



**Transferencia de información
tecnológica sobre carreteras**

EXPERIENCIA MEXICANA Y APUNTES PARA EL FUTURO

* Por OSCAR DE BUEN RICHARDEY

A partir de la década de los veinte, el avance de México en materia de planificación, proyecto, construcción, operación y conservación de carreteras ha llevado al país a alcanzar una autosuficiencia en el ámbito de la técnica, y a consolidar una industria nacional de la construcción. En ambos casos, la acción del Estado ha sido determinante, bien como actor directo, bien como agente introductor de acciones por parte de los sectores social y privado.

Hoy en día, el Estado, a través de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, a nivel federal, y de los Gobiernos Estatales y Municipales, a nivel local, es el responsable de conducir el desarrollo de los sistemas viarios troncales, alimentadores y rurales. La conducción de una política de carreteras implica planear, proyectar, construir, operar y conservar la infraestructura, actividades que se realizan con apoyo de empresas del sector privado, de instituciones dedicadas a la enseñanza y a la investigación, de grupos organizados del sector social y de prestatarios de servicios, también pertenecientes a los sectores social y privado.

Para llevar a cabo esas actividades es necesario aplicar tecnologías muy variadas, algunas de las cuales se han desarrollado en México; otras se han transferido de diferentes países y se han adaptado a las condiciones mexicanas; algunas más son producto de la evolución local de tecnologías antiguas, que se han modificado y actualizado. Los responsables de esa evolución tecnológica han sido el Gobierno, a través de la SCT y sus antecesoras, las empresas contratistas, las de consultoría, las dedicadas a la venta de maquinaria y materiales de construcción y, desde luego, los centros de investigación y de enseñanza superior.

Evolución y transferencia tecnológica

Las condiciones bajo las que se ha producido la evolución tecnológica de México en el ámbito de las carreteras han dependido de las características mismas del área de aplicación de la tecnología, de los agentes involucrados en ella y de la situación prevaleciente en el país, en particular en materia económica. Sin embargo, a lo largo de ese proceso es innegable la influencia de la transferencia de tecnologías, tanto en las áreas de responsabilidad del Estado como en las que lo son de las empresas privadas.

En el estudio introductorio preparado para la Conferencia-Debate sobre Transferencia y Adaptación de Información Técnica en los Países en Vías de Desarrollo, celebrado dentro del XVIII Congreso Mundial de Carreteras organizado por la AIPCR, L. Odier identifica cuatro tipos de transferencia:

1. Transferencia informal, a base de documentos, que no implica un esfuerzo consciente para lograr la transferencia misma.
2. Transferencia formal directa, que se apoya en la realización de un proyecto físico o institucional que implica la transferencia voluntaria de un conocimiento.
3. Transferencia formal indirecta, que resulta de la organización de actividades locales por parte de una empresa u or-

ganización extranjera que puede o no tener un socio local.

4. Transferencia basada en la enseñanza tecnológica en escuelas, universidades, coloquios y seminarios.

Todas estas modalidades han jugado un papel importante en la evolución tecnológica de México en materia de carreteras, aunque algunas de ellas, entre las que destacan las informales, han resultado más significativas que las formales. Por otra parte, y dadas las características de las actividades realizadas por el Estado y por las empresas que participan en el desarrollo de las carreteras, cabe señalar que las transferencias informales han tendido a concentrarse en el ámbito de acción directa del Estado, mientras que las formales, que por lo general implican la firma de contratos comerciales, se han ubicado en mayor grado del lado empresarial, aunque desde luego hay excepciones.

En lo que resta del presente documento se otorgará un mayor énfasis a las transferencias informales, ya que se considera que revisten mucha mayor importancia e interés para el desarrollo viario de un país como México.

