



TECNOLOGÍAS ADECUADAS E INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO HUMANO

Andrés González García

Coordinador. Ingeniería Sin Fronteras

Ricardo Navas Hernández

*Fundación Ingenieros del ICAI para
el Desarrollo*

Miguel Ángel Pantoja Molina

*Ingeniería Sin Fronteras
Asociación para el Desarrollo*

Valentín Villarroel Ortega

*Ingeniería Sin Fronteras
Asociación para el Desarrollo*

Académico revisor

José Manuel Sanjurjo Jul

3

3.1. INTRODUCCIÓN

Tecnología y desarrollo es un binomio que fundamenta la transición entre las diferentes edades de la historia: los utensilios de caza y de recolección definen las eras del paleolítico, la aparición de la agricultura el neolítico, las edades del cobre y del bronce se definen por su tecnología metalúrgica. La tecnología, en sentido amplio, ha sido factor fundamental en la primacía de los distintos imperios que han prevalecido a lo largo de la historia, desde la organización del estado a la tecnología militar, los sistemas y medios de comunicación, el uso del álgebra, la astronomía y la navegación, entre otros innumerables ejemplos. Se puede decir que en su mayoría los grandes cambios que han acontecido en la humanidad a lo largo de la historia han estado asociados a cambios tecnológicos de alcance crucial.

El desarrollo humano de las comunidades rurales aisladas, en las condiciones descritas en el anterior capítulo, requiere igualmente de un cambio tecnológico, un cambio que garantice la satisfacción de las necesidades esenciales, que permita la creación y el fortalecimiento de las capacidades locales, y que promueva un desarrollo endógeno, construido desde la propia comunidad. Un cambio que promueva un modelo de desarrollo en equidad con su medio natural, social, político y económico, que fortalezca la capacidad de decisión de la comunidad dentro del sistema globalizado.

Como veremos en la primera sección de este capítulo, la ciencia y la tecnología (y por tanto el sistema de investigación, desarrollo e innovación) están profundamente vinculadas al sistema cultural, político, económico y social que las sustenta. Desde la perspectiva del Sistema Ciencia - Tecnología - Sociedad, el rol de la tecnología deja de

ser el de un instrumento neutro en manos del hombre para cumplir una función social en sí mismo. Desde ahí, partiendo de una concepción de la Tecnología como confluencia de la técnica (conocimientos), la cultura (valores) y la organización social (procesos), pasaremos a analizar las características del “mix” tecnológico adecuado para los proyectos y programas de desarrollo y la relación que hay entre innovación tecnológica y el desarrollo humano.

Seguidamente describiremos brevemente cómo funcionan los mecanismos de apropiación y transferencia de tecnología, y las barreras de los países empobrecidos para usar la tecnología de los países industrializados, y qué medidas pueden tomar las instituciones, los gobiernos y los organismos internacionales para alentar la innovación para el desarrollo humano. Finalmente pasaremos a abordar el nuevo paradigma del ingeniero como promotor de soluciones de Cooperación al Desarrollo.

En la segunda sección analizaremos el enfoque del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) que, en el marco de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, establece la prioridad de poner el adelanto tecnológico al servicio del desarrollo humano.

Finalmente referiremos brevemente las propuestas de diversas organizaciones que trabajan por el desarrollo humano desde la perspectiva tecnológica e ingenieril.

3.2. EL ROL DE LA TECNOLOGÍA Y DE LOS INGENIEROS PARA RESOLVER EL PROBLEMA

3.2.1. Ciencia, tecnología y desarrollo

La noción más extendida de Tecnología es la que la concibe como “*Ciencia aplicada*”. Hubo un tiempo en

que esto no fue así y aunque los técnicos no tenían una base científica completa, eso no les impedía hacer su trabajo. Así, la tecnología precede históricamente a la existencia de la ciencia, basando sus resultados en la experimentación empírica mucho más que en la explicación de los fenómenos naturales subyacentes.

Si la tecnología es ciencia aplicada, será preciso analizar las características de la Ciencia para determinar a partir de éstas las de la Tecnología. En la imagen de nuestra sociedad, la Ciencia busca y encuentra la verdad. Así, se aceptan de forma general las siguientes proposiciones.

- El método científico es absolutamente objetivo, libre de toda interferencia subjetiva.
- La Ciencia es un proceso acumulativo, en el que el conocimiento se va incorporando sobre la base previa, y que se desarrolla con una lógica interna propia.
- Combinando datos y lógica, la Ciencia obtiene teorías universalmente válidas.
- Por todo lo anterior, el conocimiento científico es valorativamente neutral. Dado que emplea un método objetivo y aplica sistemáticamente la lógica, los resultados no pueden tener calificación ética.
- Y, no obstante lo anterior, se considera que el desarrollo de la Ciencia es bueno para la Humanidad, recibiendo una consideración ética general positiva.

Tomando como base las características de la Ciencia, se conceden a la Tecnología atributos análogos:

- La objetividad le confiere autonomía.
- Es también acumulativa y creciente.
- Es aplicable universalmente, ya que se basa en conocimiento objetivo.

- Es neutral, igual que la Ciencia.
- Pero, como en el caso de la Ciencia, socialmente se considera que el desarrollo tecnológico es bueno para la humanidad.

De aquí se derivan notables propiedades sociales de la Tecnología:

- Como es autónoma, sólo los expertos tienen capacidad para determinar la dirección del avance tecnológico.
- Este avance se regirá por sus propias reglas internas, que determinarán las alternativas de desarrollo.
- Como es universal, la Tecnología puede aplicarse en cualquier entorno (y así, por ejemplo, su transferencia directa siempre será posible, y tendrá como único obstáculo la financiación).
- Al ser neutral, los cambios que produzca la Tecnología serán en parte inevitables (es decir, deberán considerarse tan neutrales como la propia Tecnología), y en parte exógenos (dependerán de cómo se use).
- Se da por hecha esta cadena de implicaciones: Mejor Ciencia → Mejor Tecnología → Mejor Economía → Mejor Sociedad.

Esta imagen subyace en las teorías sociales dominantes desde el siglo XVII hasta la Segunda Guerra Mundial. La Tecnocracia, cuyos principios podrían resumirse por el lema de la Feria Mundial de Chicago de 1930 “La ciencia descubre, la técnica aplica, el hombre se adapta”, impregna el pensamiento político de las diferentes ideologías hasta mediados del Siglo XX.

El propio avance científico fundamenta las críticas al paradigma positivista desde la Filosofía de la Ciencia, afirmando la relatividad de los modelos de justificación

de las teorías¹: dadas una época, una sociedad y una disciplina, puede haber buenas razones para preferir unas teorías a otras. La clausura racional de las teorías se realiza por negociación y consenso entre las personas que hacen Ciencia. En ese proceso intervienen factores que no son epistémicos (los relacionados con el conocimiento objetivo), sino sociales, culturales, políticos e históricos. Según Thomas S. Khun en su ensayo “La estructura de las revoluciones científicas”, la Ciencia construye un mundo conceptual de entre los varios mundos posibles, y que ese mundo se consolide depende de que las personas relevantes se convenzan de ello tras la correspondiente negociación. Lo anterior no significa abrazar un relativismo absoluto. La Ciencia proporciona del mundo una imagen convencional, pero no arbitraria. Las cosas son interpretables de diversas maneras, pero no de cualquier manera. No decidimos cuáles son los hechos del mundo, aunque sí asumamos o alcancemos un consenso acerca de cómo describirlos y manipularlos dados ciertos presupuestos y ciertos fines ajenos a la Ciencia según la concepción establecida de la misma.

Asimismo se produce en esta época una reacción social frente al tecno-optimismo, como el debate sobre la responsabilidad ética de los científicos y técnicos (despertado por el lanzamiento de las bombas atómicas sobre Japón y reflejado en el Manifiesto de Russell-Einstein de 1955) y por la relevancia de los riesgos tecnológicos como las explosiones en centrales nucleares, efectos secundarios de medicamentos, accidentes de transporte, fallos informáticos, catástrofes químicas, petrolíferas o ecológicas, entre otros.

Finalmente se produce también una reacción administrativa, primeramente en los EE.UU. y después a

escala internacional y multilateral, a través de la creación de diversas agencias, organismos instituciones, protocolos y cumbres de control, protección y seguridad.

Así, hoy cada vez está mas extendida la concepción de la Tecnología como una práctica social en la que confluyen aspectos técnicos, culturales y organizativos. Así Tecnología se distingue de Técnica. La Tecnología es la Técnica que se genera y aplica en una determinada organización o sistema social, sumido en una cultura concreta.

Se ve así que el postulado “Mejor Ciencia → Mejor Tecnología → Mejor Economía → Mejor Sociedad” no sólo no es unidireccional, sino que al darse interrelaciones de diferente signo entre los diferentes factores, el impacto del progreso científico sobre la sociedad es mucho más complejo.

En la era contemporánea, la ciencia moderna ha realizado tales avances que la tecnología apenas ha sido capaz de mantener su paso. En realidad la supremacía tecnológica de la máquina de vapor coincide en el tiempo con la fundamentación teórica de la genética, las teorías cuántica y de la relatividad, y un largo etcétera.

Sin embargo, sin duda la fuerza que más impulsa hoy el desarrollo científico y tecnológico es externa al binomio Ciencia-Tecnología, hasta el punto que se puede decir que hoy es el “mercado” el que arrastra directamente a la tecnología. Tecnologías para mejorar la competitividad o la productividad, disminuir costes, mejorar la calidad, crear nuevos productos, optimizar la logística, las ofertas, las inversiones... en definitiva para hacer crecer y explotar el mercado por medio de las oportunidades creadas por los descubrimientos científicos.

Este fenómeno tecnológico ha arrastrado también al desarrollo científico, impelido a crecer en las áreas de conocimiento rentables a corto, medio e incluso largo plazo (aunque la cuantía y el riesgo de las inversiones a largo plazo hayan sido en gran parte asumidos por los estados). Toda tecnología y ciencia susceptibles de proporcionar un servicio al sistema socio-económico directa o indirectamente han gozado en el último siglo de un desarrollo sin precedentes. Este movimiento se ha extendido a todas las demás ciencias, en mayor o menor medida en función de su cercanía o alejamiento de la “utilidad social” (medida muy a menudo en términos subjetivos, culturales o ideológicos). El sistema de interrelación de todos estos factores ha venido en llamarse Sistema Ciencia-Tecnología-Industria o bien en términos más generales Ciencia-Tecnología-Sociedad.

La lógica del actual sistema tecnológico y productivo está estructurada en torno a flujos de información y de decisión, lo que tiende a desligarse cada vez más de su entorno social, y a aislarse en una lógica organizativa cada vez más estrechamente ligada a las reglas del sistema económico. El desarrollo económico y tecnológico adquiere más aceleración en función del grado de integración en el sistema globalizado, por lo que el tamaño y desigualdad de las diferentes brechas (tecnológica, económica, política, medioambiental...) no sólo no disminuye, sino que aumenta aceleradamente.

3.2.2. Tecnologías adecuadas para el desarrollo

La brecha entre el sistema tecnológico y productivo, de un lado, y las necesidades de desarrollo de las Comunidades Rurales Aisladas, de otro, junto con las características

específicas de cada una de éstas, requiere abordar este problema desde una perspectiva multidisciplinar, que abarque todas las dimensiones del desarrollo humano. No es solamente un cambio de paradigma en el modelo productivo que permita niveles de vida dignos partiendo de una situación de desarrollo por debajo de los niveles mínimos de subsistencia, sino también el modelo de relación con el entorno socioeconómico y medioambiental, y el conjugar la transformación y preservación de la identidad cultural y de los valores fundamentales, para buscar una convergencia hacia una sociedad global fundamentada en el conocimiento.

Concepto de Tecnologías Apropriadas

No existe una definición unitaria de tecnologías apropiadas, concepto muy común en las intervenciones de desarrollo pero que ha ido evolucionando desde su introducción en los años 60 y especialmente tras el libro “Small is beautiful” (Schumacher 1973) que sientan las primeras bases de este concepto. Sin embargo podemos definir algunas características ampliamente aceptadas por importantes sectores de la cooperación para el desarrollo. Así, se habla de que la tecnología apropiada (a veces llamada tecnología alternativa, blanda o baja) es aquella que responde adecuadamente a las necesidades sociales y ecológicas de las personas, que es descentralizada y a pequeña escala, manejable, que emplea fuentes renovables de energía, que es de bajo coste, que fomenta el empleo, que está basada en la comunidad y en relaciones humanas no autoritarias y no-jerárquicas, que libera a las personas de cargas alienantes, permitiéndolas ser más creativas y participar en la comunidad, profundizando así la democracia.

Este concepto recibió críticas, como que representa una actitud retrógrada, antitecnológica y antiprogresista; que es prácticamente imposible cumplir todas sus características, o que no aborda la cuestión de las tecnologías de producción, donde es aún más difícil cumplir con estas características. Asimismo puede ser demasiado restrictiva si se concibe a escala exclusivamente local, produciendo modelos difícilmente replicables.

Sin embargo, como herencia de aquella reflexión, cada vez más sectores de la cooperación para el desarrollo asumen que en los proyectos de desarrollo las tecnologías que quieren estar verdaderamente al servicio del desarrollo humano deben cumplir un conjunto de características que se podrían resumir en:

- Satisfacer las necesidades humanas básicas.
- Tener calidad técnica.
- Liberar a las personas de tareas duras, de riesgo o rutinarias.
- Contar con la participación creativa de la comunidad destinataria.
- Buscar la apropiación local de la tecnología.
- Buscar la autonomía tecnológica local sin caer en el autarquismo tecnológico.
- Hacer el mayor uso posible de los recursos locales de conocimiento, humanos, sociales, económicos y tecnológicos.
- Promover y reforzar el papel de las organizaciones locales.
- Asegurar la compatibilidad con la cultura local.
- Tener un impacto medioambiental bajo.

Una idea es muy importante. No existen tecnologías apropiadas per sé, universalmente definidas. Debemos

preguntarnos ¿apropiadas para qué? Para responder a necesidades básicas y sentidas. ¿Para quienes? Beneficia a los sectores más depauperados, y es necesario que la comunidad participe en la identificación de sus necesidades, requerimientos y soluciones. ¿Dónde? Cada espacio tiene su especificidad, no existe una solución universal para un problema. ¿Cómo? Debemos buscar alternativas tecnológicas en función de los recursos disponibles en el medio físico, económico, social, cultural y ecológico, de forma eficaz y eficiente para la consecución de los objetivos de desarrollo humano buscados. Especialmente hay que considerar que el desarrollo no es un fenómeno aislado, sino conectado en una red multidimensional con el entorno local, regional, nacional y, de forma cada vez más determinante, global. ¿Cuándo? Tener en cuenta que la adopción de tecnologías es un más bien un proceso, no un hecho estático.

Tecnología y Desarrollo Humano

Hemos visto que la relación entre tecnología y sociedad es de influencia mutua. De la misma forma, la relación entre tecnología y desarrollo humano es también mutua. Esta reflexión es inmediata si consideramos a ambos, el desarrollo y la tecnología, como elementos sociales: el desarrollo como proceso de cambio social y la tecnología como producto social.

