

Novática, revista fundada en 1975, es el órgano oficial de expresión y formación continua de ATI (Asociación de Técnicos de Informática). **Novática** edita también **Upgrade**, revista digital de CEPIS (Council of European Professional Informatics Societies), en lengua inglesa.

<<http://www.ati.es/novatica/>>
<<http://www.upgrade-cepis.org/>>

ATI es miembro de CEPIS (Council of European Professional Informatics Societies) y tiene un acuerdo de colaboración con ACM (Association for Computing Machinery). Tiene asimismo acuerdos de vinculación o colaboración con AdaSpain, AI² y ASTIC

CONSEJO EDITORIAL

Antoni Carbonell Noguera, Francisco López Crespo, Julián Marcelo Cocho, Celestino Martín Alonso, Josep Molas i Bertrán, Roberto Moya Quiles, César Pérez Chirinos, Mario Piattini Velthuis, Fernando Píera Gómez (Presidente del Consejo), Miquel Sarries Griño, Carmen Ugarte García, Asunción Yturbe Herranz

Coordinación Editorial
Rafael Fernández Calvo <rfoalvo@ati.es>

Composición y autoedición
Jorge Llácer

Traducciones: Grupo de Lengua e Informática de ATI
Coordinadas por José A. Accino (Univ. de Málaga) <jalfonso@ieev.uma.es>

Administración
Tomás Brunete, María José Fernández, Joaquín Navajas, Felicidad López

SECCIONES TÉCNICAS: COORDINADORES

Arquitecturas
Jordi Tubella (DAC-UPC) <sjordit@ac.upc.es>

Bases de Datos
Coral Calero Muñoz, Mario G. Piattini Velthuis (Escuela Superior de Informática, UCLM)

<Coral.Calero@uclm.es>, <mpiattini@inf-cr.uclm.es>

Calidad del Software
Juan Carlos Granja (Universidad de Granada) <sjgranja@goliat.ugr.es>

Derecho y Tecnologías
Isabel Hernando Collazos (Fac. Derecho de Donostia, UPV)

<isernando@legaltek.net>

Enseñanza Universitaria de la Informática
Joaquín Ezpeleta (CPS-UZAR) <ezpeleta@posta.unizar.es>

Cristóbal Pareja Flores (DSIP-UCM) <cpareja@dsip.ucm.es>

Informática Gráfica
Roberto Vivó (Eurographics, sección española) <rvivo@dsic.upv.es>

Ingeniería del Software
Luis Fernández (PRIS-E.L.UEM) <lufern@dsic.upv.es>

Inteligencia Artificial
Federico Barber, Vicente Botti (DSIC-UPV)

<fvbotti.fbarber@dsic.upv.es>

Interacción Persona-Computador
Julio Abascal González (FI-UPV) <julio@si.ehu.es>

Internet
Alonso Álvarez García (TID) <alonso@ati.es>

Llorenç Pagès Casas (Indra) <pages@ati.es>

Lengua e Informática
M. del Carmen Ugarte (IBM) <cugarte@ati.es>

Lenguajes Informáticos
Andrés Marín López (Univ. Carlos III) <amarin@it.uc3m.es>

J. Ángel Velázquez (ESCET-URJC) <a.velazquez@escet.urjc.es>

Libertades e Informática
Alfonso Escolano (FIR-Univ. de La Laguna) <aescolan@ull.es>

Lingüística computacional
Xavier Gómez Guinovart (Univ. de Vigo) <xggo@vigo.es>

Manuel Palomar (Univ. de Alicante) <mpalomar@dlsi.ua.es>

Mundo estudiantil
Adolfo Vázquez Rodríguez (Rama de Estudiantes del IEEE - UCM)

<a.vazquez@iee.org>

Profesión informática
Rafael Fernández Calvo (ATI) <rfoalvo@ati.es>

Miquel Sarries Griño (Ayto. de Barcelona) <msarries@ati.es>

Seguridad
Javier Areitio (Redes y Sistemas, Bilbao) <jareitio@orion.deusto.es>

Sistemas de Tiempo Real
Alejandro Alonso, Juan Antonio de la Puente (DIT-UPM) <aaalonso@puente@dit.upm.es>