Motivación y características de la transferencia de información tecnológica

En el caso ideal, la transferencia de información tecnológica se vincula estrechamente con el análisis de las condiciones generales del país y de su sistema de transportes, a partir del cual se identifican las principales áreas de interés y, en consecuencia, las necesidades más relevantes. Sin embargo, en la práctica esa vinculación sólo es una de las motivaciones de las transferencias; otras serían, por ejemplo, la conveniencia de sumarse a desenvolvimientos de carácter internacional; la implantación de un proyecto novedoso, tanto en lo técnico como en lo institucional; el imperativo de aumentar la eficiencia y la efectividad en la ejecución de programas y la preocupación por asuntos que en épocas anteriores no habían llamado la atención, como, por ejemplo, la protección ambiental.

En cualquier caso, parece indispensable lograr que se cumplan algunas condiciones relacionadas con la transferencia, tanto antes como durante y después de que éste se lleve a cabo. Las condiciones más destacadas son las siguientes:

1. Tener una visión clara del objetivo que se desea alcanzar, así como del papel que en él debe jugar la transferencia de información tecnológica.
2. Identificar al o a los poseedores de la información tecnológica que se juzgue necesario manejar.

3. Verificar que la información tecnológica disponible corresponde a experiencias compatibles con las realidades nacionales. Siempre resultará más sencillo aprovechar lo que sea útil de lo realizado por otros empleándolo, inclusive, como plataforma de ulteriores desarrollos.

4. Recibir la información, estudiarla, dominarla y adaptarla a las condiciones locales.

5. Usar la información adaptada, perfeccionarla y dar seguimiento permanente a su aplicación.

Además de cumplir con la secuencia de condiciones descritas, existen otras que son indispensables para asegurar el éxito de la transferencia. La más importante es la presencia de un grupo de profesionales bien informados, capaces de recibir y adaptar la información obtenida y sin problemas de permanencia en su empleo por bajos sueldos y/o malas condiciones de trabajo. Este personal debe estar comprometido con su actividad, además de ser apto para transmitir a otros profesionales el producto de su aprendizaje, con objeto de permitir la operación de los sistemas, productos y procedimientos derivados de las transferencias, su asimilación institucional y su continuidad. En sus labores, este grupo debe contar con el apoyo y la voluntad de sus superiores para que se logren los objetivos de sus actividades, ya que de lo contrario es muy difícil la culminación exitosa de la transferencia.

Estudios de caso

A través del tiempo, en México se han desarrollado casos que ilustran el potencial de la transferencia informal para el avance de la técnica viaria nacional. Con objeto de conocerlos y poder extraer conclusiones generalizables a partir de cada uno de ellos, en esta sección se presentan algunas experiencias relevantes en las áreas de:

1. Proyecto fotogramétrico de carreteras.
2. Diseño y construcción de pavimentos.
3. Planificación y programación de inversiones en carreteras.
4. Capacitación.

Proyecto fotogramétrico de carreteras

En 1963, cinco ingenieros de la Dirección General de Proyectos y Laboratorios de la Secretaría de Obras Públicas, antecesora de la actual SCT, recorrieron diversos países europeos para conocer sus adelantos en lo que respecta a la sistematización de la elaboración de proyectos de carreteras, con base en el entonces inci-

piente desarrollo de la fotogrametría y la computación. El propósito fundamental del equipo, formado por un jefe de la delegación, un fotogrametrista, un especialista en computación y dos expertos en proyecto viario, fue el de informarse y conocer, por vía directa, las particularidades de las técnicas modernas utilizadas. La misión se había organizado a raíz del interés personal de un alto funcionario de la Secretaría, quien apoyó en todo momento la obtención de la información y las gestiones que condujeron a la realización del viaje, así como las actividades subsecuentes que se derivaron de él.

En uno de los países visitados, el equipo de la Secretaría recibió amplias demostraciones y explicaciones sobre el tema, así como manuales, apuntes y, en general, una metodología de trabajo completa. Al regresar a México, los miembros del equipo organizaron grupos de trabajo en torno a los principales aspectos del proyecto, en particular la fotogrametría y la computación, y de inmediato se dedicaron a desarrollar un sistema similar al que habían observado.

