

# **TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS. EXPERIENCIA Y PERSPECTIVAS\***

VÍCTOR L. URQUIDI

A LO LARGO DE LOS TIEMPOS, la difusión de tecnología y de innovaciones tecnológicas se ha manifestado en el desarrollo por medio del comercio internacional. México, tierra cuyo pueblo practicó agricultura sedentaria y ciertas artes y oficios desde tempranas épocas, no estuvo aislado del todo ni siquiera en la era prehispánica: viajeros, comerciantes y guerreros llevaban sus conocimientos hasta los confines de Mesoamérica, y de regreso traían lo que consideraban útil. Sin duda existió un intercambio primitivo de tecnología con los pueblos de Norteamérica, que con referencia a algunos puntos en el tiempo podría llamarse transferencia internacional, según donde se hallara la frontera política en un momento dado.

El imperio español, y por su conducto varias naciones europeas, enriquecieron su agricultura y su fauna con lo que encontraron en la meseta y en las tierras bajas tropicales mexicanas; conforme las civilizaciones locales se derrumbaron y las instituciones, sistemas, técnicas y modos de vida españoles (incluida la religión) afianzaron su posición en el territorio de la Nueva España, la tecnología occidental arraigó gradualmente. La tecnología nativa sobrevivió en muchas formas y aspectos —puede encontrarse hasta nuestros días—, pero el desarrollo temprano de la economía de la Nueva España incorporó, en esencia, junto con el trabajo de los esclavos indígenas, el capital humano y material y las técnicas que trajeron los españoles. Era ésta una tecnología incorporada no sólo en máquinas sino en habilidades y mentes.

Sería exagerado decir que hubiera una transferencia recíproca de tecnología en el siglo XVI y los doscientos cincuenta años siguientes. Sin embargo, no debe descartarse la idea de que regiones poco desarrolladas sean capaces de generar y exportar tecnología. De cualquier manera, el desarrollo abrumador de la tecnología, tal como la conocemos hoy, ha tenido lugar en lo que identificamos ahora como el Norte industrializado. Antes de finales del siglo XVIII, México (la Nueva España) apenas si había experimentado un proceso

\* Trabajo presentado a la Conferencia sobre Transferencia de Tecnología: Perspectivas Estados Unidos-México, Houston Area Research Center, The Woodlands, Texas, 19-20 de agosto de 1985.

que pudiera llamarse desarrollo: era fuente de riqueza mineral, principalmente plata, para el poder colonial español —metal que al fin contribuyó, en gran parte, a su ruina— y de productos alimentarios y orgánicos menores (por ejemplo, la cochinilla). Ni siquiera el abastecimiento de alimentos para la población nativa estuvo siempre garantizado: hubo hambrunas y prevaleció la desnutrición. Una economía sujeta a una cruda explotación difícilmente podía convertirse en centro de innovación tecnológica. Además, el comercio estaba limitado por reglamentación rígida que lo restringía a intercambios con España; sólo algunos galeones lograban de vez en cuando ir a Perú o al Lejano Oriente, y con frecuencia desaparecían en el Pacífico.

La innovación mexicana en el beneficio del mineral argentífero y la fundación de una Escuela de Minas parecen ser las únicas aportaciones significativas a la transferencia recíproca de tecnología en esa época, y coinciden con el despertar político a fines del siglo XVIII y principios del XIX. El descubrimiento del vanadio se agregó a las contribuciones del Nuevo Mundo a la industrialización del Viejo. Con la Independencia, en 1810, empezó a observarse un brote de desarrollo y cierto auge, particularmente entre los criollos descontentos con la dominación de la corona española.

Medio siglo de perturbación política después de la Independencia no podía favorecer gran cosa el desarrollo, aunque una industrialización incipiente, basada en fundiciones de hierro y talleres textiles (obrajes), hizo evidente la incorporación de la tecnología entonces moderna, en su mayor parte europea. Manchester estaba presente en la industria, no sólo en el comercio. Los ferrocarriles llegaron más bien tarde, pero por fin significaron una alternativa a la diligencia y a las recuas de mulas. En gran medida, la tecnología de la construcción de ferrocarriles y de los servicios de transporte ferroviario fue el impulso principal, bien apoyado por subsidios y protección del gobierno en un contexto de generosas concesiones.

Durante el decenio de 1870-1879, México, víctima ya de pérdida de territorio y de invasiones extranjeras, se levantó nuevamente y se embarcó en un proceso de desarrollo de su agricultura y su riqueza mineral, que puso a la economía en condiciones de beneficiarse de la gran expansión del comercio mundial ocurrida durante el último cuarto del siglo y hasta 1914. La tecnología siguió transfiriéndose explícita e implícitamente al desarrollo mexicano, al establecerse fundiciones, fábricas de hilados y tejidos, plantas procesadoras de alimentos y una diversidad de industrias ligeras en la ciudad capital y en lugares como Puebla, Orizaba, Guadalajara y otros. Llegaron al país equipo, técnicas de administración, habilidades y capital de inversión, en lo principal de fuentes europeas. También contribuyó la inventiva local. La minería y un mayor desarrollo de los ferrocarriles atrajeron algo de capital y tecnología de Estados Unidos. No fue ésa una “política tecnológica” —como la llamaríamos en la actualidad— sino en esencia una de incorporación indiscriminada y abierta de tecnología, sin condiciones, cual correspondía a un desarrollo capitalista incipiente. No obstante, un Estado liberal indujo la modernización mediante concesiones, incentivos fiscales, etcétera.