La figura 3.1 sugiere el tipo de relaciones que, según el PNUD, existe entre el cambio tecnológico y el desarrollo de las capacidades humanas. Algunas tecnologías elevan directamente las capacidades humanas (por ejemplo, las tecnologías de abastecimiento de agua mejoran las condiciones sanitarias de la población). Pero sobre

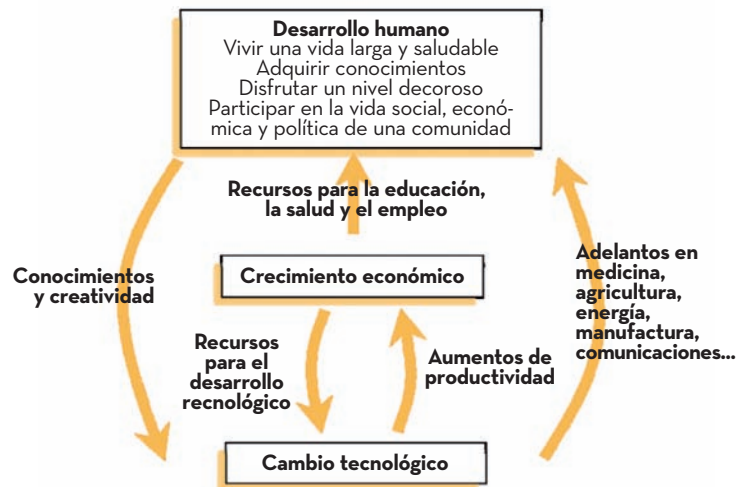


Figura 3.1. Relación entre tecnología y desarrollo humano.
Fuente: PNUD, Informe de Desarrollo Humano, 2001.

el desarrollo humano también influye indirectamente la tecnología al producir ésta crecimiento económico y aumento de la productividad. Ese aumento de recursos económicos se puede invertir en mejorar la educación, la salud y el empleo (es decir, invertir en desarrollo humano), e incluso, también se pueden emplear en desarrollo de más tecnologías. La influencia del desarrollo humano sobre la tecnología se produce a través de las capacidades humanas (conocimiento, creatividad, etc.) que el desarrollo humano potencia. Más adelante en este capítulo profundizaremos sobre la visión del PNUD.

Innovación, transferencia y apropiación de tecnologías

De todo lo anterior se desprende la necesidad de adecuar las soluciones tecnológicas a la situación y características de las comunidades rurales aisladas. Esto supone la adaptación de los procesos de innovación, transferencia y de apropiación de la tecnología por parte de las CRA.

El Manual de Frascati 2002 de la OCDD define innovación como “transformación de una idea en un producto vendible nuevo o mejorado, o en un proceso operativo en la industria y en el comercio, o en un nuevo método de servicio social” (OCDE, 2002). Es decir, la innovación se relaciona con la transformación de una idea en algo útil (empleamos el más social término útil frente al comercial vendible que emplea Frascati y que en este caso vienen a representar lo mismo), lo que podríamos interpretar como mejorar algo desde el punto de su utilidad. La innovación tecnológica suele estar relacionada con la investigación y el desarrollo (I+D) aunque no es suficiente con I+D para desarrollar una innovación (un resultado de I+D puede no llegar a ser utilizado), ni es tampoco necesario contar con I+D para la innovación (una innovación que consista en la mejora tras la observación de deficiencias y posibles soluciones). De hecho, la innovación no significa la creación de algo nuevo (producto o proceso), sino que puede tratarse de una mejora de algo antiguo, de una forma nueva de usar cosas antiguas o de nuevos usos de esas mismas cosas. De esta forma, la innovación en el ámbito del desarrollo de comunidades rurales aisladas debe tomar en consideración los conocimientos y cultura existentes, especialmente en relación con el sistema nacional de

innovación. La OCDE plantea los factores condicionantes de la innovación tecnológica, presentes también en las CRA:

- Factores científico y tecnológico.
- La educación y la formación.
- El marco jurídico y normativo.
- Aspectos comerciales y normativos.
- Aspectos sociales y culturales.

Esto es válido tanto a escala local como a escalas comarcales, regionales o nacionales.

Por otro lado, como ya hemos visto, la ciencia y la tecnología se cuentan entre los bienes más desigualmente distribuidos en el planeta. Por tanto todo proceso de innovación va a requerir asimismo un proceso de transferencia de tecnología. La transferencia de tecnología es el conjunto de procesos que da lugar al cambio tecnológico, ya sea vertical siguiendo el itinerario investigación, desarrollo, innovación (I+D+i) u horizontal entre diferentes sectores, países o empresas. La transferencia de tecnología para el desarrollo se puede dar de las siguientes formas:

- Formación y capacitación de recursos humanos.
- Importación de equipo y maquinaria y su utilización.
- Adquisición de licencias o patentes para diseñar y producir nuevas tecnologías.
- Adquisición de conocimientos específicos.

Junto con el proceso de transferencia, la OCDE define difusión de tecnología como la adopción de la innovación por otros utilizadores, así como la ampliación de su empleo. La difusión comprende por tanto las medidas necesarias para que la organización receptora adapte la tecnología a sus necesidades y así incremente su eficacia. En

acciones de desarrollo las medidas de difusión son preferibles a las de transferencia, ya que aseguran mejor la viabilidad futura de los cambios que se buscan.

Por último, como plantea Julián Salas (Salas, 2002) la mejor forma de conseguir un control efectivo de la tecnología es que el beneficiario pueda acceder a su propiedad, de forma que disminuya su dependencia del exterior. Así apropiarse no sólo de tecnología incorporada en el equipamiento o proceso, y de su modo de utilización, sino accediendo sin restricciones al “saber hacer” de forma que pueda hacerla suya y transformarla, adaptarla o mejorarla según sea su necesidad.

El proceso de adopción de nuevas tecnologías se suele encontrar con tres tipos de barreras:

- Tecnológicas: La tecnología no es adecuada para los procesos que se pretende resolver.
- Organizativas: El proceso de adopción no se está realizando adecuadamente.
- Personales: Existe un rechazo de la nueva tecnología o del proceso de adopción.

A ello hay que añadir las barreras propias de la adaptación a las características de las CRA:

- Geográficas y climáticas: Diferentes zonas geográficas o climáticas suponen diferentes necesidades tecnológicas. Las tecnologías se desarrollan mayoritariamente en climas templados y fríos, mientras los países más pobres están principalmente la franja tropical del planeta.
- Sociales y culturales: La tecnología incorpora valores culturales que pueden ser ajenos a la comunidad beneficiaria.
- Bajo nivel de desarrollo: Los bajos ingresos, baja capacitación, las instituciones deficientes y la escasez de in-

fraestructuras condicionan la introducción de tecnologías desarrolladas para países del Norte.

Hay que tener en cuenta que, según señala Visscher (Visscher, 1997), seleccionaremos las tecnologías para solucionar nuestra propia percepción del problema. Muchos ingenieros se forman para afrontar problemas en entornos urbanos, por lo que tienen una percepción urbana de las soluciones, lo que seguramente será inadecuado para los proyectos de desarrollo en zonas rurales. Si al final el beneficiario tiene que apropiarse de la tecnología, es necesario pasar de la idea de transferir a la de compartir tecnología, es decir, de crear espacios de aprendizaje e investigación compartidos entre transmisores y receptores en los que la participación de ambos es imprescindible.

Medidas de política científica y tecnológica para el desarrollo

El desarrollo de las tecnologías para el desarrollo humano debe comenzar en el propio país. Contar con capacidad tecnológica requiere de unas condiciones nacionales que alienten las capacidades para comprender y dominar tecnologías, introducir innovaciones y adaptaciones de las tecnologías a sus propias necesidades y condiciones. Es una responsabilidad de los gobiernos en la que deben estar acompañados por otros sectores de la sociedad, de forma que se cuente con ámbitos económicos suficientemente eficaces y dinámicos, con una promoción activa de la investigación y el desarrollo, con buenas aptitudes humanas y ante todo con buenos sistemas de educación.

Para ello es necesario establecer políticas estables y a largo plazo de apoyo a la innovación tecnológica en las

áreas de interés prioritario del país, desarrollando políticas públicas de I+D+i en las áreas necesarias alejadas del mercado, y alentando la colaboración del empresariado en ámbitos de interés comercial. Así, deberán favorecerse los vínculos Universidad - Empresa, la creación de capacidades e infraestructuras críticas, la promoción de la creación de empresas de base tecnológica y las alianzas público privadas para el desarrollo.

En cuanto a la educación, es obligación de los gobiernos garantizar la educación primaria universal. Para que ésta sienta las bases del desarrollo tecnológicos, debe hacerse énfasis en la enseñanza de matemáticas y ciencias. Hay asimismo que prestar atención a la calidad en la enseñanza profesional y de oficios, y en la enseñanza secundaria, para aumentar las tasas de ingreso en la Universidad.

Por último, los países en desarrollo deben sacar provecho de las diásporas de profesionales de alta cualificación que son atraídos a países ricos. Ese éxodo es una verdadera pérdida de un capital valioso que ha costado formar. Muchos países están estableciendo vínculos entre esos profesionales que se han marchado y su país de origen, con el fin de atraerles de regreso o aprovechar las ventajas de que trabajen en países con mayor capacidad económica. Este fenómeno es de especial importancia, tanto en cuanto el vínculo de los migrantes con su país de origen es tan relevante que, en términos económicos, el valor global de las remesas de emigrantes se estima en 325 mil millones de dólares para 2010 según el Banco Mundial, muy superior al importe global de la Ayuda Oficial al Desarrollo.

3.2.3. Nuevo paradigma del ingeniero como promotor de soluciones de cooperación al desarrollo

Como ya se ha comentado, ya antes de la aparición y generalización del método científico, la mayoría de los técnicos no tenían una base científica completa, aunque eso no les impedía hacer su trabajo. Es el caso de los ingenieros que levantaron las grandiosas obras públicas romanas, proporcionaron el “fuego griego” al ejército bizantino o construyeron puertos, canales y “viajes de agua” en la Europa del XVI. Ninguno de estos técnicos tuvieron una formación científica sistemática y de hecho aplicaron procedimientos o fórmulas empíricas que no podrían haber justificado ni fundamentado teóricamente.

A lo largo del XIX los ingenieros comienzan a recibir una formación matemática y científica sistemática. Tal vez esto esté relacionado con el hecho de que a partir de ese período, también muchos ingenieros contribuyen al desarrollo de la ciencia (Carnot, Fourier, Edison).

En la actualidad el primer escalón de la formación de un técnico es siempre la adquisición de una base matemática y científica que necesitará para desenvolverse en su área tecnológica.

Aún hoy pueden encontrarse algunas referencias a la época “precientífica” de la Técnica: la teoría en la que se basa la mayor parte del diseño de motores o la construcción de centrales eléctricas recibe todavía el apelativo de Mecánica Racional para distinguirla de la Mecánica Empírica anterior a Newton. El prólogo de un conocido manual de Resistencia de Materiales (Timoshenko, 1930) comienza así: “En la actualidad hay un cambio decidido en la actitud de los proyectistas hacia la aplicación de los métodos ana-

líticos en la solución de los problemas de ingeniería. Ya no se basa el proyecto principalmente en fórmulas empíricas”. Asimismo, coexisten en las CRA hoy muchas tecnologías autóctonas que proceden de conocimientos culturales ancestrales (por ejemplo métodos de cultivo o utilización medicinal de recursos de la biodiversidad), independientes en su origen del método científico, pero igualmente disponibles para nuestro universo de conocimientos aplicables al desarrollo.

La búsqueda de soluciones adecuadas para el desarrollo requiere la consideración de la Tecnología en un contexto económico social, económico y medio ambiental que da lugar a un nuevo paradigma de ingeniero, como creador de soluciones tecnológicas a los diversos problemas, adaptados a la realidad en que se implantan. De esta forma estos factores sociales y culturales son tanto o más importantes para la elección de la Tecnología que la propia excelencia técnica o científica. Para el desarrollo agrícola de una comunidad, será seguramente más eficaz y más eficiente el uso de tecnologías que recojan elementos de los métodos tradicionales de cultivo empleados por la población local, que en muchas ocasiones también suponen una relación sostenible con el medio ambiente, que la adopción de soluciones tecnológicamente óptimas pero de difícil absorción y apropiación por parte de los beneficiarios.

Así el ingeniero que trabaja en el campo del desarrollo humano, incorpora en el proyecto técnico factores educativos, económicos, demográficos, políticos, sociológicos, culturales, o medioambientales, locales, regionales y globales, de forma que pueda aportar una solución viable y sostenible, eficaz en la consecución de los objetivos y eficiente en cuanto a la utilización de recursos adaptada a la

realidad en la que dicha solución tendrá aplicación. El técnico tiene un imperativo moral inherente a su trabajo, derivado de su responsabilidad sobre sus actos, ya que hacer tecnología es también un acto político, social y económico.

3.3. EL ENFOQUE DEL PNUD: LA TECNOLOGÍA ESTÁ VINCULADA CON EL DESARROLLO HUMANO

Las redes tecnológicas están transformando la configuración tradicional del desarrollo, ampliando los horizontes de la gente y creando el potencial necesario para plasmar en un decenio lo que en el pasado insumió varias generaciones.

PNUD, Informe sobre desarrollo humano 2001

El Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) dedicó su informe de 2001 sobre Desarrollo Humano a la absorción por parte de los países en desarrollo del progreso tecnológico, de forma que les permita trazar una ruta hacia “los beneficios del adelanto tecnológico, a la vez que salvaguarden escrupulosamente de los nuevos riesgos que inevitablemente le acompañan”.

Cabe destacar que este informe temático fue el primero publicado tras la adopción en el año 2000 de los Objetivos de Desarrollo del Milenio de las NN.UU. para 2015. La posición del PNUD se ha visto reforzada por ser, desde su constitución, el presidente del Grupo de Alto Nivel de Naciones Unidas para el Desarrollo, que coordina las actividades en esta materia de todas las agencias, pro-

gramas e iniciativas de la ONU en Cooperación para el Desarrollo.

Ya hemos detallado anteriormente el concepto de tecnología para el desarrollo humano, según el PNUD.

Ésta debe primeramente:

- Garantizar la seguridad y el acceso a servicios básicos en condiciones de equidad.
- Favorecer las capacidades de producción y de participación social.
- Facilitar la sostenibilidad y el empoderamiento de las personas y comunidades en su contexto sociocultural.

El PNUD también considera de especial importancia para la cooperación para el Desarrollo Humano las oportunidades que plantea ya hoy la Era de las Redes. En concreto, respecto de la apropiación y la transferencia de tecnología, las tecnologías de la información y las comunicaciones, a pesar de la brecha digital, eliminan obstáculos que se oponen al conocimiento (tan esencial como la educación para la formación de las capacidades humanas) a la participación (impulso de la sociedad civil y de la movilización local de las personas), y a las oportunidades económicas (aumento de las exportaciones, creación de empleo y diversificación de la economía).

Asimismo el informe expone que la Era de las Redes transforma en cinco formas la forma en que se crean y se difunden las tecnologías. En primer lugar en el proceso de capacitación y cualificación, en segundo lugar porque suponen una valorización de la tecnología, en tercer lugar por el liderazgo del sector privado en la I+D+i de este sector, en cuarto lugar por la globalización del mercado laboral para los técnicos, y en quinto término por la convergencia hacia nuevos modos de innovación en red.

Con respecto a las políticas y estrategias nacionales de tecnología para el desarrollo, el PNUD propone las siguientes prioridades:

- Mejorar las infraestructuras públicas básicas:
 - Agua y saneamientos, energía, transporte, telecomunicación.
 - Valerse de los proyectos de infraestructuras como aprendizaje tecnológico.
- Adecuar los sistemas de educación:
 - Calidad de la educación, específicamente en materia de ciencia y tecnología.
 - Participación en redes regionales y mundiales de universidades.
 - Redirigir éxodo de profesionales. Movilizar el capital humano de las diásporas a favor del desarrollo del país de origen.
 - Promover la capacitación del personal en las empresas e incentivar aquellas que inviertan en capacitación.
- Alentar la innovación tecnológica:
 - Diseño de políticas nacionales que identifiquen ámbitos tecnológicos prioritarios.
 - Estimular la inversión en innovación.