El objetivo inicial del grupo consistió en producir, con computadora, los resultados que mediante los procedimientos habituales de trabajo se habían obtenido en for-

ma manual. A medida que se avanzaba se advirtió que la introducción del nuevo método de trabajo no sólo complementaba al anterior, sino que permitía un auténtico replanteamiento de las labores, a través de la innovación.

Un año después del viaje, el equipo de trabajo produjo los primeros proyectos computarizados, cuyo costo inicial de elaboración fue superior al del método tradicional. Otros factores, tales como la dependencia del equipo computacional, entonces escaso, y la presentación de resultados en formatos distintos a los tradicionales, provocaron desconfianza y resistencia entre algunos usuarios, cuyos puntos de vista amenazaban la supervivencia misma del proyecto. Sin embargo, la perseverancia del equipo de trabajo y el aumento de calidad de su actividad, el apoyo que recibió de la superioridad, la solución negociada de los conflictos y el gradual reconocimiento de las ventajas del nuevo proceso, favorecieron su asimilación por parte de la institución.

A partir de ese momento el proyecto fotogramétrico de carreteras se consolidó dentro de la Secretaría, y en la actualidad está arraigado por completo dentro de la institución. Los procedimientos originales se han modernizado gradualmente y se

han incorporado nuevos equipos fotográficos, de vuelo y de medición, programas de computadora, calculadoras de bolsillo y microcomputadoras. La labor del equipo de proyecto fotogramétrico no se limita a la Secretaría, sino que también apoya a gobiernos estatales en la realización de proyectos a desarrollar en sus ámbitos territoriales.

El personal responsable del proyecto fotogramétrico se actualiza y capacita a través de su rotación entre las brigadas de trabajo de gabinete y de campo, de su asistencia a cursos especializados y, en ocasiones, a congresos y conferencias nacionales e internacionales. Por lo general, los miembros del equipo son ingenieros civiles, con estudios de especialidad en vías terrestres, patrocinados por la Secretaría y realizados en alguna de las universidades del país.

La aplicación de las técnicas fotogramétricas que se introdujeron en el país como resultado de las preocupaciones de las autoridades responsables han trascendido, con mucho, al campo del proyecto viario. Hoy, México cuenta con la Dirección de Estudios del Territorio Nacional (DETENAL), organismo público que utiliza las técnicas fotogramétricas más modernas para generar material cartográfico.

co de apoyo para todas las regiones del territorio. La cartografía producida por DETENAL es un elemento fundamental para las tareas de ordenamiento del espacio geográfico, de concepción y dimensionamiento de proyectos y para el mejor aprovechamiento de los recursos naturales del país.

Diseño y prueba de pavimentos

La aparición, a principios de la década de los sesenta, de los resultados de investigaciones conducidas por la American Association of State Highway Officials (AASHO) de los Estados Unidos, relativos al diseño, la prueba y el comportamiento de pavimentos rígidos y flexibles, generó un vivo interés a nivel mundial. En México, la publicación de esos resultados atrajo el interés de las autoridades de la Secretaría de Obras Públicas, quienes decidieron apoyar la realización de investigaciones complementarias para verificar la validez de esos resultados aplicados a las condiciones que prevalecían en el país, así como para propiciar la continuación de investigaciones propias en el área de los pavimentos.

Para tal propósito se negoció con el Instituto de Ingenieros de la UNAM, entonces recientemente creado, el establecimiento de un grupo de investigación dedicado de forma exclusiva al área de los pavimentos, cuyos proyectos serían propuestos en conjunto con la Secretaría, la cual patrocinaría y utilizaría los resultados que se obtuvieran para beneficio de sus propias actividades.