Software Libre
Jesús M. González Barahona, Pedro de las Heras Quiros (GSYC, URJC) <jgh.gheras@gsyc.es>

Tecnología de Objetos
Esperanza Marcos (URJC) <e.marcos@escet.urjc.es>

Gustavo Rossi (LIFIA-UNLP, Argentina) <gustavo@sol.info.unpl.edu.ar>

Tecnologías para la Educación
Benita Compostela (F. CC. PP. - UCM) <benita@didial.umet.es>

Josep Sales Rufi (ESPIRAL) <jsales@pie.xtec.es>

Tecnologías y Empresa
Pablo Hernández Medrano <plmedrano@terra.es>

TIC para la Sanidad
Valentín Masero Vargas (DI-UNEX) <vmasero@umex.es>

Las opiniones expresadas por los autores son responsabilidad exclusiva de los mismos. Novática permite la reproducción de todos los artículos, salvo los marcados con © o copyright, debiéndose en todo caso citar su procedencia y enviar a Novática un ejemplar de la publicación.

Coordinación Editorial y Redacción Central (ATI Madrid)
Padilla 66, 3º, dcha., 28006 Madrid
TIF.914029391; fax.913093685 <novatica@ati.es>

Composición, Edición y Redacción ATI Valencia
Palomino 14, 2º, 46003 Valencia
TIF/fax.963918531 <secreval@ati.es>

Administración y Redacción ATI Cataluña
Via Laietana 41, 1º, 1º, 08003 Barcelona
TIF.934125235; fax.934127113 <secregen@ati.es>

Redacción ATI Andalucía
Isaac Newton, s/n, Ed. Sadiel, Isla Cartuja 41092 Sevilla
TIF/fax.954460779 <secreand@ati.es>

Redacción ATI Aragón
Lagasca 9, 3-B, 50006 Zaragoza
TIF/fax.976235181 <secreara@ati.es>

Redacción ATI Asturias-Cantabria <gp-astucant@ati.es>

Redacción ATI Castilla-La Mancha <gp-clmancha@ati.es>

Redacción ATI Galicia
Recinto Ferial s/n, 36540 Silleda (Pontevedra)
TIF.986581413; fax.986580162 <secregal@ati.es>

Suscripción y Ventas: <<http://www.ati.es/novatica/interes.html>>, o en ATI Cataluña y ATI Madrid

Publicidad: Padilla 66, 3º, dcha., 28006 Madrid
TIF.914029391; fax.913093685 <novatica.publicidad@ati.es>

Imprenta: 9 Impresión S.A., Juan de Austria 66, 08005 Barcelona.
Depósito Legal: B 15.154-1975
ISBN: 0211-2124; CODEN NOVATEC

Portada: Antonio Crespo Foix / © ATI 2002

SUMARIO

En resumen: e-Comercio para cerrar el año **3**
Rafael Fernández Calvo

Monografía: «Seguridad en e-Comercio»
(En colaboración con **Upgrade**)

Editores invitados: *Javier Areitio Bertolin, Javier López Muñoz, José A. Mañas Argemí, Stephanie Teufel*

Presentación. Comercio Electrónico: seguridad y confianza **4**
Javier Areitio Bertolin, Javier López Muñoz, José A. Mañas Argemí, Stephanie Teufel

PISCIS: Comercio Electrónico basado en una infraestructura de certificación avanzada y tarjetas inteligentes **6**

Félix J. García Clemente, Antonio F. Gómez Skarmeta, Gabriel López Millán, Rafael Marín López, Antonio Ruiz Martínez

Esquema de seguridad de un sistema interoperable de cobro electrónico de peajes: el proyecto CARDME **12**

Francisco R. Soriano García, Juan G. Jordán Aldasoro

Un método de control de acceso para agentes móviles en aplicaciones Mar-de-Datos **18**

Guillermo Navarro Arribas, Sergi Robles Martínez, Joan Borrell Viader

Privacidad, personalización y gestión de seguridad **23**

Andreas Erat

Los motores de búsqueda y su influencia en la seguridad del Comercio Electrónico **28**