En la perspectiva del PNUD se da también especial importancia a la gestión de los riesgos tecnológicos, los impactos de la tecnología sobre la sanidad, el medioambiente, la sociedad y la economía y su efecto en la opinión pública. Acompañando a la mundialización de las opiniones, la gestión del riesgo deberá darse en primer lugar a escala nacional o incluso local, pero con la cooperación internacional.

Finalmente, el PNUD propone una batería de iniciativas mundiales para crear tecnologías a favor del

desarrollo humano, que detallamos a continuación:

- Asociaciones entre gobiernos, sector privado y universidades para incentivar la innovación para el desarrollo.
- Gestión justa y solidaria de los derechos de propiedad intelectual.
- Aumento de la inversión en I+D en áreas relacionadas con la reducción de la pobreza y el desarrollo humano.
- Apoyo institucional, regional y mundial.

3.3.1. Asociaciones para incentivar la innovación para el desarrollo

Es necesario estimular dentro de los países en desarrollo, y en el ámbito internacional, que los gobiernos, el sector privado y las instituciones académicas combinen sus capacidades de investigación y desarrollo para la innovación en tecnología para el desarrollo humano. El contexto actual de partida tiene dos características importantes.

1. En primer lugar, en los últimos decenios ha aumentado mucho la investigación privada en detrimento de la investigación pública. Sin embargo, el sector privado desarrolla innovaciones en respuesta al mercado prestando muy poca atención a la investigación en áreas de alto interés social pero alejadas del mercado. Una parte muy relevante de la investigación básica se realiza con fondos públicos.
2. En segundo lugar, la investigación en las universidades se está orientando cada vez más hacia aquellas áreas de mayor aplicación en el mercado. Esto supone que otras áreas de desarrollo y conocimiento científico ven disminuir su importancia y sus recursos por implicar bajos réditos económicos o políticos.

Nuevas alianzas entre las instituciones públicas y las empresas

La investigación pública sigue siendo la principal fuente de innovación para lo que podría llamarse tecnología de los pobres. Sin embargo, para muchas instituciones públicas de los países en desarrollo el acceso a ciertas patentes clave de alto coste es un importante obstáculo. Esas instituciones suelen carecer de la capacidad de negociación, jurídica y empresarial para conseguir la concesión unilateral o recíproca de licencias para productos e instrumentos de investigación patentados. Ante estas dificultades de acceder a patentes necesarias para la investigación de interés social cabe la posibilidad, no exenta de polémica, de plantearse si esas organizaciones deben entrar en la concesión recíproca de licencias. Esta práctica, común entre empresas, consiste en intercambiar licencias sin coste alguno. Hasta ahora las instituciones públicas han quedado excluidas de este tipo de intercambios, ya que su investigación no suele ser patentada. Si las universidades públicas y los centros de investigación de los países en desarrollo reclaman derechos de propiedad intelectual sobre sus innovaciones podrían tener elementos de negociación con el sector privado, pero eso limitaría el acceso público al conocimiento y a las innovaciones.

Existen casos de institutos públicos que han creado empresas mixtas con empresas internacionales con el fin de tener acceso a tecnologías muy recientes. Es el caso del Instituto de Investigaciones de Ingeniería Aplicada (AGERI) de Egipto y la empresa Pioneer Hi-Bred para el desarrollo de una nueva variedad de maíz. AGERI pudo capacitar a su personal y desarrollar la cepa local del maíz. Pioneer Hi-Bred garantizó los derechos a utilizar la nueva

cepa para mercados fuera de Egipto. Esta forma de segmentar el mercado se usa cada vez más y existen ejemplos en que también se ha segmentado el mercado por cultivo y región, variedad, o ingreso del país.

Medidas públicas para promover el desarrollo de productos

Hay dos enfoques que se pueden emplear para promover el desarrollo de productos que atiendan a las necesidades del desarrollo humano: los incentivos de impulso y los de atracción. Los incentivos de impulso pagan por los aportes de la investigación poniendo fondos públicos en las investigaciones más prometedoras de los institutos públicos. Los incentivos de atracción prometen pagar sobre resultados (por ejemplo, comprometiéndose por anticipado a comprar una vacuna de nuevo desarrollo).

Combinando incentivos de impulso y atracción, Australia, los Estados Unidos, Japón, Singapur y la Unión Europea han introducido leyes de medicamentos genéricos. Una iniciativa mundial de medicamentos genéricos podría contribuir al estímulo necesario para potenciar la investigación de enfermedades tropicales. Algunas opciones podrían venir de la concesión de créditos fiscales a las empresas que desarrollen productos de especial interés para los países en desarrollo.

La triple hélice

El PNUD propone una triple alianza entre el sector público, la universidad y la empresa para crear tecnología, pero manteniendo el equilibrio entre los asociados, centrándose cada uno en su mandato y ventajas comparativas. Según el PNUD este tipo de alianzas deberían ba-

sarse en principios como la transparencia y la rendición de cuentas en la toma de decisiones, el acuerdo previo sobre la distribución de los derechos de propiedad intelectual (de manera que se usen equitativamente a un costo reducido), hacer que los productos finales sean económicos y accesibles para quienes los necesitan y contribuir siempre que sea posible a la capacidad local (colaborando, por ejemplo, con investigadores de los países en desarrollo).

3.3.2. Gestión justa y solidaria de los derechos de propiedad intelectual

La segunda propuesta del PNUD se centra en los derechos de propiedad intelectual. Debe hacerse un esfuerzo internacional por buscar un equilibrio entre el uso de los derechos de propiedad intelectual como incentivos para la innovación privada y la defensa de los intereses públicos, proporcionando así un acceso real a las innovaciones necesarias para el desarrollo humano.

Las patentes están pensadas para incentivar la inversión en nuevas innovaciones, al permitir al productor tener la exclusiva en la explotación del producto innovador durante un tiempo limitado. Durante la historia de la industrialización, las economías más avanzadas emplearon múltiples métodos para adquirir tecnologías, unos legales, otros no, en un entorno donde no existía protección de la propiedad intelectual o era muy débil. Pero a lo largo del siglo XX y a medida que esos países pasaron de ser usuarios netos de la propiedad intelectual a productores netos, se fueron formalizando y aplicando los derechos de propiedad intelectual. Ahora, cuando los países en desarrollo aún tienen un camino importante que recorrer en sus procesos de industrialización, los

derechos de propiedad intelectual se están haciendo más estrictos en todo el mundo.

En la actualidad, las reglas del juego están marcadas por el acuerdo ADPIC (Aspectos de la Propiedad Intelectual relativos al Comercio) de la OMC (Organización Mundial del Comercio). El PNUD reconoce dos problemas relacionados con la aplicación del ADPIC que estarían creando obstáculos para el desarrollo humano: el reconocimiento de los derechos de propiedad intelectual estaría yendo demasiado lejos y el ADPIC se estaría aplicando de forma no siempre justa y equitativa, en detrimento de los países más débiles.

Desde mediados de los años ochenta el crecimiento de las patentes en el mundo ha sido muy importante, reflejando una mayor actividad innovadora, pero también ciertas prácticas que estarían obstaculizando la innovación y poniendo el conocimiento tradicional en manos privadas.

En primer lugar, hay ocasiones en que los criterios de no evidencia y utilidad industrial (necesarios para reconocer una patente) se están interpretando de forma muy vaga, principalmente desde Estados Unidos. Así, hay patentes sobre genes cuya utilidad se desconoce o sobre el método de compra electrónica basado en pulsar un botón del ratón.

En segundo lugar, el uso estratégico de las patentes se ha vuelto cada vez más dinámico, ya que se ha convertido en un bien comercial clave y en un recurso estratégico de algunas empresas. Así, se utilizan cambios menores de los productos al final de la vida de la patente con el fin de mantener los derechos de explotación en régimen de monopolio. Esto se ha realizado en especial en el sector farmacéutico.

Estas tendencias obstaculizan la innovación, ya que las patentes son, además de resultado de una investiga-

ción, insumos para otras investigaciones. Cuando se usan en exceso pueden entorpecer el desarrollo de productos por las necesarias negociaciones de licencias y por los costes de transacciones.

El sistema actual de patentes también invita a que se reivindicuen innovaciones autóctonas o comunitarias de los países en desarrollo. Se han dado casos de intentar patentar ciertas plantas de uso tradicional por parte de comunidades.

La aplicación actual del ADPIC puede ofrecer obstáculos para el desarrollo humano. El resultado de la aplicación actual del ADPIC sobre los países en desarrollo aún no está claro. Entró en vigor para la mayoría de los países en desarrollo en 2000 y para los menos adelantados hubo plazo hasta el 2006 y el efecto puede depender del desarrollo económico y tecnológico del país. Pero las amenazas para los países pobres son claras:

- Deben aplicar y hacer cumplir un régimen de derechos de propiedad intelectual que ejerce una fuerte presión sobre sus recursos y capacidad administrativa.
- Algunos no están sabiendo aprovechar al máximo lo que permite el ADPIC o bajo intensas presiones están introduciendo leyes que van más allá de los acuerdos ADPIC y que les coloca en posición desventajosa.
- Los elevados costos de las controversias desalientan a los países pobres a hacer valer sus derechos.

Medidas para un juego más justo en la protección de la propiedad intelectual

Existen dos medidas principales: garantizar la aplicación justa del acuerdo ADPIC y llevar a la práctica las disposiciones en materia de transferencia tecnológica.

En virtud del ADPIC, los países pueden utilizar la concesión obligatoria de licencia, permitiendo el uso de una patente sin consentimiento del titular en algunos casos, como son la emergencia médica o medidas antitrust para mantener la competencia en el mercado. ADPIC también permite a los países escoger entre permitir o no la importación de bienes de otros países donde los vende la misma empresa, pero más baratos. Países industrializados incluyen esas medidas en sus legislaciones y prácticas, mientras que muchos países en desarrollo, bajo presión y sin asesoramiento adecuado, no las han incluido en sus legislaciones o son impugnadas cuando tratan de ponerlas en uso.

Las disposiciones que sobre transferencia tecnológica se contemplan en muchos acuerdos internacionales, se encuentran con dificultades interpuestas por la gestión de la propiedad intelectual, de forma que en muchas ocasiones, esas importantes promesas de transferencia tecnológica se quedan en nada. Por ejemplo, el Protocolo de Montreal de 1990 relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono contemplaba un compromiso para velar por un acceso justo y equitativo de los países en desarrollo a los productos sustitutos de los clorofluorocarbonados (CFC). Sin embargo, según expone el informe del PNUD de 2001, la empresa DuPont, titular de las patentes de algunos de esos productos, se negó a conceder licencias de producción a la India y a la República de Corea, donde los elevados costos de importación limitaban la difusión a escala nacional de esas tecnologías.

3.3.3. Aumento de la inversión en tecnologías para el desarrollo humano

La tercera propuesta del PNUD para estimular en el ámbito internacional el desarrollo de más tecnologías para el desarrollo humano es el aumento de las inversiones en ese tipo de tecnologías.

Algunos mercados son demasiado pequeños como para estimular la investigación privada, ni siquiera con medidas de apoyo o estímulo. En esos casos, es esencial la investigación pública. Sin embargo, desde hace tiempo, la investigación pública para atender las necesidades de los pobres está subfinanciada. Es necesario, por tanto, aumentar la inversión para la investigación pública en innovación tecnológica para el desarrollo humano.

En 1992 menos del 10% del gasto mundial en investigaciones de salud se destinó al 90% de la carga mundial de enfermedades. Entre 1975 y 1976 se comercializaron 1233 nuevos medicamentos, de los cuáles 13 eran para tratar enfermedades tropicales y de esos, sólo 4 fueron resultado de investigaciones privadas.

En el sector agrícola se ha estancado e incluso ha disminuido la investigación pública encaminada a aumentar la productividad de los cultivos en las zonas pobres del mundo. El PNUD ofrece tres razones. “La primera es que existe la percepción de que los excedentes de alimentos en el mundo significan que ya no es necesaria la investigación para aumentar la productividad. Pero ese excedente no está en manos de las personas que lo necesitan: el aumento de la productividad de los agricultores de bajos ingresos sigue siendo esencial para aumentar la seguridad alimentaria y erradicar la pobreza. En segundo lugar, con la bajada de los precios mundiales de los alimentos las políti-

cas agrícolas proteccionistas, particularmente en la Unión Europea y Estados Unidos, están dando por resultado el dumping [exportaciones a precios por debajo del coste de producción] de alimentos en países en desarrollo, con lo que se debilitan los mercados locales. En tercer lugar, el aumento de la investigación privada en los países industrializados ha ocultado la necesidad de mantener la inversión pública en los cultivos y las necesidades de los países en desarrollo” (PNUD, 2001).

Por último, en el sector energético, también las nuevas tecnologías de la energía están insuficientemente financiadas. Los gastos en investigación son bajos (y cada vez disminuyen más) en relación tanto con el valor directo de los gastos en energía como con los efectos ambientales negativos de las energías convencionales. Además, la investigación no se centra en tecnologías compatibles con la dotación de recursos, necesidades y capacidades de los países en desarrollo.

El resultado final de todo este panorama es un importante contraste entre el programa mundial de investigaciones y las necesidades mundiales de investigación. Y es que las inversiones en tecnología raras veces se consideran como instrumento fundamental del desarrollo. Los propios organismos multilaterales, bilaterales y agencias de cooperación carecen en la mayoría de los casos de compromiso institucional con los programas de investigación. En muchos de esos organismos se desconoce una programación de ámbito mundial y las intervenciones de cooperación de los países no se centran en los bienes públicos mundiales y en las necesidades tecnológicas que de ellos se derivan, como por ejemplo, una vacuna contra la tuberculosis. El CAD (Comité de Ayuda al Desarrollo de la OCDE) no incluye respecto de los donantes un rubro pre-

supuestario para los recursos destinados a investigación en desarrollo y eso dificulta una rendición clara de las cuentas en este ámbito. A pesar de que las pequeñas iniciativas deben existir para innovar y experimentar, hay demasiados esfuerzos fragmentados y se descuidan grandes acciones coordinadas estratégicamente. Además, la asistencia bilateral se marca plazos políticos y planes a corto plazo, cuando los programas de desarrollo basados en tecnologías exitosas requieren de experimentos prolongados.

El PNUD sugiere un conjunto de medidas orientadas a renovar y aumentar las fuentes de financiación para la innovación en tecnologías para el desarrollo.

- A los gobiernos donantes, que destinen un 10% de su ayuda al desarrollo a la investigación del desarrollo y la difusión tecnológica, y de paso, que aumenten sus contribuciones para cumplir la norma del 0,7% de PIB dedicado a ayuda al desarrollo.
- A los países en desarrollo, que inviertan en investigación, aunque sea en la adaptación local de tecnologías. En ocasiones el problema no es la falta de fondos. En 1999 los gobiernos del África subsahariana dedicaron 7000 millones de dólares a gastos militares.
- A las organizaciones internacionales de financiación, como el Banco Mundial y los bancos regionales de desarrollo, que establezcan fondos fiduciarios para la financiación de la investigación en tecnologías de interés para el desarrollo humano, de la misma forma que se ha hecho para la agricultura y programas ambientales.
- A los acreedores de deuda externa, que establezcan canje de deuda por tecnología. El canje en 2000 de sólo el 1,3% del servicio de la deuda para investigación y desarrollo de tecnología habría recaudado más de mil millones de dólares.