El grupo de investigación ha seguido funcionando desde entonces y ha efectuado valiosas contribuciones para la Secretaría y el país en múltiples campos de aplicación, como son procedimientos de diseño y construcción de pavimentos, prueba y control de materiales en campo, modelos de deterioro de pavimentos bajo condiciones reales, determinación de límites de cargas por eje de los vehículos usuarios de las carreteras con base en datos experimentales y aplicación de nuevos materiales para la construcción de pavimentos.

A través del tiempo, la asociación de la Secretaría y el Instituto ha redundado en beneficios mutuos. A la Secretaría, los resultados de las investigaciones realizadas le han permitido modernizar la práctica cotidiana, aprovechar mejor los recursos disponibles para la ejecución de obras de carreteras y evaluar y predecir los resultados de algunas de sus acciones. Al Instituto, la vinculación con SCT le ha permitido consolidar su capacidad de investigación en la materia, incluyendo la formación de investigadores, la creación y el funcionamiento de laboratorios especiali-

zados y establecimiento de un prestigio nacional e internacional en la materia, que le ha permitido intercambiar experiencias con instituciones afines extranjeras, tanto de países avanzados como de naciones con menor grado de desarrollo.

Por otra parte, el Instituto se ha convertido en uno de los más importantes depositarios de la tecnología mexicana en materia de pavimentos y, además, desempeña un papel útil como receptor y divulgador de información tecnológica en el campo carretero. A través de sus relaciones con centros de investigación en el extranjero, de la recepción y el permanente análisis de publicaciones técnicas relevantes y de la asistencia a reuniones internacionales, el Instituto se mantiene al día y capta información tecnológica para adaptarla al medio mexicano, siempre en contacto y bajo los auspicios de SCT.

En el ámbito de los estudios de apoyo para proyectos viarios, también cabe mencionar el desarrollo de un sistema para realizar estudios geotécnicos, materia en la cual las antecesoras de la SCT actual figuran entre las pioneras a nivel internacional. Estos estudios, implantados sistemáticamente a partir de mediados de los cincuenta, se beneficiaron de los avances mundiales en el campo de la geotecnia; a la vez, constituyen un buen ejemplo de transferencia tecnológica a nivel nacional, pues son bien conocidos los trabajos de la Escuela Mexicana de Geotecnia en el campo de las cimentaciones y de la construcción de presas de tierra que sirvieron como base para adaptarlos al sector.

Planeamiento y programación de inversiones en carreteras

Las primeras actividades formales de planificación viaria tuvieron lugar durante la década de los cincuenta. En 1958, al crearse la Dirección General de Planificación y Programación de la Secretaría de Obras Públicas, se iniciaron las primeras labores sistemáticas para constituir un sistema de planificación para la infraestructura de carreteras. Ante un vacío de datos casi total, la primera tarea a la que se dedicaron las autoridades consistió en procurar información básica de apoyo para la planificación.

Como consecuencia de esa decisión, en un plazo de tres años se levantó el inventario de la red nacional, se preparó la realización sistemática de aforos en puntos seleccionados de la red y se dieron los primeros pasos para elaborar estudios de origen y destino. Los trabajos estuvieron a cargo de ingenieros de la propia Secretaría, quienes se informaron y asesoraron sobre temas específicos con técnicos de la Unión Americana, principalmente a través de literatura técnica. Al igual

que en otros casos, los ingenieros responsables contaron con el apoyo superior y con equipos de profesionales que se formaron en el trabajo dedicándole a la actividad gran atención y empeño.

La recopilación y el procesamiento sistemático de datos abrió nuevos horizontes a la planificación. Junto con la capacitación obtenida por algunos miembros del equipo de trabajo a través de programas de estudio en el extranjero y en el país (especialmente a través de cursos organizados por la CEPAL), así como con el fortalecimiento de la capacidad del sistema de educación superior en el área de la planificación, que se concretó en la creación de una maestría en la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, la Secretaría contó con una «masa crítica» de recursos humanos que le permitió avanzar con rapidez en el ámbito de la planificación de carreteras.