El descubrimiento de petróleo y su creciente importancia en la transición tecnológica hacia combustibles líquidos en los países industriales hizo de México una región favorita para las inversiones de las compañías británico-holandesas y norteamericanas de principios del siglo XX. Para 1914, México había adquirido cierta relevancia estratégica como proveedor importante de petróleo crudo, y para 1921 se había convertido en el segundo exportador del mundo. La producción fue de apenas 121 millones de barriles ese año, el máximo nivel logrado hasta bien entrado el decenio de los sesenta. Sin embargo, la tecnología para el desarrollo petrolero seguía siendo propiedad de los enclaves privados extranjeros en México, con muy limitada difusión. A raíz de la nacionalización petrolera, en 1938, se hizo evidente la necesidad de desarrollar tecnología en esa área para reducir la dependencia respecto a empresas petroleras y proveedores extranjeros. Mas no fue sino hasta 1966 cuando se creó el Instituto Mexicano del Petróleo, en parte para alcanzar cierta autonomía tecnológica en la exploración y la refinación petrolera, y para formar personal técnico y trabajadores calificados. Este instituto fue uno de los pocos que en los años sesenta tuvo a su disposición un presupuesto importante para investigación y desarrollo experimental, en contraste con la mayoría de los centros de investigación mexicanos; además, se orientó decididamente a la solución de problemas y a lograr ahorros en la importación de tecnología.

En los años veinte, una vez superados los estragos económicos de la Revolución Mexicana y despejada la vía para políticas constructivas de desarrollo basadas en ideas nuevas que introdujo la Constitución de 1917, la labor de creación de instituciones dejó recursos apenas limitados para la industrialización y el desarrollo tecnológico autónomo. La expansión del sistema educativo se había rezagado durante la mayor parte del siglo XIX, no existió casi educación superior alguna en la época de la Revolución, y quienes se interesaban en las nuevas profesiones, como la ingeniería, tenían que adquirir sus conocimientos en su mayor parte en universidades extranjeras. Sólo las disciplinas tradicionales —el derecho, la medicina y las humanidades— encontraban algún apoyo en México. Durante los años veinte, el país no estuvo en condiciones de iniciar un proceso de desarrollo tecnológico autónomo, ya que su base científica era débil y se practicaban sólo rudimentos de investigación aplicada. La transferencia de tecnología del exterior se produjo, igual que durante la segunda mitad del siglo XIX, por medio de la inversión extranjera directa, en campos dispersos. La extracción y el beneficio de metales no ferrosos tuvieron cierta prosperidad en los años veinte, para el mercado de exportación; no se llevó a cabo a la par ninguna investigación, y hasta la fecha ha sido mínima la formación de especialistas en minería y metalurgia. Hasta hace poco, la minería y la refinación fueron actividades de propiedad extranjera apenas integradas a la visión local de las necesidades económicas del país. Con la gran crisis de los años treinta, el desarrollo de la minería se detuvo también, y salvo un breve resurgir durante la segunda Guerra Mundial, este sector se ha rezagado en el desarrollo mexicano.

Vale la pena mencionar que desde 1921 se empezó a considerar la educa-

ción básica como pieza central para la evolución de México. El gobierno federal asumió la responsabilidad de desarrollar un sistema educativo nacional con objeto de reducir el analfabetismo y difundir la instrucción primaria en el medio urbano y en las áreas rurales. Pero relativamente poco pudo hacerse en la educación secundaria y superior, debido a limitaciones presupuestarias y otras. Corría ya 1940 y había inscritos menos de 25 000 estudiantes en estudios profesionales en sólo siete universidades mexicanas. La población total de México era entonces de unos 20 millones de habitantes. Para 1960, estaban inscritos en 24 universidades 79 000 estudiantes, incluida una pequeñísima fracción de estudiantes de postgrado. La población total era entonces de 36 millones, y apenas 2% del grupo de 19 a 24 años de edad estaba inscrito en instituciones de educación superior. En esa época, alrededor de un tercio de los estudiantes inscritos cursaba apenas el primer año, y la participación real disminuía después radicalmente con el resultado de que egresaba sólo el 15% de los ingresantes. La inscripción en ingeniería era de 27 000, en ciencias de 1 300, y en estudios agrícolas de poco menos de 2 000. En 1960, egresaron 9 300 estudiantes universitarios (el número de recibidos fue mucho menor). Del total de egresados, 3 300 correspondieron a ingeniería, 168 a ciencias y 312 a agricultura y zootecnia. Aun desde el ángulo de la educación, el potencial de desarrollo tecnológico en la perspectiva de los años sesenta era bastante magro.