- A las fundaciones privadas, que sigan el ejemplo de algunas que se han comprometido a invertir en investigaciones a largo plazo. Los países en desarrollo podrían introducir incentivos para que sus multimillonarios crearan fundaciones centradas en estos temas.
- A la industria, que destinen una parte de sus beneficios a productos no comerciales. Si en 1999 las nueve empresas principales del Fortune 500 hubieran dedicado al menos el 1% de sus ganancias a esas investigaciones se habrían obtenido 275 millones de dólares.

Los fondos se podrían distribuir de diversas maneras, una de las cuáles podría ser la creación de fundaciones científicas regionales que podrían canalizar las subvenciones hacia las instituciones regionales y mundiales mejor preparadas en cada campo.

3.3.4. Apoyo institucional regional y mundial

Por último, el PNUD plantea que sin cooperación internacional muchos mercados nacionales contarán con escasos bienes públicos relacionados con la tecnología. Ante esto, propone un conjunto de iniciativas regionales y mundiales encaminadas a formar alianzas para la cooperación regional, apoyar desde todos los sectores iniciativas mundiales a favor de la tecnología para el desarrollo y reorientar las instituciones e iniciativas internacionales.

Formar alianzas para la cooperación regional

Las alianzas regionales pueden facilitar el acceso a las tecnologías y el desarrollo y adaptación locales. Los mercados grandes, sistemáticos y accesibles estimulan mejor las inversiones tecnológicas al facilitar que se cu-

bran los costos de las investigaciones y de la infraestructura. Los países pequeños pueden vencer las barreras del tamaño creando alianzas regionales basadas en intereses y necesidades comunes y uniendo su experiencia y recursos para realizar conjuntamente las investigaciones, las compras y construir la infraestructura. Existen ya ejemplos, como la alianza a través de la Organización de Estados del Caribe Oriental, para reunir sus adquisiciones de productos farmacéuticos y así poder reducir hasta en un 36% los precios que obtendría cada uno por separado. También en el sector de las tecnologías de la información y las comunicaciones los países de la Asociación de Naciones del Asia Sudoriental han creado una alianza para crear conjuntamente un plan regional para competir en el mercado mundial, crear infraestructuras y desarrollar políticas públicas.

Apoyar iniciativas mundiales

Es necesario establecer iniciativas mundiales que puedan ayudar a cubrir mercados ausentes, proteger los recursos comunes, promover normas uniformes y proporcionar información.

Hay mercados con una importante demanda latente y de gran importancia para el desarrollo humano, pero que no se están cubriendo de forma adecuada, como ocurre con el acceso a sistemas de energía fotovoltaicos para zonas alejadas de las redes eléctricas. En ese sentido, se ha creado recientemente la Corporación de Desarrollo de la Energía Solar que busca solventar los problemas de ese mercado, como son la falta de financiación, capital de operación y asesoramiento empresarial a los comerciantes de sistemas fotovoltaicos en países en desarrollo.

Hay recursos comunes a proteger que son de gran valor en la innovación tecnológica para el desarrollo humano, como es la diversidad biológica y los programas de ordenador de fuente abierta. En 1996, 150 países crearon el Plan de Acción Mundial sobre los Recursos Fitogenéticos para el desarrollo de un sistema mundial racional de bancos genéticos que eliminase la duplicación innecesaria en bancos nacionales y coordinase mejor las colecciones del mundo.

Los programas de ordenador de código abierto son aquellos que deben distribuirse junto con sus fuentes, es decir, con la programación que los hace funcionar. Este tipo de programas son una opción excelente para el aprendizaje en el desarrollo de software, son muy adecuados para la realización de adaptaciones locales y facilitan la creación de industrias de software en pequeños países. El PNUD propone la puesta en marcha de medidas que apunten a proteger y fomentar este tipo de programas: difundir sus beneficios en los países pobres, financiar el desarrollo de aplicaciones de este tipo para los países en desarrollo, elevar su comprensión entre los responsables políticos y fomentar su adopción por las administraciones públicas (como está ocurriendo en Brasil, China y México).

Debe fomentarse la creación y respeto de las normas y estándares comunes, ya que son esenciales para las innovaciones difundidas y la producción de tecnologías a escala mundial. Sin ellas, la incertidumbre y la falta de fiabilidad fragmentan el mercado y reducen la demanda. La información precisa y oportuna sobre las oportunidades del mercado es esencial para dar a los encargados de formular las políticas en los países en desarrollo opciones para adquirir, adaptar y utilizar las

tecnologías. El PNUD propone tres grandes ámbitos de información a proveer: sobre suministros de medicamentos (proveedores, precios, y situación de las patentes), sobre propiedad intelectual y sobre los costos de conexión a Internet (costos comparados de las tarifas internacionales, los proveedores de acceso a Internet y las llamadas locales).

Reorientar las instituciones e iniciativas internacionales

El apoyo institucional no debe ir dirigido sólo a fomentar la creación de alianzas y a apoyar las iniciativas mundiales a favor de la innovación de tecnología para el desarrollo humano, sino que también deben darse cambios institucionales en la gestión pública.

- En primer lugar, reconociendo que la gestión pública de la tecnología comienza en cada país, de forma que las medidas a escala mundial puedan ser eficaces en lo local. Los países en desarrollo deben reconocer que la salud pública, los alimentos y la nutrición, la energía, las comunicaciones y el medio ambiente son cuestiones de política pública que merecen gran atención en la política tecnológica.
- En segundo lugar, se debe reforzar el compromiso por la tecnología para el desarrollo. A pesar del reconocimiento unánime sobre la importancia del conocimiento para el desarrollo, las principales organizaciones de desarrollo no han hecho efectivo ese planteamiento.
- En tercer lugar, es necesario una mayor coordinación entre los donantes en actuaciones en materia de asistencia tecnológica.
- En cuarto lugar, los donantes deben fortalecer la capacidad de análisis político de las autoridades de los países

en desarrollo, de forma que puedan establecer mejores planes nacionales de tecnología para el desarrollo.

- En quinto y último lugar, es necesario fijar unas reglas de juego y participación más justas y equilibradas a favor de los países en desarrollo dentro de las instituciones que rigen las cuestiones tecnológicas en el ámbito mundial.

3.3.5. Contribución de la ciencia y la tecnología a los objetivos de desarrollo del milenio

Durante los pasados diez años, el esfuerzo invertido por el PNUD al frente de las organizaciones de Naciones Unidas en el ámbito de Desarrollo, se ha enfocado a los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) para 2015.

Con posterioridad al informe del PNUD de 2001, el grupo de trabajo de Ciencia, Tecnología e Innovación del “Millennium Project” de NN.UU. postuló como una de las diez líneas estratégicas para la consecución de los ODM la “Innovación: Aplicación del Conocimiento al Desarrollo” (UN Millennium Project, 2005). Esta contribución de la ciencia y la tecnología al desarrollo había de darse principalmente en los siguientes campos:

- Bienestar humano. Tecnologías e innovación para la reducción de la pobreza y el desarrollo económico, prevención de la malnutrición y desarrollo agrícola, innovación para la educación universal, reducción de las brechas y la desigualdad, entre otros.
- Energía. Incremento del acceso a formas modernas de energía, como vector necesario para el Desarrollo, atendiendo a la necesaria sostenibilidad ecológica, social y económica.
- Salud. Lucha contra las principales pandemias como el SIDA, la tuberculosis y la malaria.

- Agua y Saneamiento. Acceso a agua corriente, uso sostenible en la agricultura, innovación en los sistemas de saneamiento.
- Estabilidad política y seguridad global. Impulsar a través de la innovación círculos virtuosos de crecimiento económico, empoderamiento social, democratización, cohesión social y estabilidad.

Para procurar este impacto, los esfuerzos deben enfocarse en:

- Uso de tecnologías emergentes (tecnologías de la información, biotecnología, nanotecnología, nuevos materiales...) e innovación en tecnologías maduras, para su aplicación a la consecución de los ODM.
- Articulación de infraestructuras adecuadas para la innovación, el aprendizaje y la sostenibilidad. Movilizando a la profesión de la ingeniería y la formación de jóvenes profesionales, actores esenciales para la transformación económica y social.
- Inversión en educación en ciencia y tecnología. Creación de capacidades propias en los países en desarrollo en los campos estratégicos. Potenciar la contribución de universidades y centros de investigación.
- Innovación para la promoción de actividades tecnológicas productivas para el desarrollo, en especial para la creación y el crecimiento de micro, pequeñas y medianas empresas y para la participación en el comercio regional e internacional.
- Desarrollo de mecanismos de gobernanza globales para la gestión de la tecnología y del riesgo tecnológico. Establecimiento de Alianzas tecnológicas para el desarrollo. Potenciación del rol de las diásporas en la transferencia de tecnología.

INICIATIVAS REPRESENTATIVAS DE TECNOLOGÍAS PARA EL DESARROLLO

Millennium Project: Prospectiva e investigación global

www.millennium-project.org

El Millennium Project es un grupo de investigación internacional distribuido por 40 países creado en 1992 por iniciativa de la Agencia de Protección del Medioambiente de los EEUU, el PNUD y la UNESCO, con el apoyo de varias instituciones filantrópicas estadounidenses. El nodo español reside en San Sebastián y tiene el apoyo de la Diputación Foral de Guipúzcoa. Millennium Project publica continuamente estudios de tendencias y prospectivas sobre economía, medioambiente y desarrollo.

UN Millennium Project: Aplicando el conocimiento al desarrollo

www.unmillenniumproject.org

Es un grupo consultivo comisionado por el Secretario General de las Naciones Unidas para analizar y proponer estrategias para lograr los Objetivos de Desarrollo del Milenio. En él participan más de 250 expertos de todo el mundo y representantes de agencias internacionales, instituciones y administraciones públicas, el sector empresarial y la sociedad civil. Realiza investigaciones y análisis en diez áreas temáticas, dedicando una de ellas a “Ciencia, Tecnología e Innovación” para el desarrollo.

ECOSOC: Ciencia y Tecnología para el desarrollo

stdev.unctad.org

Dentro del sistema de Naciones Unidas, el Consejo Económico y Social (ECOSOC) tiene la misión de coordinar, debatir y proponer sobre materias sociales y económicas. El ECOSOC creó en 1992 la Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. La Comisión se ha centrado en resaltar la importancia del acceso a servicios tecnológicos básicos (como la electricidad) para alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio. Es particularmente activa en el campo de las TIC, apoyando el esfuerzo de NNUU en las Cumbres Mundiales de la Sociedad de la Información.

Practical Action (antes Intermediate Technology Development Group ITDG)

practicalaction.org

Se fundó en Gran Bretaña en 1966 por iniciativa de E. F. Schumacher. Autor de “Lo pequeño es hermoso: La Economía como si la gente importara” (1973), llamó la atención sobre la ineficacia de la cooperación al desarrollo basada en la transferencia masiva de la tecnología empleada en los países desarrollados. Propuso el concepto de Tecnología Intermedia y lo llevó a la práctica en América Latina, África Subsahariana y el Sur de Asia. Practical Action trabaja actualmente en cuatro grandes campos: acceso a los servicios básicos (agua, energía, alimentos...), actividades productivas, prevención de desastres naturales y conflictos, y nuevas tecnologías.

GRET: Groupe de Recherches et d'Echanges Technologiques

www.gret.org

Es una ONG de vocación técnica, creada en Francia en 1976, que se propone vincular a profesionales de distintas especialidades y servir de enlace entre las agencias de cooperación y las comunidades del mundo en desarrollo. Trabaja principalmente en África, América Latina e Indochina, además de en algunos países de Europa.

IIED: International Institute for Environment and Development**www.iied.org**

Se fundó en Londres en 1971. Es un centro de investigación y propuestas pionero en el desarrollo sostenible y su vinculación con la cooperación al desarrollo. Asesora a organismos nacionales e internacionales como el Banco Mundial y las agencias de cooperación del Reino Unido, Suecia y Dinamarca. Varios de sus miembros influyeron en su momento en la promoción de la contabilidad medioambiental y de las ecotasas.

GVEP: Global Village Energy Partnership**www.gvepinternational.org**

Nació en el año 2000 como una iniciativa conjunta de varias de las instituciones que promovían las Village Power Conferences durante los años 90, como la Cooperación Holandesa, el Banco Mundial, el PNUD, Practical Action y varias empresas privadas. El GVEP cree que los gobiernos deben crear las condiciones y los marcos regulatorios apropiados, pero que las empresas tienen un rol crítico en la provisión de electricidad a las comunidades pobres. Promueve la creación de empresas pequeñas, medianas y grandes en el sector energético y aspira a ser un punto de encuentro de las mismas. Trabaja principalmente en África y América Latina.

EWB Canada: Engineers Without Borders Canada**www.gvepinternational.org**

Engineers Without Borders Canada fue fundada en el año 2000 por dos ingenieros recién graduados de la Universidad de Waterloo de Ontario. En 2009 matizó su misión original de promover el desarrollo humano mediante el acceso a la tecnología para definirla en términos de resultados: aumentar las capacidades del mundo rural africano, influir en las políticas de Canadá hacia África, involucrar a los canadienses a favor de África y ayudar a que los ingenieros sirvan a la sociedad global. Tiene unos 30 capítulos universitarios, 7 capítulos profesionales y más de 40.000 socios.

BIBLIOGRAFÍA

- GONZÁLEZ; GARCÍA, M., J.A. LÓPEZ; CEREZO Y J.L. LUJÁN, (1996): *Ciencia, Tecnología y Sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*, Tecnos, Madrid.
- OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo), (2002): “Frascati Manual 2002: Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development”, OCDE, París, disponible en <http://www1.oecd.org/publications/e-book/9202081E.PDF>
- SALAS, JULIÁN, (2002): “Difusión y transferencia de tecnología en el sector del hábitat popular latinoamericano”, Tecnología y Construcción 18-II, IDEC/FAU/UCV (Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela), Caracas.
- UN MILLENNIUM PROJECT (Grupo de Ciencia, Tecnología e Innovación), (2005): *Innovation: Applying Knowledge in Development - Achieving the Millenium Development Goals*, Ediciones Earth Scan, Londres, disponible en http://www.unmillenniumproject.org/reports/tf_science.htm.
- VISSCHER, JAN TEUN; QUIROGA, EDGAR; GARCÍA, MARIELA Y GALVIS, GERARDO, (1997): “De transferir hacia compartir tecnología”, en Transferencia de tecnología en el sector de agua y saneamiento, una experiencia de aprendizaje de Colombia, IRC y CINARA.

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO (PNUD), (2001): *Informe sobre desarrollo humano 2001*, Ediciones Mundi-Prensa, 2001, Madrid, España, disponible en <http://hdr.undp.org/reports/global/2001/en/>.

FUNDACIÓN INGENIEROS DE ICAI PARA EL DESARROLLO, (2010): “Un enfoque tecnológico para el desarrollo humano”, Universidad Pontificia Comillas, Madrid. Disponible en https://www.icaei.es/contenidos/contenido_fichero.php?contenido=2274

NOTAS

¹ Basada en la fragilidad del conocimiento inductivo (limitación de la evidencia empírica), fallos en las redes de creencias (v.g. la negación de la hipótesis del “éter” por los experimentos de Michelson y Morley hizo caer en cascada toda una construcción de hipótesis basadas en la existencia del éter), la carga subjetiva de la observación, la infradeterminación (existencia de múltiples teorías contrapuestas, pero compatibles con los datos en sí).