José María Sierra Cámara, Julio César Hernández Castro, Arturo Ribagorda Garnacho

CREDO: sistema seguro de Certificación REMota de Documentos **31**

Francisco J. Rico Novella, Jordi Forga Alberich, Emilio Sanvicente Gargallo, Jorge Mata Díaz, Juan José Alins Delgado, Luis de la Cruz Llopis

Esquemas de fingerprinting para la protección de derechos de distribución **36**

Marcel Fernández Muñoz, Miquel Soriano Ibañez, Josep Domingo-Ferrer, Francesc Sebé Feixas

/ DOCS /
El adelanto tecnológico al servicio del desarrollo humano **41**
Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)

Secciones Técnicas

Bases de Datos
TEXRET: un sistema interactivo de Recuperación de Texturas (TEXTure RETrieval) **48**

Javier Ruiz-del-Solar, Pablo Navarrete, Patricio Parada

Mundo Estudiantil
El asociacionismo estudiantil hoy **56**

Adolfo Vázquez Rodríguez

Sistemas de Tiempo Real
Método de evaluación arquitectónica para Sistemas de Tiempo Real **58**

José L. Arciniegas, Juan C. Dueñas

TIC para la Sanidad
Un nuevo reto en la integración hospitalaria: el Sistema Integral Hospitalario (AMH) **63**

M. Dolores Muñoz

Referencias autorizadas **66**

Sociedad de la Información
Programar es crear **70**

Almejas gigantes e interfaces de usuario

25º Concurso Internacional de Programación ACM (2001): problema E

Gestión de una partición fija de memoria: solución **72**

José Alberto Verdejo López

Asuntos Interiores
Coordinación editorial / Programación de Novática **76**

Normas de publicación para autores / Socios Institucionales **77**

Monografía del próximo número:
«Interacción Persona-Computador»

El adelanto tecnológico al servicio del desarrollo humano

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)

Nota del editor: en esta sección se recoge el prefacio completo y un amplio extracto del «Panorama general» (o introducción) del «*Informe sobre el Desarrollo Humano 2001*», publicado por el **Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo** (PNUD). El citado informe, que lleva como subtítulo «*Poner el adelanto tecnológico al servicio del desarrollo humano*», es una fuente de enorme valor e importancia para conocer la situación actual de 162 países representados en la **Organización de Naciones Unidas** (ONU) en lo que se refiere al uso de las llamadas «nuevas tecnologías», en especial las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y la Biotecnología, con sus ventajas y sus amenazas, para superar las causas y los efectos del subdesarrollo social y económico.

Este informe compara la situación de dichos países en función del **Índice de Desarrollo Humano** (IDH), que es una medida sinóptica del desarrollo humano. Mide los adelantos medios de un país en tres aspectos básicos de dicho desarrollo:

- Una vida larga y saludable, medida por la esperanza de vida al nacer.
- Conocimientos, medidos por la tasa de alfabetización de adultos (con una ponderación de dos tercios) y la combinación de las tasas brutas de matriculación primaria, secundaria y terciaria (con una ponderación de un tercio).
- Un nivel de vida decoroso, medido por el PIB per cápita (PPA, dólares EE.UU.).

Por cierto, España está en el número 21 de la clasificación según dicho índice, clasificación encabezada por Noruega.

La versión en español del mismo, íntegra o capítulo por capítulo, está accesible en <<http://www.undp.org/hdr2001/spanish/>> en formato PDF.

Prefacio de Mark Malloch Brown (Administrador del PNUD)

El desarrollo y la tecnología suelen tener una relación inestable: en los círculos del desarrollo se sospecha con frecuencia que los impulsores de la tecnología promueven arreglos costosos e inapropiados sin tomar en cuenta la realidad del desarrollo. En verdad, la creencia en que una pócima tecnológica pueda “resolver” el analfabetismo, la mala salud o el fracaso económico, refleja escaso entendimiento de la realidad de la pobreza.

Pero si la comunidad del desarrollo desconoce la explosión de innovaciones tecnológicas en alimentos, medicamentos e información, corre el riesgo de marginarse y de negar a los países en desarrollo oportunidades que, si se controlan de manera efectiva, pueden transformar la vida de los pobres y ofrecer oportunidades novedosas de desarrollo a los países pobres.