Los datos muestran también que el apoyo a la investigación científica y tecnológica fue casi nulo hasta el decenio de los cuarenta. Aun en 1965, el gasto total en investigación y desarrollo experimental fue inferior a 0.1% del producto interno bruto, y el número de investigadores de tiempo completo no llegaba a 1 000. Alrededor de una cuarta parte de unos 12.5 millones de dólares (156 millones de pesos de 1964) se gastó en investigación agrícola, aproximadamente un tercio en investigación básica en las universidades, un 16% en investigación industrial aplicada y un 8% en investigación nuclear. Se había establecido en 1935 el Consejo Nacional de Educación Superior e Investigación Científica, al que siguieron una organización semejante en 1948 y un Instituto Nacional de la Investigación Científica en 1950. Estos organismos recibían un financiamiento limitado y no tenían personal permanente; otorgaban pequeños subsidios a investigadores individuales, y concedían un número modesto de becas, generalmente para estudios de postgrado en el extranjero.

Sin embargo, la Constitución de 1917 fue la base de políticas que implicaron desviarse de las actitudes liberales, de libre mercado y *laissez-faire* del siglo XIX. Se iniciaron políticas gubernamentales para lograr objetivos sociales y económicos. En vista de la debilidad de las empresas nacionales, esto significó —en parte como reacción al dominio de la inversión extranjera directa en muchas áreas (minería y fundición, extracción de petróleo, agricultura y ganadería) antes de la Revolución— el principio de una tendencia al establecimiento de empresas estatales y mixtas, y de la regulación estatal de las inversiones y de la actividad económica. Estas políticas se apoyaron en varias instituciones nuevas, muchas de ellas promovidas en los años veinte (incluidas institu-

ciones financieras), y habrían de tomar forma rápidamente durante el sexenio del presidente Cárdenas (1934-1940), en cuyo periodo, después de larga disputa sobre contratos laborales y legislación interna, se nacionalizó la industria petrolera. El impacto dramático de esta nacionalización puso de relieve por primera vez, en todo el país, la dependencia tecnológica de México. Sólo se disponía de un puñado de ingenieros industriales y petroleros para dar servicio a la industria nacionalizada.

En el decenio de los cuarenta, México pudo acelerar su proceso de industrialización y empezó a modernizar parte de su agricultura en regiones donde era posible el regadío. También se desarrollaron las comunicaciones modernas, la construcción de caminos y la infraestructura urbana. Se estableció un nuevo marco para el desarrollo tecnológico. Sin embargo, a pesar de la reciente creación del Instituto Politécnico Nacional y de intentos de científicos eminentes por llamar la atención sobre la necesidad de promover el desarrollo científico a lo largo del entonces débil sistema universitario y por medio de organismos del sector público, no surgió en el país en general, por desgracia —ni en el gobierno ni en el sector privado—, suficiente conciencia de lo que ahora se llama investigación y desarrollo experimental (IDE). La prosperidad que trajo la segunda Guerra Mundial permitió la realización de ciertos proyectos industriales patrocinados por el gobierno, por ejemplo, en la rama siderúrgica; hizo también posible que la iniciativa privada desarrollara muchas oportunidades industriales, a menudo con apoyo del gobierno. Muy pronto empresarios extranjeros introdujeron resultados tecnológicos de la economía de guerra en Estados Unidos, por ejemplo, en la fabricación de plásticos.

Dados el ambiente, la necesidad de industrializarse y los intereses específicos de los inversionistas, México se incorporó a la estrategia de industrialización mediante sustitución de importaciones en los decenios de 1950 y 1960, con casi total dependencia respecto a la transferencia de tecnología del exterior, principalmente de Estados Unidos. Esa transferencia estaba en gran parte implícita en la naturaleza de las inversiones extranjeras directas que se dirigían a las manufacturas. Una gran variedad de bienes de consumo y artículos domésticos duraderos empezó a fabricarse en México, bajo licencia o en subsidiarias. Las ensambladoras, que se habían instalado ya antes en las primeras fases de la industria automotriz, se establecieron sobre base más amplia y gradualmente empezaron a descansar en la fabricación o subcontratación de partes en México, bajo licencia o conforme a condiciones específicas, en muchos casos emprendidas por subsidiarias extranjeras. Casi no existía la idea de adquirir tecnología no incorporada y de formar al personal de ingeniería que se necesitaba para aplicarla. Estaba más lejano aún el proyecto de realizar actividades de IDE en México. El interés principal en el campo de la investigación era la agricultura: de estos primeros esfuerzos surgiría más tarde la Revolución Verde. Debe considerarse también que se carecía de incentivos para canalizar fondos hacia la IDE, y que la estabilidad cambiaria daba lugar a hacer de la importación de tecnología un procedimiento normal y casi sin costo, en vista de los cálculos de costo-beneficio y de las normas de costeabilidad preva-

lecientes, de la fuerte protección arancelaria, de las restricciones no arancelarias y, en general, del creciente poder adquisitivo de la clase media urbana.