TECNOLOGÍAS ADECUADAS E INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO HUMANO

Andrés González García

Coordinador. Ingeniería Sin Fronteras

Ricardo Navas Hernández

*Fundación Ingenieros del ICAI para
el Desarrollo*

Miguel Ángel Pantoja Molina

*Ingeniería Sin Fronteras
Asociación para el Desarrollo*

Valentín Villarroel Ortega

*Ingeniería Sin Fronteras
Asociación para el Desarrollo*

Académico revisor

José Manuel Sanjurjo Jul

3

3.1. INTRODUCCIÓN

Tecnología y desarrollo es un binomio que fundamenta la transición entre las diferentes edades de la historia: los utensilios de caza y de recolección definen las eras del paleolítico, la aparición de la agricultura el neolítico, las edades del cobre y del bronce se definen por su tecnología metalúrgica. La tecnología, en sentido amplio, ha sido factor fundamental en la primacía de los distintos imperios que han prevalecido a lo largo de la historia, desde la organización del estado a la tecnología militar, los sistemas y medios de comunicación, el uso del álgebra, la astronomía y la navegación, entre otros innumerables ejemplos. Se puede decir que en su mayoría los grandes cambios que han acontecido en la humanidad a lo largo de la historia han estado asociados a cambios tecnológicos de alcance crucial.

El desarrollo humano de las comunidades rurales aisladas, en las condiciones descritas en el anterior capítulo, requiere igualmente de un cambio tecnológico, un cambio que garantice la satisfacción de las necesidades esenciales, que permita la creación y el fortalecimiento de las capacidades locales, y que promueva un desarrollo endógeno, construido desde la propia comunidad. Un cambio que promueva un modelo de desarrollo en equidad con su medio natural, social, político y económico, que fortalezca la capacidad de decisión de la comunidad dentro del sistema globalizado.

Como veremos en la primera sección de este capítulo, la ciencia y la tecnología (y por tanto el sistema de investigación, desarrollo e innovación) están profundamente vinculadas al sistema cultural, político, económico y social que las sustenta. Desde la perspectiva del Sistema Ciencia - Tecnología - Sociedad, el rol de la tecnología deja de

ser el de un instrumento neutro en manos del hombre para cumplir una función social en sí mismo. Desde ahí, partiendo de una concepción de la Tecnología como confluencia de la técnica (conocimientos), la cultura (valores) y la organización social (procesos), pasaremos a analizar las características del “mix” tecnológico adecuado para los proyectos y programas de desarrollo y la relación que hay entre innovación tecnológica y el desarrollo humano.

Seguidamente describiremos brevemente cómo funcionan los mecanismos de apropiación y transferencia de tecnología, y las barreras de los países empobrecidos para usar la tecnología de los países industrializados, y qué medidas pueden tomar las instituciones, los gobiernos y los organismos internacionales para alentar la innovación para el desarrollo humano. Finalmente pasaremos a abordar el nuevo paradigma del ingeniero como promotor de soluciones de Cooperación al Desarrollo.

En la segunda sección analizaremos el enfoque del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) que, en el marco de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, establece la prioridad de poner el adelanto tecnológico al servicio del desarrollo humano.

Finalmente referiremos brevemente las propuestas de diversas organizaciones que trabajan por el desarrollo humano desde la perspectiva tecnológica e ingenieril.

3.2. EL ROL DE LA TECNOLOGÍA Y DE LOS INGENIEROS PARA RESOLVER EL PROBLEMA

3.2.1. Ciencia, tecnología y desarrollo

La noción más extendida de Tecnología es la que la concibe como “*Ciencia aplicada*”. Hubo un tiempo en

que esto no fue así y aunque los técnicos no tenían una base científica completa, eso no les impedía hacer su trabajo. Así, la tecnología precede históricamente a la existencia de la ciencia, basando sus resultados en la experimentación empírica mucho más que en la explicación de los fenómenos naturales subyacentes.

Si la tecnología es ciencia aplicada, será preciso analizar las características de la Ciencia para determinar a partir de éstas las de la Tecnología. En la imagen de nuestra sociedad, la Ciencia busca y encuentra la verdad. Así, se aceptan de forma general las siguientes proposiciones.

- El método científico es absolutamente objetivo, libre de toda interferencia subjetiva.
- La Ciencia es un proceso acumulativo, en el que el conocimiento se va incorporando sobre la base previa, y que se desarrolla con una lógica interna propia.
- Combinando datos y lógica, la Ciencia obtiene teorías universalmente válidas.
- Por todo lo anterior, el conocimiento científico es valorativamente neutral. Dado que emplea un método objetivo y aplica sistemáticamente la lógica, los resultados no pueden tener calificación ética.
- Y, no obstante lo anterior, se considera que el desarrollo de la Ciencia es bueno para la Humanidad, recibiendo una consideración ética general positiva.

Tomando como base las características de la Ciencia, se conceden a la Tecnología atributos análogos:

- La objetividad le confiere autonomía.
- Es también acumulativa y creciente.
- Es aplicable universalmente, ya que se basa en conocimiento objetivo.

- Es neutral, igual que la Ciencia.
- Pero, como en el caso de la Ciencia, socialmente se considera que el desarrollo tecnológico es bueno para la humanidad.

De aquí se derivan notables propiedades sociales de la Tecnología:

- Como es autónoma, sólo los expertos tienen capacidad para determinar la dirección del avance tecnológico.
- Este avance se regirá por sus propias reglas internas, que determinarán las alternativas de desarrollo.
- Como es universal, la Tecnología puede aplicarse en cualquier entorno (y así, por ejemplo, su transferencia directa siempre será posible, y tendrá como único obstáculo la financiación).
- Al ser neutral, los cambios que produzca la Tecnología serán en parte inevitables (es decir, deberán considerarse tan neutrales como la propia Tecnología), y en parte exógenos (dependerán de cómo se use).
- Se da por hecha esta cadena de implicaciones: Mejor Ciencia → Mejor Tecnología → Mejor Economía → Mejor Sociedad.

Esta imagen subyace en las teorías sociales dominantes desde el siglo XVII hasta la Segunda Guerra Mundial. La Tecocracia, cuyos principios podrían resumirse por el lema de la Feria Mundial de Chicago de 1930 “La ciencia descubre, la técnica aplica, el hombre se adapta”, impregna el pensamiento político de las diferentes ideologías hasta mediados del Siglo XX.

El propio avance científico fundamenta las críticas al paradigma positivista desde la Filosofía de la Ciencia, afirmando la relatividad de los modelos de justificación

de las teorías¹: dadas una época, una sociedad y una disciplina, puede haber buenas razones para preferir unas teorías a otras. La clausura racional de las teorías se realiza por negociación y consenso entre las personas que hacen Ciencia. En ese proceso intervienen factores que no son epistémicos (los relacionados con el conocimiento objetivo), sino sociales, culturales, políticos e históricos. Según Thomas S. Khun en su ensayo “La estructura de las revoluciones científicas”, la Ciencia construye un mundo conceptual de entre los varios mundos posibles, y que ese mundo se consolide depende de que las personas relevantes se convenzan de ello tras la correspondiente negociación. Lo anterior no significa abrazar un relativismo absoluto. La Ciencia proporciona del mundo una imagen convencional, pero no arbitraria. Las cosas son interpretables de diversas maneras, pero no de cualquier manera. No decidimos cuáles son los hechos del mundo, aunque sí asumamos o alcancemos un consenso acerca de cómo describirlos y manipularlos dados ciertos presupuestos y ciertos fines ajenos a la Ciencia según la concepción establecida de la misma.

Asimismo se produce en esta época una reacción social frente al tecno-optimismo, como el debate sobre la responsabilidad ética de los científicos y técnicos (despertado por el lanzamiento de las bombas atómicas sobre Japón y reflejado en el Manifiesto de Russell-Einstein de 1955) y por la relevancia de los riesgos tecnológicos como las explosiones en centrales nucleares, efectos secundarios de medicamentos, accidentes de transporte, fallos informáticos, catástrofes químicas, petrolíferas o ecológicas, entre otros.

Finalmente se produce también una reacción administrativa, primeramente en los EE.UU. y después a

escala internacional y multilateral, a través de la creación de diversas agencias, organismos instituciones, protocolos y cumbres de control, protección y seguridad.

Así, hoy cada vez está mas extendida la concepción de la Tecnología como una práctica social en la que confluyen aspectos técnicos, culturales y organizativos. Así Tecnología se distingue de Técnica. La Tecnología es la Técnica que se genera y aplica en una determinada organización o sistema social, sumido en una cultura concreta.

Se ve así que el postulado “Mejor Ciencia → Mejor Tecnología → Mejor Economía → Mejor Sociedad” no sólo no es unidireccional, sino que al darse interrelaciones de diferente signo entre los diferentes factores, el impacto del progreso científico sobre la sociedad es mucho más complejo.

En la era contemporánea, la ciencia moderna ha realizado tales avances que la tecnología apenas ha sido capaz de mantener su paso. En realidad la supremacía tecnológica de la máquina de vapor coincide en el tiempo con la fundamentación teórica de la genética, las teorías cuántica y de la relatividad, y un largo etcétera.

Sin embargo, sin duda la fuerza que más impulsa hoy el desarrollo científico y tecnológico es externa al binomio Ciencia-Tecnología, hasta el punto que se puede decir que hoy es el “mercado” el que arrastra directamente a la tecnología. Tecnologías para mejorar la competitividad o la productividad, disminuir costes, mejorar la calidad, crear nuevos productos, optimizar la logística, las ofertas, las inversiones... en definitiva para hacer crecer y explotar el mercado por medio de las oportunidades creadas por los descubrimientos científicos.

Este fenómeno tecnológico ha arrastrado también al desarrollo científico, impelido a crecer en las áreas de conocimiento rentables a corto, medio e incluso largo plazo (aunque la cuantía y el riesgo de las inversiones a largo plazo hayan sido en gran parte asumidos por los estados). Toda tecnología y ciencia susceptibles de proporcionar un servicio al sistema socio-económico directa o indirectamente han gozado en el último siglo de un desarrollo sin precedentes. Este movimiento se ha extendido a todas las demás ciencias, en mayor o menor medida en función de su cercanía o alejamiento de la “utilidad social” (medida muy a menudo en términos subjetivos, culturales o ideológicos). El sistema de interrelación de todos estos factores ha venido en llamarse Sistema Ciencia-Tecnología-Industria o bien en términos más generales Ciencia-Tecnología-Sociedad.

La lógica del actual sistema tecnológico y productivo está estructurada en torno a flujos de información y de decisión, lo que tiende a desligarse cada vez más de su entorno social, y a aislarse en una lógica organizativa cada vez más estrechamente ligada a las reglas del sistema económico. El desarrollo económico y tecnológico adquiere más aceleración en función del grado de integración en el sistema globalizado, por lo que el tamaño y desigualdad de las diferentes brechas (tecnológica, económica, política, medioambiental...) no sólo no disminuye, sino que aumenta aceleradamente.

3.2.2. Tecnologías adecuadas para el desarrollo

La brecha entre el sistema tecnológico y productivo, de un lado, y las necesidades de desarrollo de las Comunidades Rurales Aisladas, de otro, junto con las características

específicas de cada una de éstas, requiere abordar este problema desde una perspectiva multidisciplinar, que abarque todas las dimensiones del desarrollo humano. No es solamente un cambio de paradigma en el modelo productivo que permita niveles de vida dignos partiendo de una situación de desarrollo por debajo de los niveles mínimos de subsistencia, sino también el modelo de relación con el entorno socioeconómico y medioambiental, y el conjugar la transformación y preservación de la identidad cultural y de los valores fundamentales, para buscar una convergencia hacia una sociedad global fundamentada en el conocimiento.

Concepto de Tecnologías Apropriadas

No existe una definición unitaria de tecnologías apropiadas, concepto muy común en las intervenciones de desarrollo pero que ha ido evolucionando desde su introducción en los años 60 y especialmente tras el libro “Small is beautiful” (Schumacher 1973) que sientan las primeras bases de este concepto. Sin embargo podemos definir algunas características ampliamente aceptadas por importantes sectores de la cooperación para el desarrollo. Así, se habla de que la tecnología apropiada (a veces llamada tecnología alternativa, blanda o baja) es aquella que responde adecuadamente a las necesidades sociales y ecológicas de las personas, que es descentralizada y a pequeña escala, manejable, que emplea fuentes renovables de energía, que es de bajo coste, que fomenta el empleo, que está basada en la comunidad y en relaciones humanas no autoritarias y no-jerárquicas, que libera a las personas de cargas alienantes, permitiéndolas ser más creativas y participar en la comunidad, profundizando así la democracia.

Este concepto recibió críticas, como que representa una actitud retrógrada, antitecnológica y antiprogresista; que es prácticamente imposible cumplir todas sus características, o que no aborda la cuestión de las tecnologías de producción, donde es aún más difícil cumplir con estas características. Asimismo puede ser demasiado restrictiva si se concibe a escala exclusivamente local, produciendo modelos difícilmente replicables.

Sin embargo, como herencia de aquella reflexión, cada vez más sectores de la cooperación para el desarrollo asumen que en los proyectos de desarrollo las tecnologías que quieren estar verdaderamente al servicio del desarrollo humano deben cumplir un conjunto de características que se podrían resumir en:

- Satisfacer las necesidades humanas básicas.
- Tener calidad técnica.
- Liberar a las personas de tareas duras, de riesgo o rutinarias.
- Contar con la participación creativa de la comunidad destinataria.
- Buscar la apropiación local de la tecnología.
- Buscar la autonomía tecnológica local sin caer en el autarquismo tecnológico.
- Hacer el mayor uso posible de los recursos locales de conocimiento, humanos, sociales, económicos y tecnológicos.
- Promover y reforzar el papel de las organizaciones locales.
- Asegurar la compatibilidad con la cultura local.
- Tener un impacto medioambiental bajo.

Una idea es muy importante. No existen tecnologías apropiadas per sé, universalmente definidas. Debemos

preguntarnos ¿apropiadas para qué? Para responder a necesidades básicas y sentidas. ¿Para quienes? Beneficia a los sectores más depauperados, y es necesario que la comunidad participe en la identificación de sus necesidades, requerimientos y soluciones. ¿Dónde? Cada espacio tiene su especificidad, no existe una solución universal para un problema. ¿Cómo? Debemos buscar alternativas tecnológicas en función de los recursos disponibles en el medio físico, económico, social, cultural y ecológico, de forma eficaz y eficiente para la consecución de los objetivos de desarrollo humano buscados. Especialmente hay que considerar que el desarrollo no es un fenómeno aislado, sino conectado en una red multidimensional con el entorno local, regional, nacional y, de forma cada vez más determinante, global. ¿Cuándo? Tener en cuenta que la adopción de tecnologías es un más bien un proceso, no un hecho estático.

Tecnología y Desarrollo Humano

Hemos visto que la relación entre tecnología y sociedad es de influencia mutua. De la misma forma, la relación entre tecnología y desarrollo humano es también mutua. Esta reflexión es inmediata si consideramos a ambos, el desarrollo y la tecnología, como elementos sociales: el desarrollo como proceso de cambio social y la tecnología como producto social.

