En 1997 se conserva solamente la DGVEU bajo el nombre de Dirección General de Extensión y Vinculación Universitaria. La UAEM pertenece al 61% de las universidades que han creado instancias administrativas de vinculación (Casalet y Casas, 1998).

Actualmente, los mecanismos oficiales que la UAEM utiliza para establecer la vinculación están representados por la prestación de algunos servicios universitarios, el establecimiento de las incubadoras de empresas y el desarrollo del Programa Emprendedores. Desde luego, desde la óptica oficial se reconoce como parte de la acti-

vidad de vinculación la suscripción de convenios y acuerdos de colaboración entre la institución y otros organismos públicos y privados.<sup>17</sup>

La promoción de los servicios universitarios ha dado como resultado un padrón de servicios que la universidad otorga a los sectores externos. Este padrón se difunde mediante un catálogo y una serie de folletos de las actividades de 20 escuelas y facultades, siete unidades académicas profesionales, siete centros de investigación y nueve dependencias académicas. En estos materiales se ofrece desde el fotocopiado o la maquila de envasado de frutas hasta la disponibilidad para realizar análisis de alimentos o de microbiología farmacéutica, pasando por la edición de materiales audiovisuales, la dotación de servicios médicos y la explotación del servidor informático de la UAEM (cuadro 2).

A excepción del Centro de Estudios y Tecnología Aplicada (CETA), que es un centro dependiente de la Facultad de Planeación Urbana y Regional y cuya vocación es la contratación de servicios a usuarios de los sectores público y privado, y algunos laboratorios que certificados por Secretarías de Estado brindan servicios de alto nivel de competencia, el resto de los servicios ofrecidos no contienen valor agregado en términos de nuevas tecnologías.

La Incubadora de Base Tecnológica inició sus labores en julio de 1998 (Galicia, 1999); atiende siete proyectos incubados en sus propias instalaciones, y asesora 35 proyectos en la Incubadora Virtual. La labor fundamental de estas incubadoras consiste en la asesoría a los microempresarios en lo referente a los procedimientos para el registro de su empresa y estudios de factibilidad económica, de mercado y financiera. Sin embargo, la base científico-tecnológica de los proyectos está ausente.

Finalmente, el Programa Emprendedores se ha orientado al desarrollo de cursos de motivación y superación personal donde han participado, en 1998, alrededor de 700 estudiantes, 22 profesores y sólo tres investigadores (UAEM, 1998). A falta de una perspectiva innovadora en ciencia y tecnología como sustento de las nuevas empresas, los programas presentan discursos sobre el "espíritu emprendedor" de los actores.

En síntesis, puede decirse que la perspectiva principal de la vinculación se concreta en la firma de convenios y acuerdos, pero en la práctica el componente científico-tecnológico de esta actividad está ausente. Salta a la vista la falta de una política sobre el uso de los bienes universitarios y la confusión de la administración en torno a la pertinencia de la oferta de muchos de los servicios ofrecidos en el Catálogo Gene-

<sup>17</sup> Por ejemplo, en el segundo informe de labores, el rector Uriel Galicia reconoce la suscripción de 67 convenios, 33 acuerdos y cinco contratos.

**Cuadro 2. Repertorio de los principales servicios ofrecidos por la UAEM de acuerdo con el Catálogo General de Servicios Universitarios 1998-1999**

Servicios	#
Centro de Estudios y Tecnología Aplicada	1
Clínicas de animales	2
Enseñanza de deportes	9
Herbario y plantas de ornato	2
Laboratorio de fisiología	2
Laboratorio de fotografía	2
Laboratorio de materiales	1
Laboratorio de microbiología	4
Laboratorio de suelos	2
Laboratorios químicos acreditados por el SINALP	3
Librería	3
Posta zootécnica e hípico	2
Programa Emprendedores	2
Programas de conducta humana	3
Taller agroindustrial (maquila)	2
Taller audiovisual	3
Taller de asesorías administrativas	8
Taller de cartografía y geomorfología	2
Taller de cerámica	1
Taller de metales y maderas	2
Tienda universitaria	2
Traducción simultánea e interpretación de lenguas	2
Viveros agrícola y acuícola	3
Total	63

Fuente: UAEM, 1998.

ral de Servicios Universitarios y la correspondencia legítima de las dependencias que los brindan. En relación con la constitución e incubación de empresas hace falta definir el papel que deben desempeñar los conocimientos y tecnologías de vanguardia, así como el rol de los investigadores de la UAEM en este proceso.