A mediados de los años sesenta, cuando después del *sputnik* cobraron ímpetu las deliberaciones sobre la IDE en los países occidentales industrializados, y cuando la UNESCO, la OCDE, la OEA, las organizaciones científicas norteamericanas y otras desarrollaron estudios y actividades serios sobre políticas científicas y tecnológicas, en México se despertó interés por revisar las condiciones del momento y delinear la política futura. La iniciativa provino de los grupos científicos básicos de las dos universidades principales, a los que pronto se unieron economistas, sociólogos y otros interesados en las cuestiones de política general. En 1968 se llevó a cabo una primera reunión informal con la participación de académicos y funcionarios del gobierno, y en diciembre de 1970 —después de extensa consideración pública, cuando entraba en funciones un nuevo gobierno— el Congreso mexicano aprobó una ley que estableció el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), con objeto de estimular y coordinar la investigación (incluidas las ciencias sociales), desarrollar sistemas de información, negociar programas de cooperación científica bilaterales y multilaterales, aumentar considerablemente el número de becas destinadas a estudiantes de postgrado para su formación tanto en México como en el extranjero, llevar a cabo intercambios de personal técnico con otros países, desarrollar inventarios de personal de investigación, difundir la ciencia y la tecnología, y vincular los diversos institutos de investigación con la industria.

Se adoptaron varios programas, con la participación de la comunidad científica, sobre la base de estudios de necesidades. Después de varios intentos fallidos, se aprobó un Programa Nacional de Ciencia y Tecnología para el periodo 1978-1982. Como resultado de una revisión independiente y minuciosa de la experiencia de los últimos doce años, y a la luz de la crisis financiera desde 1982 hasta la fecha, el gobierno actual está llevando a cabo un Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico y Científico (en ese orden) para el periodo 1984-1988. Este último destaca, específicamente, el papel central de la ciencia y la tecnología para fomentar el desarrollo nacional y disminuir la dependencia respecto de fuentes de tecnología extranjeras. También relaciona claramente las actividades de IDE con situaciones y cambios sociales y económicos. Parece entonces que finalmente ha mejorado la política de ciencia y tecnología, y que se la considera esencial para impulsar más la industria y la agricultura, desarrollar la educación superior y modernizar, en general, a la sociedad mexicana. Sin embargo, tomará algún tiempo alcanzar estas metas.

Aunque mucho se ha avanzado en los últimos quince años, tanto en la investigación científica y tecnológica como en la educación superior en su conjunto —y el sector privado ha añadido su propia búsqueda de objetivos a la del Estado—, el esfuerzo global es todavía limitado. Las actividades de IDE se concentran con exceso en el área de la ciudad de México, y muchas de ellas apenas si se relacionan tenuemente con las necesidades industriales. Es dudoso que los gastos en IDE rebasen el 0.5% del producto interno bruto. Ade-

más, la calidad de la educación superior y la de mucha de la investigación están lejos de ser satisfactorias. En conjunto, hay menos de 40 000 estudiantes de postgrado en las más de cien universidades e institutos de enseñanza superior que ahora existen, y se cuenta con sólo unos cuantos miles de investigadores de tiempo completo que poseen grados superiores. Una proporción considerable corresponde al área de ciencias sociales y humanidades, de tal suerte que las ciencias exactas y la tecnología son todavía más débiles de lo que parecen a primera vista.

Para ser realista, la perspectiva debe enmarcarse en un cuadro en el que la tecnología importada seguirá teniendo un papel dominante en el desarrollo mexicano. En esencia, esto significa —si la importación de tecnología ha de formar parte de una política nacional sobre ciencia y tecnología— que deberá desarrollarse una política específica referida a la importación de tecnología y, por ende, a la transferencia de tecnología.

A principios de los años setenta, además del establecimiento de programas del CONACYT para apoyar y ensanchar la IDE y sus actividades conexas, se aprobó una legislación para vigilar y regular los contratos de licencia que implicaran el uso de tecnología extranjera, así como de patentes y marcas. Se había descubierto, en estudios sobre Colombia, Brasil y Argentina, que los pagos por tecnología extranjera solían ser excesivos e incluir utilidades ocultas en los precios de transferencia entre las compañías matrices en el extranjero y sus subsidiarias y filiales locales, con frecuencia para evadir restricciones cambiarias, impuestos locales y otros requisitos. La capacidad negociadora de los usuarios mexicanos de licencias de tecnología era también débil por su falta de información y por carecer de orientación. Los contratos de licencia y semejantes estaban ligados estrechamente a la inversión extranjera directa y formaban parte de la estrategia de dicha inversión. En México, la reacción inicial de las empresas extranjeras ante la nueva legislación fue negativa, y se agregó a viejas reclamaciones acerca de la política del país respecto a la inversión extranjera directa y la insistencia en el derecho a exigir un 51% de propiedad mexicana —política que, por cierto, no se aplicaba rigurosamente. Sin embargo, se estableció un Registro Nacional de Transferencia de Tecnología, y después de un necesario proceso de aprendizaje, los contratos que no cumplían con los nuevos reglamentos se renegociaron, en su mayoría, en pocos años. De esta manera, se lograron sustanciales ahorros en los pagos por transferencia de tecnología en beneficio de la no muy favorable balanza de pagos de México, e igualmente los usuarios de licencias tecnológicas derivaron ventajas pecuniarias y otras.