Con frecuencia los que menos tienen, tienen menos qué temer del futuro y, desde luego, sus gobiernos están menos impedidos por intereses particulares empeñados en la tecnología del pasado. Esos países están más dispuestos a adoptar innovaciones: por ejemplo, el cambio de sistemas telefónicos tradicionales que dependían de cables fijos a sistemas celulares o incluso de voz, imagen y datos basados en la Internet o el uso de cultivos nuevos, sin un sistema agrícola afincado y subsidiado que lo haga retroceder.

De esta manera con la Internet, el adelanto de la biotecnología agrícola y las nuevas generaciones de productos farma-céuticos que llegan al mercado ha llegado el momento de formar una nueva alianza entre la tecnología y el desarrollo. El *Informe sobre Desarrollo Humano, 2001* tiene por objeto servir como manifiesto de esa alianza. Pero también tiene por objeto servir a la política pública a precaver que la tecnología no se apropie del desarrollo,

sino que en su lugar los posibles beneficios de la tecnología estén arraigados en una estrategia de desarrollo en beneficio de los pobres. Y eso significa a su vez que, como el Informe sobre Desarrollo Humano lo ha sostenido durante 11 ediciones, la tecnología se utilice para potenciar a la gente, permitiéndole el control de la tecnología para ampliar las opciones de su vida cotidiana.

En la India, por ejemplo, hay dos aspectos del desarrollo encaminado a controlar la tecnología de la información. Uno es el comienzo de la conectividad de Internet en aldeas rurales aisladas, permitiendo tener acceso a compartir información esencial sobre meteorología, salud y cultivos. Pero el segundo es la formación de agrupaciones económicas regionales basadas en la tecnología de la información a medida que la demanda de personal especializado de empresas nuevas y exitosas impulsa la apertura de nuevas universidades y la rápida expansión de un extenso sector secundario de servicios. En otras palabras, la tecnología misma ha pasado a ser una fuente de crecimiento económico.

Si bien es innegable que muchas de las maravillas de la alta tecnología que asombran al Norte rico son inapropiadas para el Sur pobre, no es menos cierto que la investigación del desarrollo acerca de los problemas concretos de los pobres —desde la lucha contra las enfermedades hasta la educación a distancia— han demostrado una y otra vez la forma en que la tecnología puede ser no sólo una recompensa del desarrollo exitoso, sino además un instrumento fundamental para lograrlo.

Eso es hoy más efectivo que nunca. Vivimos en una época de nuevos descubrimientos, con el mapa del genoma humano, con enormes cambios estructurales en la forma en que se practican las ciencias y con oportunidades sin precedentes de formación de redes y distribución de conocimientos provocados por la reducción de los costos de las comunicaciones.

Pero es también una época de controversia pública en aumento acerca de cuestiones que van desde los riesgos posibles de los cultivos transgénicos hasta el acceso a medicamentos vitales para todos los que lo necesitan.

Nuestro reto ahora consiste en trazar una ruta por este terreno rápidamente cambiante. No solamente dejar atrás el debate acerca de si el adelanto tecnológico ayuda al desarrollo, sino si ayuda a determinar la política y las instituciones mundiales y nacionales que mejor puedan asegurar los beneficios del adelanto tecnológico a la vez que salvaguarden escrupulosamente de los nuevos riesgos que inevitablemente las acompañan.

Como se pormenoriza en el Informe, existen centros de excelencia emergentes en todo el mundo en desarrollo que son una muestra clara de la potencialidad del control de la ciencia y la tecnología más modernas para hacer frente a los antiguos problemas de la pobreza humana. Muchos países están haciendo enormes adelantos en formar las capacidades para innovar, adaptar y regular la tecnología en pro de la satisfacción de sus necesidades. Están negociando en defensa de sus intereses en acuerdos internacionales, formulando políticas de ciencia y tecnología amplias que reflejen las necesidades locales y aprovechando las nuevas oportunidades de la era de las redes para ayudar a crear una masa crítica de actividad empresarial que pueda generar su propio impulso.