Cabe señalar también que durante los sesenta se registraron importantes avances a nivel internacional, que culminaron con la publicación del «Manual de Capacidad en Carreteras» por el Highway Research Board de los Estados Unidos en 1965 y de los importantes trabajos empíricos sobre costos de recorrido de vehículos en carreteras, realizados de forma independiente por Claffey (1969) y Wintrey (1969). Estas publicaciones, accesibles a los responsables de la planificación de carreteras de la Secretaría, generaron actividades, tanto internas como a través del Instituto de Ingeniería de la UNAM, orientadas a desarrollar nuevas herramientas de análisis y a validar y adaptar los resultados de las investigaciones procedentes de otros países. Como consecuencia de esas orientaciones, la Secretaría cuenta hoy con sus propios manuales de proyecto de carreteras, de vialidad y de señalización, los cuales responden por completo a las condiciones nacionales.

Al final de los años sesenta y principios de los setenta se desarrollaron métodos de evaluación económica de proyectos viarios con costos de operación variables, métodos para el análisis financiero de carreteras de peaje, modelos de costos de operación válidos para las condiciones prevalecientes en México, revisiones y adaptaciones de los procedimientos para el cálculo de capacidades. De esos años datan también las primeras preocupaciones sobre la componente extranjera de los proyectos de inversión en carreteras, las cuales contribuyeron, en parte, al surgimiento de los programas intensivos de construcción de caminos de mano de obra, que alcanzaron su máxima expresión durante el período 1971-1976.

En años posteriores, las preocupaciones en el ámbito de la planificación se han desplazado en forma paulatina hacia

la elaboración de esquemas globales orientadores de la inversión, tanto a nivel nacional como estatal. Para ello se ha contado con asesoría de consultores externos, quienes se han integrado con equipos de trabajo de la Secretaría para asegurar la transferencia de los conocimientos y los métodos necesarios para la elaboración de los esquemas, los cuales han comenzado a transferirse a los Centros SCT para su elaboración y aplicación directa a nivel estatal.

Capacitación

La formación de recursos humanos capaces de recibir, adaptar, crear e innovar tecnologías es vital para asegurar la independencia tecnológica nacional en cualquier campo del conocimiento, y el ámbito de las carreteras no es una excepción. Las autoridades de SCT lo han reconocido así siempre y han otorgado el apoyo institucional a múltiples actividades de capacitación que, al mismo tiempo que propician la formación de técnicos capaces en sus ramas de especialidad, los informan sobre las tendencias y los avances que se registran a nivel mundial y en consecuencia fomentan la circulación y el análisis de documentación relevante, actividades que son condición necesaria para la transferencia y adaptación de tecnologías.

En lo referente a las carreteras, las actividades más destacadas de la Secretaría en el ámbito de la capacitación son:

1. Creación de la especialización en vías terrestres en la Facultad de Ingeniería de la UNAM, que después se convirtió en maestría y se descentralizó a las Universidades Autónomas de Chihuahua y Campeche, así como la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
2. Creación de la especialización y maestría de planificación en la Facultad de Ingeniería de la UNAM.
3. Creación de la maestría en ingeniería de tránsito en la Universidad Autónoma de Nuevo León.
4. Creación de la maestría en ingeniería del transporte en la Universidad Autónoma del Estado de México.
5. Apoyo sistemático a sus profesionales jóvenes destacados para la realización de estudios de posgrado en México y en el extranjero.
6. Participación en la organización de eventos técnicos internacionales en México, como los congresos de AIPCR y COPACA, y de conferencias especializadas sobre temas de interés.
7. Apoyo a su personal para la asistencia a cursos de educación continua, a seminarios especializados, o a cursos cortos nacionales o extranjeros.