El resultado combinado de la política sobre licencias, del inicio de actividades del CONACYT y de la expansión de importantes institutos de investigación hacia campos de tecnología aplicada y adiestramiento, significó un ligero cambio cualitativo y un paso adelante para definir una política general de ciencia y tecnología más autónoma. Significó también ciertos ahorros en los pagos por tecnología importada y el principio de una mirada hacia lo interno en cuanto a posibilidades de fomentar las actividades locales de IDE vinculándolas con

necesidades industriales y de otro tipo. Cabe mencionar que en estos esfuerzos se recibió la colaboración de organismos de las Naciones Unidas, junto con la de Estados Unidos y muchos otros países mediante arreglos bilaterales.

La inversión extranjera directa siguió aumentando durante los años setenta, y más aún en el periodo de auge petrolero (1978-1981). Cualquiera que haya sido el resultado inevitable de la estrategia mundial de las empresas transnacionales, México siguió ofreciendo incentivos y creando un ambiente favorable a la inversión, a pesar de ciertas restricciones que en general no eran distintas a las de otros países, como Canadá y Australia. Con las inversiones directas se generó una nueva transferencia masiva de tecnología, producto de la sola inercia del progreso tecnológico en el mundo industrial, incluidos Estados Unidos y Japón, así como del interés de las transnacionales por establecer en México una base para futuras exportaciones, dirigidas inclusive a países altamente industrializados, aprovechando ya sea los bajos salarios reales de una mano de obra abundante, la proximidad a los mercados o los incentivos fiscales y otros que ampliaban las perspectivas de ganancia. La estabilidad del sistema político mexicano fue un factor más de atracción. Asimismo, siguieron prosperando los contratos de licencia para el aprovechamiento de tecnología, al igual que los contratos sobre derechos de patente, marcas registradas y franquicias.

Se observó también que la economía ofrecía expectativas de crecimiento sumamente favorables y duraderas que, aunadas a las reservas de petróleo crudo y a las perspectivas del sacudimiento de los precios petroleros, parecían garantizar rendimientos a la inversión extranjera directa lo mismo que ganancias por concepto de contratos de tecnología, aparte de los ingresos por la venta de tecnología incorporada a equipos muy complejos. Además, al igual que otros países y con el apoyo de la publicidad por televisión, México se puso a tono fácilmente con las proclividades consumistas de los países de ingreso elevado y tecnología avanzada, en particular las del vecino del Norte. Nunca antes se había visto en el mercado mexicano tantos artículos de consumo de tal complejidad técnica, que estaban más allá del poder adquisitivo normal de la clase trabajadora mexicana pero atraían la atención del pequeño segmento social medio y alto favorecido por ingresos reales en aumento. Cabe añadir que el impacto tecnológico de estas nuevas y complejas formas de consumo probablemente fue cercano a cero.

Pese a que la comunidad científica, los principales grupos empresariales y los encargados de las políticas generales captaron la racionalidad de una política de ciencia y tecnología que fuera parte integrante de una estrategia, programa o plan de desarrollo, en realidad hubo poca coherencia en la política mexicana al respecto. Hasta 1983, se mantuvo al sector de ciencia y tecnología en una posición subordinada. Aunque se suponía que el director del CONACYT era el "consejero científico" del Presidente y miembro del gabinete, en realidad las decisiones que se tomaron sobre política industrial, inversión pública, educación, asimismo en materia de política financiera y monetaria, hicieron muy poco por favorecer la capacidad de México en IDE. Durante

los años setenta, el auge espectacular de la industria petrolera y de la industria petroquímica involucró en su mayor parte, sin consideración de costo, tecnología foránea incorporada y transferida directamente. Se hizo alarde de un vasto plan de desarrollo, y en realidad hubo una gran expansión en la que prácticamente no existió ningún elemento de política de IDE. El énfasis en la energía nuclear inevitablemente requirió también importar tecnología; en cambio, no se hizo nada serio para estimular la investigación sobre energía solar.

Los institutos de investigación universitaria, bajo el manto de la autonomía académica, contribuyeron muy poco a la investigación y al desarrollo aplicados. Ni las empresas estatales, ni los grandes grupos empresariales nacionales, ni las transnacionales cultivaron ninguna vinculación importante con ellos. Las autoridades fiscales nunca llegaron a autorizar que las aportaciones de empresas y personas a dichos institutos fueran deducibles del ingreso gravable por el impuesto sobre la renta. El Registro Nacional de Transferencia de Tecnología no incluyó ningún mecanismo, por ejemplo, mediante incentivos fiscales u otros, que pudiera estimular a los licenciatarios a adaptar o desarrollar tecnología con base en actividades locales de IDE. Las asignaciones presupuestarias a favor de CONACYT aumentaron, en su mayor parte destinadas a becas para estudiar en el exterior (concedidas más bien indiscriminadamente), pero en general fue débil el esfuerzo desarrollado en IDE, con base en subsidios del sector público o con otros medios.