Pero el *Informe* señala también que muchos países están quedando rezagados. Y con recursos limitados los gobiernos

tienen que ser cada vez más selectivos y estar orientados por una estrategia si han de tener esperanza alguna de superar el retraso tecnológico y de participar plenamente en el mundo moderno. Lo que es peor, no hay una solución única. El progreso tecnológico no tiene la simpleza de las donaciones de ropa usada que se puedan transferir en forma apropiada y a un costo apropiado a los usuarios de los países en desarrollo. Más bien debe ser también un proceso de creación de conocimientos y formación de la capacidad de los países en desarrollo. Las necesidades, las prioridades y las limitaciones varían inevitablemente en gran medida de una región a otra y de un país a otro, lo cual demuestra la importancia de que cada país formule su propia estrategia.

No obstante, una base fundamental del éxito incluye, como mínimo, cierta combinación de sistemas de comunicaciones sin trabas, apoyo sostenido a la investigación y el desarrollo, tanto del sector privado como del sector público, establecer políticas de educación e inversiones que puedan ayudar a nutrir una base de calificación suficientemente fuerte para satisfacer las necesidades locales y crear suficiente capacidad regulatoria para sostener y gestionar todas esas actividades. Y es necesario apoyar esas iniciativas internas con iniciativas en instituciones precavidas a escala mundial que ayuden a suministrar recursos y prestar apoyo a la capacidad de los países en desarrollo y a prestar más atención a las zonas descuidadas, desde el tratamiento de las enfermedades tropicales hasta la ayuda a los países en desarrollo para que participen mejor en los regímenes mundiales de propiedad intelectual y se beneficien de ellos.

En suma, el reto que el mundo enfrenta en la actualidad consiste en equiparar el ritmo de la innovación tecnológica con auténtica innovación normativa tanto a escala nacional como mundial. Y si podemos hacerlo con éxito, podremos mejorar notablemente las posibilidades de que los países en desarrollo cumplan los objetivos clave del desarrollo enunciados en la histórica Declaración del Milenio, formulada por las Naciones Unidas el año pasado. Creo que este Informe ayuda a orientarnos decididamente en la dirección correcta.

Panorama general

Este informe, como todos los anteriores *Informes sobre el Desarrollo Humano*, trata de los seres humanos. Se refiere a la manera en que las personas pueden crear y utilizar la tecnología para mejorar sus vidas. También trata de formular nuevas políticas públicas que orienten hacia el desarrollo humano las revoluciones en materia de tecnología de la información y de las comunicaciones y tecnología biológica.

En todo el mundo, las personas tienen grandes esperanzas de que esas nuevas tecnologías redunden en vidas más saludables, mayores libertades sociales, mayores conocimientos y vidas más productivas. Hay una gran precipitación para incorporarse a la era de las redes: resultados combinados de la revolución tecnológica y la mundialización, que están integrando los mercados y vinculando a las personas a través de fronteras tradicionales de todo tipo.

Al mismo tiempo, hay un gran temor a lo desconocido. El cambio tecnológico, al igual que los cambios de cualquier tipo, acarrea riesgos, como fue demostrado por el desastre industrial en Bhopal (India), el desastre nuclear en Chernobyl (Ucrania), los defectos congénitos causados por la Talidomida y el agotamiento de la capa de ozono causado por los clorofluorocarburos.

Y cuanto más novedoso y fundamental sea el cambio, menos se conoce acerca de sus posibles consecuencias y costos ocultos. En consecuencia, se desconfía en general de los científicos, las empresas privadas y los gobiernos; en verdad,

de todos los círculos dominantes en materia de tecnología.

Este informe considera en especial de qué manera las nuevas tecnologías afectarán a los países en desarrollo y a los pobres. Muchas personas temen que esas tecnologías puedan ser de poca utilidad para el mundo en desarrollo; o que, en realidad, agraven las ya brutales desigualdades entre los países del Norte y los del Sur, los ricos y los pobres. Si no se formulan políticas públicas innovadoras, esas tecnologías podrían pasar a ser fuentes de exclusión y no instrumentos de progreso. Las necesidades de los pobres podrían seguir postergadas y nuevos riesgos podrían pasar a ser ingobernables. Pero si el proceso es bien conducido, los beneficios podrían ser superiores a los riesgos.