En el ámbito de la capacitación y de la

publicación de materiales técnicos es notable la cooperación que se ha logrado establecer con España y con algunos países latinoamericanos, con los que se mantienen relaciones permanentes para fortalecer el nivel profesional de los especialistas en carreteras.

Los casos que se han presentado no agotan la experiencia mexicana en materia de transferencia y adaptación tecnológica en las carreteras. Otros ejemplos dignos de mencionarse brevemente, aunque no por ello menos importantes, son el desarrollo de la tecnología de diseño y construcción de puentes prefabricados y la evolución de las normas de control de calidad.

Futuro del sector y conclusión

En todos los países las carreteras seguirán siendo un elemento de gran relevancia para los sistemas de transporte existentes y, por tanto, para sus economías, lo que asegura que en el futuro seguirán produciéndose avances e innovaciones tecnológicas de gran interés en todas las etapas pertenecientes al ciclo de los proyectos viarios.

En el caso de México, desde ahora se contemplan temas que exigirán, a todos los involucrados en el desarrollo de las carreteras, esfuerzos para complementar y modernizar tecnologías existentes, así como para adaptar y crear nuevas. Entre ellos se pueden citar los siguientes:

1. Conservación de carreteras, incluyendo la instalación, prueba y validación de sistemas de administración de pavimentos adecuados a la realidad de las redes existentes; la adaptación de modelos y técnicas de gestión para la formulación de óptimos programas de inversión; la introducción de nuevos procedimientos de medición, diagnóstico y prescripción de soluciones y la modernización de las actividades específicas de la conservación, entre otras.
2. Regionalización de las carreteras, que cada vez deberán estar menos centralizadas y más adaptadas a las condiciones y necesidades de cada región del país. Ello implica revisar criterios de proyecto, normas, procedimientos y especificaciones de construcción, así como prácticas recomendables en materia de operación y conservación.
3. Incorporación de los grandes avances que se han registrado en el área de la informática a todos los campos del sector, a través del uso de equipos y del desarrollo de programas adaptados a las condiciones nacionales, que transformen para bien los procedimientos y métodos de trabajo para los que resulten particularmente adaptados.
4. Mayor énfasis en aspectos poco es-

tudiados y atendidos en el pasado, tales como la predicción y mitigación de los efectos ambientales nocivos derivados de la construcción y el uso de las carreteras y la integración de los sistemas viarios con los demás medios de transporte.

5. Análisis y adaptación de innovaciones tecnológicas realizadas en otros países, como las relativas a la publicación del nuevo «Manual de Capacidad de Carreteras» del Transportation Research Board, en 1984, y las que con seguridad se derivarán del ambicioso programa de investigación estratégica en carreteras (Strategic Highway Research Program) que ha comenzado a desarrollarse bajo los auspicios del Departamento de Transportes de los Estados Unidos de América.

El análisis de la experiencia acumulada en México en el campo de la transferencia y la adaptación de información tecnológica sobre carreteras, aunado al convencimiento de que las incertidumbres y retos que aguardan al país, lo obligan a estar cada vez mejor preparado para hacerlos frente llevan a concluir que es necesario otorgar una mayor prioridad a la atención sistemática de los problemas y las particularidades involucradas en la transferencia y la adaptación de tecnologías, ya que cumplirlas con éxito fortalece la independencia nacional, amplía las posibilidades nacionales de acción y, en suma, abre una vía directa al desarrollo.

Abundando sobre lo anterior, las conclusiones particulares del presente trabajo son las siguientes:

1. El proceso de transferencia de información tecnológica debe contemplarse como un todo integral, vinculado estrechamente con aquellos aspectos de la problemática nacional sobre los que pretende incidir. Las actividades más relevantes del proceso son la definición precisa de los objetivos y el por qué de la transferencia, la organización, la gestión de los esfuerzos necesarios para concretarla y el seguimiento permanente de las acciones posteriores a ella.
2. Para los países en vías de desarrollo, como México, es fundamental tener acceso a la documentación técnica generada por otros países que cuentan con más recursos para la investigación, lo que no implica descuidar la propia. Los medios para lograr el acceso a la información son variados, e incluyen la integración en instituciones internacionales, la correspondencia y el intercambio de información con centros de investigación y desarrollo de otros países, la suscripción a revistas técnicas, la asistencia periódica a cursos, conferencias y reuniones de especialistas, así como la consulta a los bancos computerizados de información. A pesar de que el acceso a la información técnica se dificulta por su alto costo, por la