Para rematar, los largos periodos de sobrevaluación de la moneda mexicana, originados principalmente en que la tasa de inflación fue más alta que la que prevalecía en Estados Unidos y otros países industrializados, fueron un impedimento a la promoción de la IDE nacional a largo plazo. Entre 1971 y 1976, y más agudamente de 1978 a fines de 1981, cuando los recursos financieros del país y las divisas disponibles eran abundantes, la sobrevaluación dio lugar a que fuera más barato, fácil y rápido importar tecnología que tratar de desarrollarla o fomentarla en México. Era más fácil también conceder becas para estudiar en el extranjero que dar fuerza y dinamismo a los institutos y centros de educación superior mexicanos. Resultaba mucho más sencillo importar cualquier tipo de equipo con tecnología nueva incorporada, que formular planes a mediano o a largo plazo para el desarrollo tecnológico interno. Las señales que daba el tipo de cambio fueron desfavorables a la autonomía tecnológica, contrariamente a los deseos de la política del gobierno. De paso, las tasas de rendimiento de las nuevas inversiones, una vez que se instaló la inflación y que se volvieron difíciles de controlar los desequilibrios externos, dejaron de satisfacer las expectativas de unos cuantos años atrás. La actitud acrítica hacia la tecnología importada, tanto del gobierno como del sector privado, acarreó gran confusión acerca de medios y fines. La crisis del endeudamiento externo en 1982 y 1983 paralizó la situación, al grado de que las propuestas contenidas en los primeros planes del nuevo gobierno para el desarrollo general, que abarcaban la ciencia y la tecnología, se vieron seriamente vulneradas. Las restricciones presupuestarias, el descenso real de 5.2% del producto interno bruto en 1983, y la grave caída del salario real del personal académico

y de investigación, hicieron retroceder los esfuerzos de la IDE en México.

Pero es necesario rescatar, de una crisis de las dimensiones de la mexicana, elementos que ayuden a dar forma a nuevas políticas. Por lo que toca sólo a ciencia, tecnología y la transferencia de ésta, debe quedar claro, como principio general, que México no puede ya permitirse importar tecnología tan libre e indiscriminadamente como lo hizo en el pasado. Los propietarios de derechos sobre tecnología extranjera y los licenciarios no tienen abierto ante sí el camino a la prosperidad con que contaban antes, ni se dispone ya tan libremente de divisas para enviar pagos al exterior a las compañías matrices o a los titulares de los derechos —además del costo de la divisa por la constante depreciación de la moneda nacional y por el impacto de las elevadas tasas internas reales de interés. Parecería indicada la austeridad tecnológica por lo menos en los productos más ostensiblemente orientados al consumo, especialmente vehículos para pasajeros, artículos de consumo duradero y otros semejantes. Deben abrirse oportunidades para la IDE y la aplicación de innovaciones tendientes a reducir los costos en los procesos industriales. Por primera vez en varios decenios, México encara seriamente la necesidad de una política de sustitución de tecnología importada. Parte de los esfuerzos del programa del CONACYT para el periodo 1984-1988, y de los institutos de investigación y centros universitarios, está dirigida a ese objetivo. La brecha de conocimiento, entendimiento y mutuo aprecio entre investigadores e industriales quizá empiece a cerrarse. Es posible que el gobierno esté revaluando sus aportaciones a las labores de IDE y a ciertas áreas selectas de la educación superior, a fin de fortalecer las capacidades nacionales. El alto costo en divisas de los estudios de postgrado en el exterior parece ser un factor en el viraje hacia el desarrollo y el mejoramiento en calidad de los centros de investigación y de los programas de postgrado mexicanos.

Sin embargo, el proceso de desarrollo hacia adentro no puede ser muy rápido. En primer lugar, dicho proceso va contra la tradición de considerar que la tecnología importada es la mejor; en segundo, la base de recursos humanos para la IDE nunca ha sido muy fuerte y apenas si se ampliará con lentitud; en tercero, será casi imposible para México, dados sus escasos antecedentes en IDE, ponerse al nivel de evolución e innovación de los países de tecnología avanzada, salvo en áreas precisas y limitadas; en cuarto lugar, para fomentar la IDE local se necesita importar equipo, materiales y procesos, así como expertos; en quinto, las restricciones presupuestarias generales y la política de salarios en México están dañando el esfuerzo de la IDE al grado de que la fuga de cerebros se ha recrudecido. La pérdida de talentos por esa fuga se expresa en que los investigadores salen a países extranjeros o cambian de actividad, y se manifiesta también en las dificultades para reclutar nuevo personal de investigación. Por último, conforme se ahonda y prolonga la crisis de corto plazo, los esfuerzos de la política general para combatirla están desplazando la atención que requieren la planeación y el cumplimiento de programas a largo plazo, incluidos los de ciencia, tecnología y desarrollo industrial.