La figura 3.1 sugiere el tipo de relaciones que, según el PNUD, existe entre el cambio tecnológico y el desarrollo de las capacidades humanas. Algunas tecnologías elevan directamente las capacidades humanas (por ejemplo, las tecnologías de abastecimiento de agua mejoran las condiciones sanitarias de la población). Pero sobre

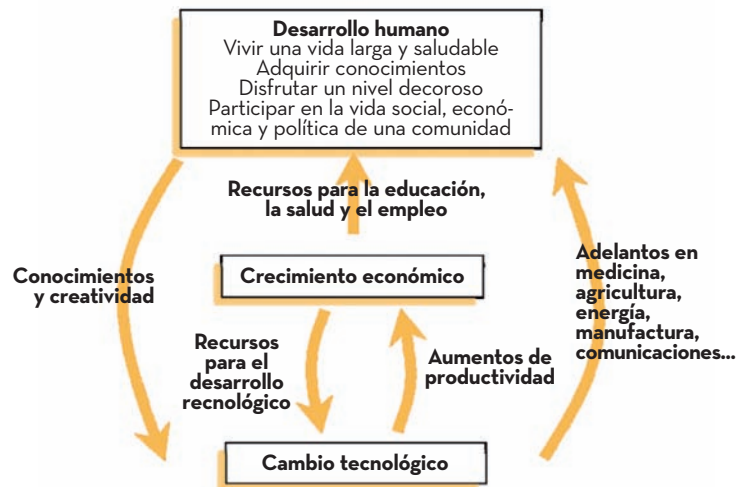


Figura 3.1. Relación entre tecnología y desarrollo humano.
Fuente: PNUD, Informe de Desarrollo Humano, 2001.

el desarrollo humano también influye indirectamente la tecnología al producir ésta crecimiento económico y aumento de la productividad. Ese aumento de recursos económicos se puede invertir en mejorar la educación, la salud y el empleo (es decir, invertir en desarrollo humano), e incluso, también se pueden emplear en desarrollo de más tecnologías. La influencia del desarrollo humano sobre la tecnología se produce a través de las capacidades humanas (conocimiento, creatividad, etc.) que el desarrollo humano potencia. Más adelante en este capítulo profundizaremos sobre la visión del PNUD.

Innovación, transferencia y apropiación de tecnologías

De todo lo anterior se desprende la necesidad de adecuar las soluciones tecnológicas a la situación y características de las comunidades rurales aisladas. Esto supone la adaptación de los procesos de innovación, transferencia y de apropiación de la tecnología por parte de las CRA.

El Manual de Frascati 2002 de la OCDD define innovación como “transformación de una idea en un producto vendible nuevo o mejorado, o en un proceso operativo en la industria y en el comercio, o en un nuevo método de servicio social” (OCDE, 2002). Es decir, la innovación se relaciona con la transformación de una idea en algo útil (empleamos el más social término útil frente al comercial vendible que emplea Frascati y que en este caso vienen a representar lo mismo), lo que podríamos interpretar como mejorar algo desde el punto de su utilidad. La innovación tecnológica suele estar relacionada con la investigación y el desarrollo (I+D) aunque no es suficiente con I+D para desarrollar una innovación (un resultado de I+D puede no llegar a ser utilizado), ni es tampoco necesario contar con I+D para la innovación (una innovación que consista en la mejora tras la observación de deficiencias y posibles soluciones). De hecho, la innovación no significa la creación de algo nuevo (producto o proceso), sino que puede tratarse de una mejora de algo antiguo, de una forma nueva de usar cosas antiguas o de nuevos usos de esas mismas cosas. De esta forma, la innovación en el ámbito del desarrollo de comunidades rurales aisladas debe tomar en consideración los conocimientos y cultura existentes, especialmente en relación con el sistema nacional de

innovación. La OCDE plantea los factores condicionantes de la innovación tecnológica, presentes también en las CRA:

- Factores científico y tecnológico.
- La educación y la formación.
- El marco jurídico y normativo.
- Aspectos comerciales y normativos.
- Aspectos sociales y culturales.

Esto es válido tanto a escala local como a escalas comarcales, regionales o nacionales.

Por otro lado, como ya hemos visto, la ciencia y la tecnología se cuentan entre los bienes más desigualmente distribuidos en el planeta. Por tanto todo proceso de innovación va a requerir asimismo un proceso de transferencia de tecnología. La transferencia de tecnología es el conjunto de procesos que da lugar al cambio tecnológico, ya sea vertical siguiendo el itinerario investigación, desarrollo, innovación (I+D+i) u horizontal entre diferentes sectores, países o empresas. La transferencia de tecnología para el desarrollo se puede dar de las siguientes formas:

- Formación y capacitación de recursos humanos.
- Importación de equipo y maquinaria y su utilización.
- Adquisición de licencias o patentes para diseñar y producir nuevas tecnologías.
- Adquisición de conocimientos específicos.

Junto con el proceso de transferencia, la OCDE define difusión de tecnología como la adopción de la innovación por otros utilizadores, así como la ampliación de su empleo. La difusión comprende por tanto las medidas necesarias para que la organización receptora adapte la tecnología a sus necesidades y así incremente su eficacia. En

acciones de desarrollo las medidas de difusión son preferibles a las de transferencia, ya que aseguran mejor la viabilidad futura de los cambios que se buscan.

Por último, como plantea Julián Salas (Salas, 2002) la mejor forma de conseguir un control efectivo de la tecnología es que el beneficiario pueda acceder a su propiedad, de forma que disminuya su dependencia del exterior. Así apropiarse no sólo de tecnología incorporada en el equipamiento o proceso, y de su modo de utilización, sino accediendo sin restricciones al “saber hacer” de forma que pueda hacerla suya y transformarla, adaptarla o mejorarla según sea su necesidad.

El proceso de adopción de nuevas tecnologías se suele encontrar con tres tipos de barreras:

- Tecnológicas: La tecnología no es adecuada para los procesos que se pretende resolver.
- Organizativas: El proceso de adopción no se está realizando adecuadamente.
- Personales: Existe un rechazo de la nueva tecnología o del proceso de adopción.

A ello hay que añadir las barreras propias de la adaptación a las características de las CRA:

- Geográficas y climáticas: Diferentes zonas geográficas o climáticas suponen diferentes necesidades tecnológicas. Las tecnologías se desarrollan mayoritariamente en climas templados y fríos, mientras los países más pobres están principalmente la franja tropical del planeta.
- Sociales y culturales: La tecnología incorpora valores culturales que pueden ser ajenos a la comunidad beneficiaria.
- Bajo nivel de desarrollo: Los bajos ingresos, baja capacitación, las instituciones deficientes y la escasez de in-

fraestructuras condicionan la introducción de tecnologías desarrolladas para países del Norte.

Hay que tener en cuenta que, según señala Visscher (Visscher, 1997), seleccionaremos las tecnologías para solucionar nuestra propia percepción del problema. Muchos ingenieros se forman para afrontar problemas en entornos urbanos, por lo que tienen una percepción urbana de las soluciones, lo que seguramente será inadecuado para los proyectos de desarrollo en zonas rurales. Si al final el beneficiario tiene que apropiarse de la tecnología, es necesario pasar de la idea de transferir a la de compartir tecnología, es decir, de crear espacios de aprendizaje e investigación compartidos entre transmisores y receptores en los que la participación de ambos es imprescindible.

Medidas de política científica y tecnológica para el desarrollo

El desarrollo de las tecnologías para el desarrollo humano debe comenzar en el propio país. Contar con capacidad tecnológica requiere de unas condiciones nacionales que alienten las capacidades para comprender y dominar tecnologías, introducir innovaciones y adaptaciones de las tecnologías a sus propias necesidades y condiciones. Es una responsabilidad de los gobiernos en la que deben estar acompañados por otros sectores de la sociedad, de forma que se cuente con ámbitos económicos suficientemente eficaces y dinámicos, con una promoción activa de la investigación y el desarrollo, con buenas aptitudes humanas y ante todo con buenos sistemas de educación.

Para ello es necesario establecer políticas estables y a largo plazo de apoyo a la innovación tecnológica en las

áreas de interés prioritario del país, desarrollando políticas públicas de I+D+i en las áreas necesarias alejadas del mercado, y alentando la colaboración del empresariado en ámbitos de interés comercial. Así, deberán favorecerse los vínculos Universidad - Empresa, la creación de capacidades e infraestructuras críticas, la promoción de la creación de empresas de base tecnológica y las alianzas público privadas para el desarrollo.

En cuanto a la educación, es obligación de los gobiernos garantizar la educación primaria universal. Para que ésta sienta las bases del desarrollo tecnológicos, debe hacerse énfasis en la enseñanza de matemáticas y ciencias. Hay asimismo que prestar atención a la calidad en la enseñanza profesional y de oficios, y en la enseñanza secundaria, para aumentar las tasas de ingreso en la Universidad.

Por último, los países en desarrollo deben sacar provecho de las diásporas de profesionales de alta cualificación que son atraídos a países ricos. Ese éxodo es una verdadera pérdida de un capital valioso que ha costado formar. Muchos países están estableciendo vínculos entre esos profesionales que se han marchado y su país de origen, con el fin de atraerles de regreso o aprovechar las ventajas de que trabajen en países con mayor capacidad económica. Este fenómeno es de especial importancia, tanto en cuanto el vínculo de los migrantes con su país de origen es tan relevante que, en términos económicos, el valor global de las remesas de emigrantes se estima en 325 mil millones de dólares para 2010 según el Banco Mundial, muy superior al importe global de la Ayuda Oficial al Desarrollo.

3.2.3. Nuevo paradigma del ingeniero como promotor de soluciones de cooperación al desarrollo

Como ya se ha comentado, ya antes de la aparición y generalización del método científico, la mayoría de los técnicos no tenían una base científica completa, aunque eso no les impedía hacer su trabajo. Es el caso de los ingenieros que levantaron las grandiosas obras públicas romanas, proporcionaron el “fuego griego” al ejército bizantino o construyeron puertos, canales y “viajes de agua” en la Europa del XVI. Ninguno de estos técnicos tuvieron una formación científica sistemática y de hecho aplicaron procedimientos o fórmulas empíricas que no podrían haber justificado ni fundamentado teóricamente.

A lo largo del XIX los ingenieros comienzan a recibir una formación matemática y científica sistemática. Tal vez esto esté relacionado con el hecho de que a partir de ese período, también muchos ingenieros contribuyen al desarrollo de la ciencia (Carnot, Fourier, Edison).

En la actualidad el primer escalón de la formación de un técnico es siempre la adquisición de una base matemática y científica que necesitará para desenvolverse en su área tecnológica.

Aún hoy pueden encontrarse algunas referencias a la época “precientífica” de la Técnica: la teoría en la que se basa la mayor parte del diseño de motores o la construcción de centrales eléctricas recibe todavía el apelativo de Mecánica Racional para distinguirla de la Mecánica Empírica anterior a Newton. El prólogo de un conocido manual de Resistencia de Materiales (Timoshenko, 1930) comienza así: “En la actualidad hay un cambio decidido en la actitud de los proyectistas hacia la aplicación de los métodos ana-

líticos en la solución de los problemas de ingeniería. Ya no se basa el proyecto principalmente en fórmulas empíricas”. Asimismo, coexisten en las CRA hoy muchas tecnologías autóctonas que proceden de conocimientos culturales ancestrales (por ejemplo métodos de cultivo o utilización medicinal de recursos de la biodiversidad), independientes en su origen del método científico, pero igualmente disponibles para nuestro universo de conocimientos aplicables al desarrollo.

La búsqueda de soluciones adecuadas para el desarrollo requiere la consideración de la Tecnología en un contexto económico social, económico y medio ambiental que da lugar a un nuevo paradigma de ingeniero, como creador de soluciones tecnológicas a los diversos problemas, adaptados a la realidad en que se implantan. De esta forma estos factores sociales y culturales son tanto o más importantes para la elección de la Tecnología que la propia excelencia técnica o científica. Para el desarrollo agrícola de una comunidad, será seguramente más eficaz y más eficiente el uso de tecnologías que recojan elementos de los métodos tradicionales de cultivo empleados por la población local, que en muchas ocasiones también suponen una relación sostenible con el medio ambiente, que la adopción de soluciones tecnológicamente óptimas pero de difícil absorción y apropiación por parte de los beneficiarios.

Así el ingeniero que trabaja en el campo del desarrollo humano, incorpora en el proyecto técnico factores educativos, económicos, demográficos, políticos, sociológicos, culturales, o medioambientales, locales, regionales y globales, de forma que pueda aportar una solución viable y sostenible, eficaz en la consecución de los objetivos y eficiente en cuanto a la utilización de recursos adaptada a la

realidad en la que dicha solución tendrá aplicación. El técnico tiene un imperativo moral inherente a su trabajo, derivado de su responsabilidad sobre sus actos, ya que hacer tecnología es también un acto político, social y económico.

3.3. EL ENFOQUE DEL PNUD: LA TECNOLOGÍA ESTÁ VINCULADA CON EL DESARROLLO HUMANO

Las redes tecnológicas están transformando la configuración tradicional del desarrollo, ampliando los horizontes de la gente y creando el potencial necesario para plasmar en un decenio lo que en el pasado insumió varias generaciones.

PNUD, Informe sobre desarrollo humano 2001

El Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) dedicó su informe de 2001 sobre Desarrollo Humano a la absorción por parte de los países en desarrollo del progreso tecnológico, de forma que les permita trazar una ruta hacia “los beneficios del adelanto tecnológico, a la vez que salvaguarden escrupulosamente de los nuevos riesgos que inevitablemente le acompañan”.

Cabe destacar que este informe temático fue el primero publicado tras la adopción en el año 2000 de los Objetivos de Desarrollo del Milenio de las NN.UU. para 2015. La posición del PNUD se ha visto reforzada por ser, desde su constitución, el presidente del Grupo de Alto Nivel de Naciones Unidas para el Desarrollo, que coordina las actividades en esta materia de todas las agencias, pro-

gramas e iniciativas de la ONU en Cooperación para el Desarrollo.

Ya hemos detallado anteriormente el concepto de tecnología para el desarrollo humano, según el PNUD. Ésta debe primeramente:

- Garantizar la seguridad y el acceso a servicios básicos en condiciones de equidad.
- Favorecer las capacidades de producción y de participación social.
- Facilitar la sostenibilidad y el empoderamiento de las personas y comunidades en su contexto sociocultural.

El PNUD también considera de especial importancia para la cooperación para el Desarrollo Humano las oportunidades que plantea ya hoy la Era de las Redes. En concreto, respecto de la apropiación y la transferencia de tecnología, las tecnologías de la información y las comunicaciones, a pesar de la brecha digital, eliminan obstáculos que se oponen al conocimiento (tan esencial como la educación para la formación de las capacidades humanas) a la participación (impulso de la sociedad civil y de la movilización local de las personas), y a las oportunidades económicas (aumento de las exportaciones, creación de empleo y diversificación de la economía).

Asimismo el informe expone que la Era de las Redes transforma en cinco formas la forma en que se crean y se difunden las tecnologías. En primer lugar en el proceso de capacitación y cualificación, en segundo lugar porque suponen una valorización de la tecnología, en tercer lugar por el liderazgo del sector privado en la I+D+i de este sector, en cuarto lugar por la globalización del mercado laboral para los técnicos, y en quinto término por la convergencia hacia nuevos modos de innovación en red.

Con respecto a las políticas y estrategias nacionales de tecnología para el desarrollo, el PNUD propone las siguientes prioridades:

- Mejorar las infraestructuras públicas básicas:
 - Agua y saneamientos, energía, transporte, telecomunicación.
 - Valerse de los proyectos de infraestructuras como aprendizaje tecnológico.
- Adecuar los sistemas de educación:
 - Calidad de la educación, específicamente en materia de ciencia y tecnología.
 - Participación en redes regionales y mundiales de universidades.
 - Redirigir éxodo de profesionales. Movilizar el capital humano de las diásporas a favor del desarrollo del país de origen.
 - Promover la capacitación del personal en las empresas e incentivar aquellas que inviertan en capacitación.
- Alentar la innovación tecnológica:
 - Diseño de políticas nacionales que identifiquen ámbitos tecnológicos prioritarios.
 - Estimular la inversión en innovación.