En la Cumbre del Milenio, de las Naciones Unidas, los líderes mundiales convinieron en un conjunto de metas cuantificables y susceptibles de supervisión, relativas al desarrollo y la erradicación de la pobreza, que habrían de conquistarse hacia 2015 (**Nota del editor:** ver el **cuadro 1.1**). Los adelantos que el mundo ha logrado en los últimos 30 años indican que esas metas son asequibles. Pero muchos países en desarrollo no las alcanzarán si no pueden acelerar el progreso. Sólo 18 países están en vías de reducir la pobreza a la mitad hacia 2015, mientras otros 137 países están demorados o muy retrasados. De manera similar, 39 países están en vías de reducir a la mitad la proporción de sus ciudadanos que padecen hambre; pero otros 72 no están igualmente encaminados. Las nuevas políticas tecnológicas pueden estimular el progreso hacia el alcance de esas metas.

1. La brecha tecnológica no necesariamente ha de coincidir con la brecha en materia de ingresos. A lo largo de la historia, la tecnología ha sido un poderoso instrumento de desarrollo humano y reducción de la pobreza

Se suele pensar que la gente tiene acceso a las innovaciones tecnológicas --medicamentos más eficaces, mejores transportes, o conexiones telefónicas o a la Internet-- una vez que tienen mayores ingresos. Esto es verdad: el crecimiento económico crea oportunidades para que se creen y difundan útiles innovaciones. Pero también es posible invertir el curso de ese proceso: las inversiones en tecnología, al igual que las inversiones en educación, pueden dotar a las personas de mejores instrumentos, de modo que sean más productivas y más prósperas. La tecnología es un instrumento y no sólo un beneficio, del crecimiento y el desarrollo.

En verdad, los adelantos sin precedentes registrados en el siglo XX en cuanto a promover el desarrollo humano y erradicar la pobreza fueron en gran medida consecuencia de grandes adelantos tecnológicos:

- A fines del decenio de 1930 comenzaron a declinar rápidamente las tasas de mortalidad en Asia, frica y América Latina, y al cabo de tres decenios, la esperanza de vida al nacer había aumentado hasta más de 60 años. En Europa, ese mismo adelanto insumió más de un siglo y medio, a contar desde principios del siglo XXI. Los rápidos adelantos registrados en el siglo XX fueron consecuencia de la tecnología médica --antibióticos y vacunas-- mientras que en el siglo XXI, el adelanto dependió de cambios sociales y económicos más lentos, como las mejoras en el saneamiento y la dieta.

- La reducción de la desnutrición en el Asia meridional, desde un 40% en el decenio de 1970 hasta un 23% en 1997 --y la eliminación del hambre crónica-- fueron posibles merced a adelantos tecnológicos logrados en el decenio de 1960 en materia de cultivo de plantas, fertilizantes y plaguicidas, que en sólo 40 años cuadruplicaron el rendimiento de las plantaciones de arroz y trigo. Este período es asombrosamente breve en comparación con los mil años que insumió en Inglaterra que se cuadruplicara el rendimiento de los campos sembrados con trigo, desde 0,5 hasta 2,0 toneladas por hectárea.

CUADRO 1.1**Privación grave en muchos aspectos de la vida****Países en desarrollo*****Salud***

- 968 millones de personas sin acceso a fuentes de agua mejoradas (1998)
- 7.400 millones de personas sin acceso a saneamiento básico (1998)
- 34 millones de personas que viven con VIH/SIDA (fines de 2000)
- 2.2 millones de personas mueren anualmente de contaminación interna del aire (1996)

Educación

- 854 millones de adultos analfabetos, 543 millones de ellos mujeres (2000)
- 325 millones de niños fuera de la escuela en los niveles primario y secundario, 183 millones de ellos niñas (2000)

Pobreza de ingreso

- 1.200 millones de personas que viven con menos de 1 dólar diario (PPA en dólares EE.UU. de 1993), 2.800 millones de personas que viven con menos de 2 dólares diarios (1998)