Aunque pudiera caerse en la tentación de afirmar que se transfiere tecno-

logía a México de maneras intangibles, por ejemplo, mediante el proceso de aprendizaje a que está expuesta cualquier persona que visite Estados Unidos —y quizá vaya en aumento el nivel educativo promedio de los visitantes mexicanos—, es dudoso que sea importante esa forma de transferencia. Hay innumerables anécdotas sobre el tema, como las de trabajadores migratorios que consiguen educarse, aprender oficios, comprar herramientas y equipos, y que adquieren la ética de trabajo del Norte, etc. Hay algo de cierto en ello. Se supone, asimismo, que las plantas maquiladoras localizadas a lo largo de la frontera mexicana participan sin darse cuenta en una transferencia continua de tecnología hacia México, sobre todo mediante la contratación de trabajadores semicalificados y el mejoramiento de los menos capacitados. También aquí deber haber algo de cierto, pero no existe evidencia concluyente. México, como vecino de Estados Unidos con una larga frontera común, recibe indudablemente influencia tecnológica por ello; pero en los procesos de producción se aprovechan las etapas finales de la tecnología, más que realizar una transferencia consciente de tecnología. Para decirlo una vez más, la transferencia de tecnología entre Estados Unidos y México ocurre sobre todo por conducto de la inversión privada extranjera directa, en segundo término mediante licencias y compra directa, y sólo en tercero por medios que no sean de propiedad privada, entre los cuales figuran las transferencias previstas en programas bilaterales o multilaterales.

¿Ha llegado México a una etapa en que sería capaz de transferir tecnología a otros países, inclusive a Estados Unidos? Al parecer, en los últimos quince años ha tenido lugar un reducido número de transferencias de tecnología mexicana, que realizan directamente grupos empresariales privados y empresas paraestatales mediante contratos de licencia, e indirectamente, al incorporar la tecnología en equipos hechos en el país. La industria mexicana ha desarrollado procesos en la fabricación de acero, en maquinaria para la construcción, en métodos de construcción, en la fabricación de equipo industrial, en ingeniería, química, industria petrolera y otros campos, para los que parece haber demanda en varios países. Aunque no muy extendidos, los esfuerzos de grupos industriales mexicanos en materia de IDE les han traído beneficios, tanto por la sustitución de tecnología y licencias como por la exportación de técnicas y la obtención de derechos de patente. En algunos casos la tecnología se ha transferido a otros países en vía de desarrollo. Sin embargo, el ingreso mexicano proveniente de la transferencia de tecnología al exterior se ve abrumadoramente contrarrestado por los pagos que se hacen por la importada. Se debe tener presente, además, que la Revolución Verde, basada en investigación que desarrollaron en México científicos estadounidenses y mexicanos, se ha extendido a muchos otros países en vía de desarrollo para elevar los rendimientos en la producción de granos y asegurar suministros adecuados de variedades de alto rendimiento.

Son muchos los desafíos que encara la política mexicana de ciencia y tecnología en la actualidad. Existe un problema general de asignación de recursos en cualquier momento dado. Son evidentes las dificultades inherentes a la

formulación y aplicación de una política racional respecto a la importación de tecnología, que permita ahorrar divisas y apoyar la IDE interna, frente a la necesidad de incorporar nuevas tecnologías en rápido desarrollo para mantener el avance industrial y aumentar la capacidad para exportar manufacturas a un mercado internacional sumamente competitivo. Esto se relaciona con el hecho de que el grueso de las actividades de IDE se efectúa en unos cuantos países de elevado nivel de industrialización que cuentan con una estructura de IDE muy avanzada, la mayor parte ubicada en empresas transnacionales a cuyos intereses sirve, lo mismo que a objetivos estratégicos militares y espaciales. México difícilmente podría competir o ponerse a nivel en este proceso. Por desgracia, México está a años luz de las corrientes principales en biotecnología, electrónica o producción de materiales nuevos, y ni siquiera está preparado para absorber esos adelantos en grado considerable.

Además, México no puede hacer a un lado una dimensión social a la que afecta la avanzada tecnología del Norte: el empleo. Debido al rápido crecimiento demográfico del pasado, y aun descontando el descenso del 40% que ha experimentado la fecundidad durante los últimos doce años, la fuerza de trabajo mexicana seguirá aumentando a una tasa anual de más de 3%, y dicha tasa, aproximadamente, se mantendrá al menos en los próximos quince años (el crecimiento demográfico general es ahora de alrededor de 2.2% anual y está declinando). Casi cualquier innovación tecnológica transferida del Norte a la economía mexicana tiende a ahorrar mano de obra y a intensificar el uso de capital o de tecnología, y a requerir personal calificado en vez de obreros sin calificación. Como en otras épocas, las nuevas tecnologías pueden crear bastante empleo indirecto, sobre todo en los servicios, pero hasta ahora el principal efecto de la tecnología moderna ha sido el de ahorrar mano de obra. Así pues, un país como México no puede hacer caso omiso de la problemática del empleo en la formulación de una política sobre ciencia y tecnología. De hecho, no es posible detener la tecnología que ahorra mano de obra porque es, entre otras cosas, inherente a la lógica fundamental de cualquier negocio lucrativo que tenga acceso a dicha tecnología en condiciones razonables. El problema de mayor amplitud es cómo organizar el desarrollo industrial y de los servicios —no se diga la agricultura— de manera que se generen oportunidades de trabajo paralelamente a las tendencias inevitables de la tecnología moderna que son adversas al empleo. El dilema de México, por cierto, no es distinto al de la mayoría de los países en vía de desarrollo que, debido a la elevada fecundidad de su población y a su mortalidad decreciente, han alcanzado una etapa en que del 40 al 50 por ciento de la población tiene menos de 15 años de edad.