En la perspectiva del PNUD se da también especial importancia a la gestión de los riesgos tecnológicos, los impactos de la tecnología sobre la sanidad, el medioambiente, la sociedad y la economía y su efecto en la opinión pública. Acompañando a la mundialización de las opiniones, la gestión del riesgo deberá darse en primer lugar a escala nacional o incluso local, pero con la cooperación internacional.

Finalmente, el PNUD propone una batería de iniciativas mundiales para crear tecnologías a favor del

desarrollo humano, que detallamos a continuación:

- Asociaciones entre gobiernos, sector privado y universidades para incentivar la innovación para el desarrollo.
- Gestión justa y solidaria de los derechos de propiedad intelectual.
- Aumento de la inversión en I+D en áreas relacionadas con la reducción de la pobreza y el desarrollo humano.
- Apoyo institucional, regional y mundial.

3.3.1. Asociaciones para incentivar la innovación para el desarrollo

Es necesario estimular dentro de los países en desarrollo, y en el ámbito internacional, que los gobiernos, el sector privado y las instituciones académicas combinen sus capacidades de investigación y desarrollo para la innovación en tecnología para el desarrollo humano. El contexto actual de partida tiene dos características importantes.

1. En primer lugar, en los últimos decenios ha aumentado mucho la investigación privada en detrimento de la investigación pública. Sin embargo, el sector privado desarrolla innovaciones en respuesta al mercado prestando muy poca atención a la investigación en áreas de alto interés social pero alejadas del mercado. Una parte muy relevante de la investigación básica se realiza con fondos públicos.
2. En segundo lugar, la investigación en las universidades se está orientando cada vez más hacia aquellas áreas de mayor aplicación en el mercado. Esto supone que otras áreas de desarrollo y conocimiento científico ven disminuir su importancia y sus recursos por implicar bajos réditos económicos o políticos.

Nuevas alianzas entre las instituciones públicas y las empresas

La investigación pública sigue siendo la principal fuente de innovación para lo que podría llamarse tecnología de los pobres. Sin embargo, para muchas instituciones públicas de los países en desarrollo el acceso a ciertas patentes clave de alto coste es un importante obstáculo. Esas instituciones suelen carecer de la capacidad de negociación, jurídica y empresarial para conseguir la concesión unilateral o recíproca de licencias para productos e instrumentos de investigación patentados. Ante estas dificultades de acceder a patentes necesarias para la investigación de interés social cabe la posibilidad, no exenta de polémica, de plantearse si esas organizaciones deben entrar en la concesión recíproca de licencias. Esta práctica, común entre empresas, consiste en intercambiar licencias sin coste alguno. Hasta ahora las instituciones públicas han quedado excluidas de este tipo de intercambios, ya que su investigación no suele ser patentada. Si las universidades públicas y los centros de investigación de los países en desarrollo reclaman derechos de propiedad intelectual sobre sus innovaciones podrían tener elementos de negociación con el sector privado, pero eso limitaría el acceso público al conocimiento y a las innovaciones.

Existen casos de institutos públicos que han creado empresas mixtas con empresas internacionales con el fin de tener acceso a tecnologías muy recientes. Es el caso del Instituto de Investigaciones de Ingeniería Aplicada (AGERI) de Egipto y la empresa Pioneer Hi-Bred para el desarrollo de una nueva variedad de maíz. AGERI pudo capacitar a su personal y desarrollar la cepa local del maíz. Pioneer Hi-Bred garantizó los derechos a utilizar la nueva

cepa para mercados fuera de Egipto. Esta forma de segmentar el mercado se usa cada vez más y existen ejemplos en que también se ha segmentado el mercado por cultivo y región, variedad, o ingreso del país.

Medidas públicas para promover el desarrollo de productos

Hay dos enfoques que se pueden emplear para promover el desarrollo de productos que atiendan a las necesidades del desarrollo humano: los incentivos de impulso y los de atracción. Los incentivos de impulso pagan por los aportes de la investigación poniendo fondos públicos en las investigaciones más prometedoras de los institutos públicos. Los incentivos de atracción prometen pagar sobre resultados (por ejemplo, comprometiéndose por anticipado a comprar una vacuna de nuevo desarrollo).

Combinando incentivos de impulso y atracción, Australia, los Estados Unidos, Japón, Singapur y la Unión Europea han introducido leyes de medicamentos genéricos. Una iniciativa mundial de medicamentos genéricos podría contribuir al estímulo necesario para potenciar la investigación de enfermedades tropicales. Algunas opciones podrían venir de la concesión de créditos fiscales a las empresas que desarrollen productos de especial interés para los países en desarrollo.

La triple hélice

El PNUD propone una triple alianza entre el sector público, la universidad y la empresa para crear tecnología, pero manteniendo el equilibrio entre los asociados, centrándose cada uno en su mandato y ventajas comparativas. Según el PNUD este tipo de alianzas deberían ba-

sarse en principios como la transparencia y la rendición de cuentas en la toma de decisiones, el acuerdo previo sobre la distribución de los derechos de propiedad intelectual (de manera que se usen equitativamente a un costo reducido), hacer que los productos finales sean económicos y accesibles para quienes los necesitan y contribuir siempre que sea posible a la capacidad local (colaborando, por ejemplo, con investigadores de los países en desarrollo).

3.3.2. Gestión justa y solidaria de los derechos de propiedad intelectual

La segunda propuesta del PNUD se centra en los derechos de propiedad intelectual. Debe hacerse un esfuerzo internacional por buscar un equilibrio entre el uso de los derechos de propiedad intelectual como incentivos para la innovación privada y la defensa de los intereses públicos, proporcionando así un acceso real a las innovaciones necesarias para el desarrollo humano.

Las patentes están pensadas para incentivar la inversión en nuevas innovaciones, al permitir al productor tener la exclusiva en la explotación del producto innovador durante un tiempo limitado. Durante la historia de la industrialización, las economías más avanzadas emplearon múltiples métodos para adquirir tecnologías, unos legales, otros no, en un entorno donde no existía protección de la propiedad intelectual o era muy débil. Pero a lo largo del siglo XX y a medida que esos países pasaron de ser usuarios netos de la propiedad intelectual a productores netos, se fueron formalizando y aplicando los derechos de propiedad intelectual. Ahora, cuando los países en desarrollo aún tienen un camino importante que recorrer en sus procesos de industrialización, los

derechos de propiedad intelectual se están haciendo más estrictos en todo el mundo.

En la actualidad, las reglas del juego están marcadas por el acuerdo ADPIC (Aspectos de la Propiedad Intelectual relativos al Comercio) de la OMC (Organización Mundial del Comercio). El PNUD reconoce dos problemas relacionados con la aplicación del ADPIC que estarían creando obstáculos para el desarrollo humano: el reconocimiento de los derechos de propiedad intelectual estaría yendo demasiado lejos y el ADPIC se estaría aplicando de forma no siempre justa y equitativa, en detrimento de los países más débiles.

Desde mediados de los años ochenta el crecimiento de las patentes en el mundo ha sido muy importante, reflejando una mayor actividad innovadora, pero también ciertas prácticas que estarían obstaculizando la innovación y poniendo el conocimiento tradicional en manos privadas.

En primer lugar, hay ocasiones en que los criterios de no evidencia y utilidad industrial (necesarios para reconocer una patente) se están interpretando de forma muy vaga, principalmente desde Estados Unidos. Así, hay patentes sobre genes cuya utilidad se desconoce o sobre el método de compra electrónica basado en pulsar un botón del ratón.

En segundo lugar, el uso estratégico de las patentes se ha vuelto cada vez más dinámico, ya que se ha convertido en un bien comercial clave y en un recurso estratégico de algunas empresas. Así, se utilizan cambios menores de los productos al final de la vida de la patente con el fin de mantener los derechos de explotación en régimen de monopolio. Esto se ha realizado en especial en el sector farmacéutico.

Estas tendencias obstaculizan la innovación, ya que las patentes son, además de resultado de una investiga-

ción, insumos para otras investigaciones. Cuando se usan en exceso pueden entorpecer el desarrollo de productos por las necesarias negociaciones de licencias y por los costes de transacciones.

El sistema actual de patentes también invita a que se reivindicuen innovaciones autóctonas o comunitarias de los países en desarrollo. Se han dado casos de intentar patentar ciertas plantas de uso tradicional por parte de comunidades.

La aplicación actual del ADPIC puede ofrecer obstáculos para el desarrollo humano. El resultado de la aplicación actual del ADPIC sobre los países en desarrollo aún no está claro. Entró en vigor para la mayoría de los países en desarrollo en 2000 y para los menos adelantados hubo plazo hasta el 2006 y el efecto puede depender del desarrollo económico y tecnológico del país. Pero las amenazas para los países pobres son claras:

- Deben aplicar y hacer cumplir un régimen de derechos de propiedad intelectual que ejerce una fuerte presión sobre sus recursos y capacidad administrativa.
- Algunos no están sabiendo aprovechar al máximo lo que permite el ADPIC o bajo intensas presiones están introduciendo leyes que van más allá de los acuerdos ADPIC y que les coloca en posición desventajosa.
- Los elevados costos de las controversias desalientan a los países pobres a hacer valer sus derechos.

Medidas para un juego más justo en la protección de la propiedad intelectual

Existen dos medidas principales: garantizar la aplicación justa del acuerdo ADPIC y llevar a la práctica las disposiciones en materia de transferencia tecnológica.

En virtud del ADPIC, los países pueden utilizar la concesión obligatoria de licencia, permitiendo el uso de una patente sin consentimiento del titular en algunos casos, como son la emergencia médica o medidas antitrust para mantener la competencia en el mercado. ADPIC también permite a los países escoger entre permitir o no la importación de bienes de otros países donde los vende la misma empresa, pero más baratos. Países industrializados incluyen esas medidas en sus legislaciones y prácticas, mientras que muchos países en desarrollo, bajo presión y sin asesoramiento adecuado, no las han incluido en sus legislaciones o son impugnadas cuando tratan de ponerlas en uso.

Las disposiciones que sobre transferencia tecnológica se contemplan en muchos acuerdos internacionales, se encuentran con dificultades interpuestas por la gestión de la propiedad intelectual, de forma que en muchas ocasiones, esas importantes promesas de transferencia tecnológica se quedan en nada. Por ejemplo, el Protocolo de Montreal de 1990 relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono contemplaba un compromiso para velar por un acceso justo y equitativo de los países en desarrollo a los productos sustitutos de los clorofluorocarbonados (CFC). Sin embargo, según expone el informe del PNUD de 2001, la empresa DuPont, titular de las patentes de algunos de esos productos, se negó a conceder licencias de producción a la India y a la República de Corea, donde los elevados costos de importación limitaban la difusión a escala nacional de esas tecnologías.

3.3.3. Aumento de la inversión en tecnologías para el desarrollo humano

La tercera propuesta del PNUD para estimular en el ámbito internacional el desarrollo de más tecnologías para el desarrollo humano es el aumento de las inversiones en ese tipo de tecnologías.

Algunos mercados son demasiado pequeños como para estimular la investigación privada, ni siquiera con medidas de apoyo o estímulo. En esos casos, es esencial la investigación pública. Sin embargo, desde hace tiempo, la investigación pública para atender las necesidades de los pobres está subfinanciada. Es necesario, por tanto, aumentar la inversión para la investigación pública en innovación tecnológica para el desarrollo humano.

En 1992 menos del 10% del gasto mundial en investigaciones de salud se destinó al 90% de la carga mundial de enfermedades. Entre 1975 y 1976 se comercializaron 1233 nuevos medicamentos, de los cuáles 13 eran para tratar enfermedades tropicales y de esos, sólo 4 fueron resultado de investigaciones privadas.

En el sector agrícola se ha estancado e incluso ha disminuido la investigación pública encaminada a aumentar la productividad de los cultivos en las zonas pobres del mundo. El PNUD ofrece tres razones. “La primera es que existe la percepción de que los excedentes de alimentos en el mundo significan que ya no es necesaria la investigación para aumentar la productividad. Pero ese excedente no está en manos de las personas que lo necesitan: el aumento de la productividad de los agricultores de bajos ingresos sigue siendo esencial para aumentar la seguridad alimentaria y erradicar la pobreza. En segundo lugar, con la bajada de los precios mundiales de los alimentos las políti-

cas agrícolas proteccionistas, particularmente en la Unión Europea y Estados Unidos, están dando por resultado el dumping [exportaciones a precios por debajo del coste de producción] de alimentos en países en desarrollo, con lo que se debilitan los mercados locales. En tercer lugar, el aumento de la investigación privada en los países industrializados ha ocultado la necesidad de mantener la inversión pública en los cultivos y las necesidades de los países en desarrollo” (PNUD, 2001).

Por último, en el sector energético, también las nuevas tecnologías de la energía están insuficientemente financiadas. Los gastos en investigación son bajos (y cada vez disminuyen más) en relación tanto con el valor directo de los gastos en energía como con los efectos ambientales negativos de las energías convencionales. Además, la investigación no se centra en tecnologías compatibles con la dotación de recursos, necesidades y capacidades de los países en desarrollo.

El resultado final de todo este panorama es un importante contraste entre el programa mundial de investigaciones y las necesidades mundiales de investigación. Y es que las inversiones en tecnología raras veces se consideran como instrumento fundamental del desarrollo. Los propios organismos multilaterales, bilaterales y agencias de cooperación carecen en la mayoría de los casos de compromiso institucional con los programas de investigación. En muchos de esos organismos se desconoce una programación de ámbito mundial y las intervenciones de cooperación de los países no se centran en los bienes públicos mundiales y en las necesidades tecnológicas que de ellos se derivan, como por ejemplo, una vacuna contra la tuberculosis. El CAD (Comité de Ayuda al Desarrollo de la OCDE) no incluye respecto de los donantes un rubro pre-

supuestario para los recursos destinados a investigación en desarrollo y eso dificulta una rendición clara de las cuentas en este ámbito. A pesar de que las pequeñas iniciativas deben existir para innovar y experimentar, hay demasiados esfuerzos fragmentados y se descuidan grandes acciones coordinadas estratégicamente. Además, la asistencia bilateral se marca plazos políticos y planes a corto plazo, cuando los programas de desarrollo basados en tecnologías exitosas requieren de experimentos prolongados.

El PNUD sugiere un conjunto de medidas orientadas a renovar y aumentar las fuentes de financiación para la innovación en tecnologías para el desarrollo.

- A los gobiernos donantes, que destinen un 10% de su ayuda al desarrollo a la investigación del desarrollo y la difusión tecnológica, y de paso, que aumenten sus contribuciones para cumplir la norma del 0,7% de PIB dedicado a ayuda al desarrollo.
- A los países en desarrollo, que inviertan en investigación, aunque sea en la adaptación local de tecnologías. En ocasiones el problema no es la falta de fondos. En 1999 los gobiernos del África subsahariana dedicaron 7000 millones de dólares a gastos militares.
- A las organizaciones internacionales de financiación, como el Banco Mundial y los bancos regionales de desarrollo, que establezcan fondos fiduciarios para la financiación de la investigación en tecnologías de interés para el desarrollo humano, de la misma forma que se ha hecho para la agricultura y programas ambientales.
- A los acreedores de deuda externa, que establezcan canje de deuda por tecnología. El canje en 2000 de sólo el 1,3% del servicio de la deuda para investigación y desarrollo de tecnología habría recaudado más de mil millones de dólares.