Esto coincide con las observaciones de Nelson (1988) en el sentido de la correspondencia entre la dedicación a la investigación y disposición para la vinculación con las empresas, de modo que el tipo de institución determina las modalidades de vinculación que se establecen con los sectores externos.

## Conclusiones

El panorama de la investigación tecnológica evidencia enormes debilidades en términos de los principales indicadores que hemos explorado en el primer apartado. Las innovaciones logradas son transferidas por los mismos investigadores que las crearon y fuera de los esquemas de vinculación creados *ex profeso* por la UAEM. Finalmente, los actores de la vinculación realizan su acción al margen de los resultados de la investigación tecnológica, tratan de crear empresas y empresarios fuera de los circuitos de la ciencia y la innovación tecnológica y concentran su actividad en el establecimiento de relaciones con los organismos empresariales mediante la firma de acuerdos y convenios.

Ante este panorama, consideramos que existen tres incomprensiones básicas por parte de los actores de la UAEM relacionados con la ciencia y la tecnología y la vinculación con los sectores extrauniversitarios. A nuestro juicio, no se comprende:

1. Que la base de la reproducción de la sociedad contemporánea radica en el conocimiento científico y tecnológico.
2. Que la función esencial de la universidad contemporánea consiste en producir y transferir conocimientos científicos y tecnológicos.
3. Que como resultado de las dos incomprensiones anteriores, no se percibe que la vinculación universidad y otros colectivos sociales debiera sustentarse en la generación, transmisión y utilización de conocimientos científico-técnicos.

Considerando estas tres incomprensiones, sostenemos que para que la universidad se vincule con otros sectores sociales a partir de los productos científico-tecnológicos, requiere transformarse internamente acordando como su función esencial la generación del conocimiento científico-tecnológico.

En las condiciones actuales y tomando en consideración la evidencia de la escasa producción tecnológica, la vinculación de la UAEM elude la función contemporánea de la universidad al no tener productos de investigación científico-tecnológicos que se puedan transferir a otros sectores sociales.

En ese sentido, insistimos, la UAEM requiere de una reforma universitaria en la que la generación del conocimiento científico-tecnológico sea la principal función y sea ella la base de la docencia y la vinculación. Uno de los primeros pasos de esta reflexión generalizada de la universidad consiste en reconocer el estado actual de cada una de las funciones sustantivas para proponer las modificaciones que permitan establecer una relación propicia entre éstas.

En este paso reflexivo, las ciencias sociales y las humanidades deben aportar elementos valiosos para esta actualización de las funciones sustantivas de la universidad, incluida la hasta ahora espontánea función vinculadora.

## Bibliografía

- Arellano, A. (1991), *La institucionalización de las ciencias de la agricultura en México: una intervención sociológica*, UAEM, Toluca, México.
- \_\_\_\_\_ (1996), "La capacidad de innovación tecnológica en la Universidad Autónoma del Estado de México", *Convergencia*, año 4, núms. 12-13, Toluca, México, pp. 71-113.
- Casalet, M. y Casas, R. (1998), *Un diagnóstico sobre la vinculación universidad-empresa*, Conacyt-ANUIES, México.
- Casas, R. y Luna, M. (1994), "Condicionantes políticos de la nueva relación entre universidad e industria", en Campos, M. y Corona, L., *Universidad y vinculación: nuevos retos y viejos problemas*, IIMAS-UNAM, UNAM, México.
- Conacyt (1990), *Programa Nacional de Ciencia y de Modernización Tecnológica (PNCMT)*, México, Conacyt.
- Galicia, U. H. (1999), *Segunda evaluación del Plan Rector de Desarrollo Institucional 1997-2001*, UAEM, Toluca, México.
- Morales, G. M. A. (1996), *Tercer informe de actividades*, UAEM, Toluca, México.
- Nelson, R. R. (1988), "Institutions Supporting Technical Change in the United States", en G. Dosi *et al.*, *Technical Change and Economic Theory*, Pinter Publishers, Londres y Nueva York.
- Ortega, C. (1999), *La investigación tecnológica en la Universidad Autónoma del Estado de México (elementos para la construcción de una Red Socio-técnica)*, Tesis de maestría, UAEM, Toluca, México.
- Rachmeler, M. (1992), "Papel que desempeñan las universidades en los Estados Unidos de América en la transferencia de tecnología", en *Revista del Derecho Industrial*, año 14, núm. 40, enero-abril, Buenos Aires, pp. 221-250.
- Sagasti, R. (1985), *Ciencia, tecnología y desarrollo latinoamericano*, FCE, México.
- Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM) (1998), *Catálogo General de Servicios Universitarios 1998-1999*, UAEM, Toluca, México.