La asistencia periódica a cursos y conferencias es uno de los medios para acceder a la información tecnológica de otros países.

brecha del idioma y por la escasa circulación de la documentación, es indispensable lograrlo para evitar una situación de estancamiento y rezago permanente.

3. Los recursos humanos son fundamentales para lograr una transferencia exitosa. En consecuencia, es importante contar con grupos «receptores de tecnologías» bien consolidados, capaces, permanentes, bien remunerados, motivados y participativos. Cuando sea posible, los miembros del grupo deben estar comprometidos personalmente con la acción de la transferencia, sea por cuestiones de prestigio, remuneración o patriotismo. Pa-

ra contar con tales grupos, la capacitación permanente de técnicos es un requisito indispensable.

4. La información tecnológica obtenida, por lo general no se puede aplicar directamente al contexto local; las particularidades de cada situación en cada país obligan a adaptar las tecnologías, por lo que aplicarlas sin reflexión y análisis previos es un error grave. Sin embargo, la adaptación no es automática: lleva implícito un período de aprendizaje, de comprensión y de experimentación y solo después de transcurrido puede pensarse en efectuar la adaptación. Lo anterior signi-

fica que ésta no puede ocurrir en un vacío institucional, sino que debe involucrar la participación de grupos, dependencias y empresas capaces de recibir y asimilar tecnología.

5. Cuando el proceso de transferencia involucra el contacto personal entre «donante» y «receptor», el adecuado desenvolvimiento de las relaciones humanas es un factor cuya ausencia cancela la posibilidad de la transferencia. En ese sentido, el establecimiento de una relación de confianza y respeto mutuo debe tener una alta prioridad y debe ser objeto de la mayor atención.

6. Al llevar a cabo acciones de transferencia tecnológica, uno de los factores que hay que cuidar es el de no propiciar que el país receptor se vuelva cautivo del uso de equipos o procedimientos de trabajo determinados, ya que independientemente de la nueva relación de dependencia que se genera, se puede caer en el uso exagerado de los equipos adquiridos para asegurar su amortización, como a veces sucede, por ejemplo, con recicladoras de pavimentos de hormigón asfáltico.

7. La transferencia y adaptación de tecnologías provocan, con frecuencia, juegos de poder en torno a su control, los mismos que deben preverse y manejarse con una actitud positiva para no poner en peligro al propio proceso de adaptación. En este contexto, el arbitraje superior resulta decisivo para resolver conflictos y apoyar la continuación del proceso.

8. Las adaptaciones y los avances tecnológicos que se realicen dentro de una institución se vinculan con su problemática y estructura organizacional y pueden actuar a favor o en contra de ella. Por ejemplo, el control de una nueva prueba de laboratorio puede favorecer a un esquema de trabajo centralista en lugar de propiciar la descentralización de las actividades.

9. La consolidación de una estructura institucional que apoye con eficacia los procesos de transferencia y adaptación de tecnologías reviste cada vez mayor importancia. Por tal motivo, hay que identificar los mecanismos idóneos, públicos y privados, para garantizar una eficaz recepción, adaptación y seguimiento de las tecnologías convenientes para el país. La reciente creación del Instituto Mexicano del Transporte, orientado a la investigación aplicada, resulta de gran relevancia para fortalecer la capacidad de generación y adaptación tecnológica de México en el sector transportes.

* Oscar de Buen Richkarday es director de Programación Analítica y director general de Planeación.