Niños

- 163 millones de niños menores de 5 años de edad con peso insuficiente (1998)
- 11 millones de niños menores de 5 años mueren anualmente por causas prevenibles (1998)

Países de la OCDE

- 15% de adultos que son analfabetos funcionales (1994-1998)
- 130 millones de personas en la pobreza de ingreso (con menos del 50% de la mediana del ingreso) (1999)
- 8 millones de personas desnutridas (1996-1998)
- 1,5 millones de personas que viven con VIH/SIDA (2000)

Fuente: Smeeding 2001b; ONUSIDA 2000a, 2000b; UNESCO 2000b; Banco Mundial 2000d, 2001b, 2001c, 2001f; OMS 1997, 2000b; OCDE; y Statistics Canada 2000.

Esos ejemplos indican de qué manera la tecnología puede ser causa de cambios discontinuos: una única innovación puede cambiar rápida y radicalmente el curso de toda una sociedad. (Considérese lo que podría significar para los países de África al sur del Sahara el descubrimiento de una vacuna de bajo costo o de una cura para el SIDA).

Además, los adelantos basados en la tecnología en materia de salud, nutrición, rendimiento de los cultivos y empleo no suelen ser adelantos aislados; suelen tener un efecto multiplicador -- crean círculos virtuosos, aumentan los conocimientos de la gente, su salud y su productividad, elevan sus ingresos y crean capacidad para futuras innovaciones-- e influyen sobre el desarrollo.

Las transformaciones tecnológicas actuales son más rápidas (el poder de un chip de computadora se duplica en períodos de 18 a 24 meses, sin que aumenten los costos) y más fundamentales (adelantos espectaculares en ingeniería genética) y están reduciendo los costos (el costo de un megabit de almacenamiento de información disminuyó desde 5.257 dólares en 1970 hasta 0,17 dólar en 1999). Esas transformaciones multiplican las posibilidades de lo que las personas pueden lograr mediante la tecnología en diversas cuestiones, entre ellas:

- **Participación.** La Internet, el teléfono inalámbrico y otras tecnologías de la información y las telecomunicaciones posibilitan que las personas se comuniquen y obtengan información de maneras que nunca habían sido posibles antes, y les proporcionan posibilidades espectaculares de participación en decisiones que afectan sus vidas. Desde el papel que tuvo la máquina de fax en la caída del comunismo en 1989 hasta las campañas por correo electrónico (email) que contribuyeron a derribar al Presidente Joseph Estrada de Filipinas en enero de 2001, la tecnología de la información y las comunicaciones proporciona poderosos medios nuevos para que los ciudadanos exijan de sus gobiernos rendición de cuentas por la utilización de los recursos públicos.

- **Conocimientos.** La tecnología de la información y las comunicaciones puede proporcionar acceso rápido y de bajo

costo a la información en casi todas las esferas de actividad humana. Desde el aprendizaje a distancia en Turquía hasta el telediagnóstico médico en Gambia y la información sobre los precios del mercado de cereales en la India, la Internet está quebrando barreras geográficas, aumentando la eficiencia de los mercados, creando oportunidades para la generación de ingresos y posibilitando una mayor participación local.

- **Nuevos medicamentos.** En 1989, la investigación en tecnología biológica sobre la hepatitis B condujo a obtener una portentosa vacuna. Actualmente, más de 300 productos farmacéuticos biológicos se ofrecen en el mercado o están tramitando aprobación reglamentaria, y muchos de ellos tienen posibilidades de ser igualmente importantes. Es mucho más lo que puede hacerse para desarrollar vacunas y tratamientos para el VIH/SIDA y otras enfermedades que son endémicas en algunos países en desarrollo.

- **Nuevas variedades de cultivos.** La ciencia transgénica ofrece esperanzas de desarrollar cultivos con más alto rendimiento, dotados de resistencia contra las plagas y la sequía y de superiores características nutricionales, especialmente para agricultores en zonas ecológicas que quedaron relegadas por la "revolución verde". En China, el arroz genéticamente modificado tiene rendimientos superiores en un 15% sin necesidad de incrementar otros insumos agrícolas, y para el algodón modificado (algodón Bt) el rociado con plaguicidas se reduce desde 30 veces hasta tres veces.