Parte de la respuesta puede hallarse en las llamadas tecnologías “intermedias” o “adecuadas”: se ha escrito mucho sobre sus perspectivas en los países en vía de desarrollo densamente poblados, o que se caractericen por elevadas tasas de crecimiento de la mano de obra joven. En muchas partes del mundo, en muchos casos con apoyo internacional o bilateral, se han aplicado programas y proyectos al respecto, con éxito variable. México ha experimentado con tecnologías intermedias intensivas en el empleo de mano de obra, por ejem-

plo, en la construcción de caminos rurales, en proyectos de desarrollo rural y en la construcción de viviendas de bajo costo. Sin embargo, en general, tales tecnologías no han recibido apoyo oficial del CONACYT u otros organismos, y de hecho existe enorme prejuicio intelectual y político en contra de estas tecnologías menos espectaculares. Sin embargo, pueden ser importantes para el desarrollo industrial en pequeña escala, en particular para un tipo de actividad manufacturera que en México se ha denominado "microindustria", la cual generalmente requiere trabajadores familiares no asalariados y un mínimo de capital y equipo, pero que cuenta con cierta capacidad para adoptar a menor escala versiones reducidas de la tecnología moderna y para utilizar innovaciones como la microelectrónica.

La dimensión del problema del empleo, a la luz del desarrollo tecnológico en México, puede precisarse únicamente al grado de suscitar más preguntas que respuestas. En la actualidad, la fuerza de trabajo potencial de México es del orden de 23 millones, o 29% de la población total. Suponiendo que sea conveniente reducir la tasa actual de desempleo abierto de 12 a 6 por ciento para fines de siglo, que la economía pueda crecer a una tasa media anual de aproximadamente 5%, y que todos los nuevos ingresantes al mercado de trabajo deban conseguir empleo estable, se necesitaría crear un millón de empleos anualmente durante los próximos quince años, es decir, debiera lograrse un aumento del 66% a través de ese periodo. ¿Ayudarán las nuevas tecnologías a generar esta cantidad de empleos, o desplazarán, como en el pasado, a la mano de obra de unidades de producción? ¿Ingresará a la fuerza de trabajo mayor proporción de mujeres? ¿Existen medios de reducir la proporción de subempleados y de los que trabajan en el "sector informal" paralelo? Difícilmente puede haber respuestas claras a estas preguntas. Lo que aquí se sostiene es que son de interés para una política de ciencia y tecnología en México, así como para la cuestión de la transferencia de tecnología.

Es de esperar que de la exposición de estos asuntos surjan ideas y sugerencias respecto a modalidades de transferencia de tecnología entre Estados Unidos y México que sean menos unilaterales, que beneficien a ambas sociedades de una manera más equilibrada, y que en México ayuden a la pequeña industria y a otras, y no sólo a la gran industria, sea ésta de propiedad mexicana, extranjera o mixta. Además, en ciertas condiciones la base de la investigación científica y tecnológica de México podría beneficiarse de una mayor cooperación internacional, de tipo material y en términos de recursos humanos. Esa cooperación debiera tener lugar en un marco de muy cuidadosa elaboración que tuviera plenamente en cuenta los intereses básicos de México.

#### ALGUNAS REFERENCIAS

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México, *Plan nacional indicativo de ciencia y tecnología*. México, 1976.

- , *Programa nacional de ciencia y tecnología 1978-1982*. México, 1978.
- , *Programa nacional de desarrollo tecnológico y científico 1984-1988*. México, 1984.
- Urquidi, Víctor L., y Lajous Vargas, Adrián, *Educación superior, ciencia y tecnología en el desarrollo económico de México. Un estudio preliminar*. México, El Colegio de México, 1967, 1969.
- Urquidi, Víctor L., "Planeación de la ciencia y la tecnología", *Comercio Exterior*. México, Vol. 30, Núm. 11, noviembre de 1980, pp. 1237-1243.
- Hodara, Joseph, *Reflexiones sobre el programa nacional de desarrollo tecnológico y científico 1984-1988*. México, inédito.
- Ciencia y tecnología para el desarrollo* (colección de trabajos publicados por el Instituto de Estudios Políticos, Económicos y Sociales del PRI). México, sin fecha [1982].

Existe abundante bibliografía sobre políticas de ciencia y tecnología y transferencia de tecnología, en revistas, documentos públicos, libros y colecciones de ensayos, publicados en México y en Estados Unidos.