- A las fundaciones privadas, que sigan el ejemplo de algunas que se han comprometido a invertir en investigaciones a largo plazo. Los países en desarrollo podrían introducir incentivos para que sus multimillonarios crearan fundaciones centradas en estos temas.
- A la industria, que destinen una parte de sus beneficios a productos no comerciales. Si en 1999 las nueve empresas principales del Fortune 500 hubieran dedicado al menos el 1% de sus ganancias a esas investigaciones se habrían obtenido 275 millones de dólares.

Los fondos se podrían distribuir de diversas maneras, una de las cuáles podría ser la creación de fundaciones científicas regionales que podrían canalizar las subvenciones hacia las instituciones regionales y mundiales mejor preparadas en cada campo.

3.3.4. Apoyo institucional regional y mundial

Por último, el PNUD plantea que sin cooperación internacional muchos mercados nacionales contarán con escasos bienes públicos relacionados con la tecnología. Ante esto, propone un conjunto de iniciativas regionales y mundiales encaminadas a formar alianzas para la cooperación regional, apoyar desde todos los sectores iniciativas mundiales a favor de la tecnología para el desarrollo y reorientar las instituciones e iniciativas internacionales.

Formar alianzas para la cooperación regional

Las alianzas regionales pueden facilitar el acceso a las tecnologías y el desarrollo y adaptación locales. Los mercados grandes, sistemáticos y accesibles estimulan mejor las inversiones tecnológicas al facilitar que se cu-

bran los costos de las investigaciones y de la infraestructura. Los países pequeños pueden vencer las barreras del tamaño creando alianzas regionales basadas en intereses y necesidades comunes y uniendo su experiencia y recursos para realizar conjuntamente las investigaciones, las compras y construir la infraestructura. Existen ya ejemplos, como la alianza a través de la Organización de Estados del Caribe Oriental, para reunir sus adquisiciones de productos farmacéuticos y así poder reducir hasta en un 36% los precios que obtendría cada uno por separado. También en el sector de las tecnologías de la información y las comunicaciones los países de la Asociación de Naciones del Asia Sudoriental han creado una alianza para crear conjuntamente un plan regional para competir en el mercado mundial, crear infraestructuras y desarrollar políticas públicas.

Apoyar iniciativas mundiales

Es necesario establecer iniciativas mundiales que puedan ayudar a cubrir mercados ausentes, proteger los recursos comunes, promover normas uniformes y proporcionar información.

Hay mercados con una importante demanda latente y de gran importancia para el desarrollo humano, pero que no se están cubriendo de forma adecuada, como ocurre con el acceso a sistemas de energía fotovoltaicos para zonas alejadas de las redes eléctricas. En ese sentido, se ha creado recientemente la Corporación de Desarrollo de la Energía Solar que busca solventar los problemas de ese mercado, como son la falta de financiación, capital de operación y asesoramiento empresarial a los comerciantes de sistemas fotovoltaicos en países en desarrollo.

Hay recursos comunes a proteger que son de gran valor en la innovación tecnológica para el desarrollo humano, como es la diversidad biológica y los programas de ordenador de fuente abierta. En 1996, 150 países crearon el Plan de Acción Mundial sobre los Recursos Fitogenéticos para el desarrollo de un sistema mundial racional de bancos genéticos que eliminase la duplicación innecesaria en bancos nacionales y coordinase mejor las colecciones del mundo.

Los programas de ordenador de código abierto son aquellos que deben distribuirse junto con sus fuentes, es decir, con la programación que los hace funcionar. Este tipo de programas son una opción excelente para el aprendizaje en el desarrollo de software, son muy adecuados para la realización de adaptaciones locales y facilitan la creación de industrias de software en pequeños países. El PNUD propone la puesta en marcha de medidas que apunten a proteger y fomentar este tipo de programas: difundir sus beneficios en los países pobres, financiar el desarrollo de aplicaciones de este tipo para los países en desarrollo, elevar su comprensión entre los responsables políticos y fomentar su adopción por las administraciones públicas (como está ocurriendo en Brasil, China y México).

Debe fomentarse la creación y respeto de las normas y estándares comunes, ya que son esenciales para las innovaciones difundidas y la producción de tecnologías a escala mundial. Sin ellas, la incertidumbre y la falta de fiabilidad fragmentan el mercado y reducen la demanda. La información precisa y oportuna sobre las oportunidades del mercado es esencial para dar a los encargados de formular las políticas en los países en desarrollo opciones para adquirir, adaptar y utilizar las

tecnologías. El PNUD propone tres grandes ámbitos de información a proveer: sobre suministros de medicamentos (proveedores, precios, y situación de las patentes), sobre propiedad intelectual y sobre los costos de conexión a Internet (costos comparados de las tarifas internacionales, los proveedores de acceso a Internet y las llamadas locales).

Reorientar las instituciones e iniciativas internacionales

El apoyo institucional no debe ir dirigido sólo a fomentar la creación de alianzas y a apoyar las iniciativas mundiales a favor de la innovación de tecnología para el desarrollo humano, sino que también deben darse cambios institucionales en la gestión pública.

- En primer lugar, reconociendo que la gestión pública de la tecnología comienza en cada país, de forma que las medidas a escala mundial puedan ser eficaces en lo local. Los países en desarrollo deben reconocer que la salud pública, los alimentos y la nutrición, la energía, las comunicaciones y el medio ambiente son cuestiones de política pública que merecen gran atención en la política tecnológica.
- En segundo lugar, se debe reforzar el compromiso por la tecnología para el desarrollo. A pesar del reconocimiento unánime sobre la importancia del conocimiento para el desarrollo, las principales organizaciones de desarrollo no han hecho efectivo ese planteamiento.
- En tercer lugar, es necesario una mayor coordinación entre los donantes en actuaciones en materia de asistencia tecnológica.
- En cuarto lugar, los donantes deben fortalecer la capacidad de análisis político de las autoridades de los países

en desarrollo, de forma que puedan establecer mejores planes nacionales de tecnología para el desarrollo.

- En quinto y último lugar, es necesario fijar unas reglas de juego y participación más justas y equilibradas a favor de los países en desarrollo dentro de las instituciones que rigen las cuestiones tecnológicas en el ámbito mundial.

3.3.5. Contribución de la ciencia y la tecnología a los objetivos de desarrollo del milenio

Durante los pasados diez años, el esfuerzo invertido por el PNUD al frente de las organizaciones de Naciones Unidas en el ámbito de Desarrollo, se ha enfocado a los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) para 2015.

Con posterioridad al informe del PNUD de 2001, el grupo de trabajo de Ciencia, Tecnología e Innovación del “Millennium Project” de NN.UU. postuló como una de las diez líneas estratégicas para la consecución de los ODM la “Innovación: Aplicación del Conocimiento al Desarrollo” (UN Millennium Project, 2005). Esta contribución de la ciencia y la tecnología al desarrollo había de darse principalmente en los siguientes campos:

- Bienestar humano. Tecnologías e innovación para la reducción de la pobreza y el desarrollo económico, prevención de la malnutrición y desarrollo agrícola, innovación para la educación universal, reducción de las brechas y la desigualdad, entre otros.
- Energía. Incremento del acceso a formas modernas de energía, como vector necesario para el Desarrollo, atendiendo a la necesaria sostenibilidad ecológica, social y económica.
- Salud. Lucha contra las principales pandemias como el SIDA, la tuberculosis y la malaria.

- Agua y Saneamiento. Acceso a agua corriente, uso sostenible en la agricultura, innovación en los sistemas de saneamiento.
- Estabilidad política y seguridad global. Impulsar a través de la innovación círculos virtuosos de crecimiento económico, empoderamiento social, democratización, cohesión social y estabilidad.

Para procurar este impacto, los esfuerzos deben enfocarse en:

- Uso de tecnologías emergentes (tecnologías de la información, biotecnología, nanotecnología, nuevos materiales...) e innovación en tecnologías maduras, para su aplicación a la consecución de los ODM.
- Articulación de infraestructuras adecuadas para la innovación, el aprendizaje y la sostenibilidad. Movilizando a la profesión de la ingeniería y la formación de jóvenes profesionales, actores esenciales para la transformación económica y social.
- Inversión en educación en ciencia y tecnología. Creación de capacidades propias en los países en desarrollo en los campos estratégicos. Potenciar la contribución de universidades y centros de investigación.
- Innovación para la promoción de actividades tecnológicas productivas para el desarrollo, en especial para la creación y el crecimiento de micro, pequeñas y medianas empresas y para la participación en el comercio regional e internacional.
- Desarrollo de mecanismos de gobernanza globales para la gestión de la tecnología y del riesgo tecnológico. Establecimiento de Alianzas tecnológicas para el desarrollo. Potenciación del rol de las diásporas en la transferencia de tecnología.

INICIATIVAS REPRESENTATIVAS DE TECNOLOGÍAS PARA EL DESARROLLO

Millennium Project: Prospectiva e investigación global

www.millennium-project.org

El Millennium Project es un grupo de investigación internacional distribuido por 40 países creado en 1992 por iniciativa de la Agencia de Protección del Medioambiente de los EEUU, el PNUD y la UNESCO, con el apoyo de varias instituciones filantrópicas estadounidenses. El nodo español reside en San Sebastián y tiene el apoyo de la Diputación Foral de Guipúzcoa. Millennium Project publica continuamente estudios de tendencias y prospectivas sobre economía, medioambiente y desarrollo.

UN Millennium Project: Aplicando el conocimiento al desarrollo

www.unmillenniumproject.org

Es un grupo consultivo comisionado por el Secretario General de las Naciones Unidas para analizar y proponer estrategias para lograr los Objetivos de Desarrollo del Milenio. En él participan más de 250 expertos de todo el mundo y representantes de agencias internacionales, instituciones y administraciones públicas, el sector empresarial y la sociedad civil. Realiza investigaciones y análisis en diez áreas temáticas, dedicando una de ellas a “Ciencia, Tecnología e Innovación” para el desarrollo.

ECOSOC: Ciencia y Tecnología para el desarrollo

stdev.unctad.org

Dentro del sistema de Naciones Unidas, el Consejo Económico y Social (ECOSOC) tiene la misión de coordinar, debatir y proponer sobre materias sociales y económicas. El ECOSOC creó en 1992 la Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. La Comisión se ha centrado en resaltar la importancia del acceso a servicios tecnológicos básicos (como la electricidad) para alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio. Es particularmente activa en el campo de las TIC, apoyando el esfuerzo de NNUU en las Cumbres Mundiales de la Sociedad de la Información.

Practical Action (antes Intermediate Technology Development Group ITDG)

practicalaction.org

Se fundó en Gran Bretaña en 1966 por iniciativa de E. F. Schumacher. Autor de “Lo pequeño es hermoso: La Economía como si la gente importara” (1973), llamó la atención sobre la ineficacia de la cooperación al desarrollo basada en la transferencia masiva de la tecnología empleada en los países desarrollados. Propuso el concepto de Tecnología Intermedia y lo llevó a la práctica en América Latina, África Subsahariana y el Sur de Asia. Practical Action trabaja actualmente en cuatro grandes campos: acceso a los servicios básicos (agua, energía, alimentos...), actividades productivas, prevención de desastres naturales y conflictos, y nuevas tecnologías.

GRET: Groupe de Recherches et d'Echanges Technologiques

www.gret.org

Es una ONG de vocación técnica, creada en Francia en 1976, que se propone vincular a profesionales de distintas especialidades y servir de enlace entre las agencias de cooperación y las comunidades del mundo en desarrollo. Trabaja principalmente en África, América Latina e Indochina, además de en algunos países de Europa.

IIED: International Institute for Environment and Development**www.iied.org**

Se fundó en Londres en 1971. Es un centro de investigación y propuestas pionero en el desarrollo sostenible y su vinculación con la cooperación al desarrollo. Asesora a organismos nacionales e internacionales como el Banco Mundial y las agencias de cooperación del Reino Unido, Suecia y Dinamarca. Varios de sus miembros influyeron en su momento en la promoción de la contabilidad medioambiental y de las ecotasas.

GVEP: Global Village Energy Partnership**www.gvepinternational.org**

Nació en el año 2000 como una iniciativa conjunta de varias de las instituciones que promovían las Village Power Conferences durante los años 90, como la Cooperación Holandesa, el Banco Mundial, el PNUD, Practical Action y varias empresas privadas. El GVEP cree que los gobiernos deben crear las condiciones y los marcos regulatorios apropiados, pero que las empresas tienen un rol crítico en la provisión de electricidad a las comunidades pobres. Promueve la creación de empresas pequeñas, medianas y grandes en el sector energético y aspira a ser un punto de encuentro de las mismas. Trabaja principalmente en África y América Latina.

EWB Canada: Engineers Without Borders Canada**www.gvepinternational.org**

Engineers Without Borders Canada fue fundada en el año 2000 por dos ingenieros recién graduados de la Universidad de Waterloo de Ontario. En 2009 matizó su misión original de promover el desarrollo humano mediante el acceso a la tecnología para definirla en términos de resultados: aumentar las capacidades del mundo rural africano, influir en las políticas de Canadá hacia África, involucrar a los canadienses a favor de África y ayudar a que los ingenieros sirvan a la sociedad global. Tiene unos 30 capítulos universitarios, 7 capítulos profesionales y más de 40.000 socios.

BIBLIOGRAFÍA

- GONZÁLEZ; GARCÍA, M., J.A. LÓPEZ; CEREZO Y J.L. LUJÁN, (1996): *Ciencia, Tecnología y Sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*, Tecnos, Madrid.
- OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo), (2002): “Frascati Manual 2002: Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development”, OCDE, París, disponible en <http://www1.oecd.org/publications/e-book/9202081E.PDF>
- SALAS, JULIÁN, (2002): “Difusión y transferencia de tecnología en el sector del hábitat popular latinoamericano”, Tecnología y Construcción 18-II, IDEC/FAU/UCV (Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela), Caracas.
- UN MILLENNIUM PROJECT (Grupo de Ciencia, Tecnología e Innovación), (2005): *Innovation: Applying Knowledge in Development - Achieving the Millenium Development Goals*, Ediciones Earth Scan, Londres, disponible en http://www.unmillenniumproject.org/reports/tf_science.htm.
- VISSCHER, JAN TEUN; QUIROGA, EDGAR; GARCÍA, MARIELA Y GALVIS, GERARDO, (1997): “De transferir hacia compartir tecnología”, en Transferencia de tecnología en el sector de agua y saneamiento, una experiencia de aprendizaje de Colombia, IRC y CINARA.

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO (PNUD), (2001): *Informe sobre desarrollo humano 2001*, Ediciones Mundi-Prensa, 2001, Madrid, España, disponible en <http://hdr.undp.org/reports/global/2001/en/>.

FUNDACIÓN INGENIEROS DE ICAI PARA EL DESARROLLO, (2010): “Un enfoque tecnológico para el desarrollo humano”, Universidad Pontificia Comillas, Madrid. Disponible en https://www.icaei.es/contenidos/contenido_fichero.php?contenido=2274

NOTAS

¹ Basada en la fragilidad del conocimiento inductivo (limitación de la evidencia empírica), fallos en las redes de creencias (v.g. la negación de la hipótesis del “éter” por los experimentos de Michelson y Morley hizo caer en cascada toda una construcción de hipótesis basadas en la existencia del éter), la carga subjetiva de la observación, la infradeterminación (existencia de múltiples teorías contrapuestas, pero compatibles con los datos en sí).