- **Nuevas oportunidades de empleo y exportación.** La reciente baja en los índices de Nasdaq han aquietado la hipérbole, pero a medida que el comercio electrónico va quebrando las barreras de la distancia y la información sobre los mercados, hay un potencial a largo plazo de enorme magnitud para algunos países en desarrollo. Las utilidades de la industria de tecnología de la información en la India ascendieron rápidamente, desde 150 millones de dólares en 1990 hasta 4.000 millones de dólares en 1999. Todo esto es sólo el comienzo. Es mucho más lo que puede esperarse, a medida que se agreguen tecnologías adaptadas a las necesidades de los países en desarrollo.

2. El mercado es un poderoso impulsor del progreso tecnológico; pero no es suficientemente poderoso para crear y difundir las tecnologías necesarias a fin de erradicar la pobreza

La tecnología se crea en respuesta a las presiones del mercado y no de las necesidades de los pobres, que tienen escaso poder de compra. Las actividades de investigación y desarrollo, el personal y las finanzas están concentrados en los países ricos, bajo la conducción de empresas transnacionales y a la zaga de la demanda del mercado mundial, dominado por consumidores de altos ingresos.

En 1998, los 29 países miembros de la OCDE gastaron 520.000 millones de dólares en investigación y desarrollo, importe superior al producto económico combinado de los 88 países más pobres del mundo. En los países miembros de la OCDE, que poseen un 19% de los habitantes del mundo, se otorgó en 1998 un 99% de las 347.000 nuevas patentes emitidas ese año. Y en esos países, más del 60% de las actividades de investigación y desarrollo son realizadas hoy por el sector privado, de modo que la investigación en el sector público va asumiendo un papel correlativamente menor.

En consecuencia, la investigación pasa por alto las oportunidades de desarrollar tecnologías para los pobres. Por ejemplo, en 1998 el gasto mundial en investigación sobre salud fue de 70.000 millones de dólares, pero sólo se destinaron 300 millones de dólares a las vacunas contra el VIH/SIDA y unos 100 millones de dólares a la investigación sobre el paludismo. De los 1.223 nuevos medicamentos comercializados en todo el mundo entre 1975 y 1996, sólo 13 se destinaron al tratamiento de las enfermedades tropicales; y sólo cuatro fueron el resultado directo de investigaciones efectuadas por la industria farmacéutica. La situación es muy similar en cuanto a la investigación sobre agricultura y energía.

Además, la tecnología está difundida de manera desigual. Los países miembros de la OCDE tienen el 80% de los usuarios de la Internet en todo el mundo (ver la **figura 1**). La amplitud de banda internacional en África es menor que la existente en San Pablo. La amplitud de banda para América Latina, a su vez, es a grandes rasgos equivalente a la de la ciudad de Seúl (República de Corea). Y si bien un 90% de los hogares estadounidenses pueden sufragar costos medios de conexión con la Internet de unos 30 dólares mensuales, sólo un 2% de los hogares de la India puede permitirse ese gasto.

Esas disparidades no deberían sorprender. Después de todo, la generación de energía eléctrica y su distribución mediante redes se desarrollaron por primera vez en 1831, pero aún no están a disposición de un tercio de los habitantes del mundo. Hay unos 2.000 millones de personas que siguen careciendo de acceso a medicamentos esenciales básicos de bajo costo (como la penicilina), que fueron desarrollados, en su mayoría hace varios decenios. La mitad de los niños africanos de un año no han sido inmunizados contra la difteria, la tos ferina, el tétanos, la poliomielitis y el sarampión. Y la terapia de rehidratación oral, un tratamiento que salva vidas, no se utiliza en casi un 40% de los casos de diarrea en países en desarrollo. La insuficiente financiación agrava el problema.

Las empresas de alta tecnología que recién comienzan sus actividades en los Estados Unidos han prosperado merced al capital de riesgo. Pero en muchos países en desarrollo, donde incluso los servicios financieros básicos están subdesarrollados, hay escasas posibilidades de obtener financiación de ese tipo. Además, la falta de protección de la propiedad intelectual en algunos países puede desalentar a los inversionistas privados.

El mapa mundial de los logros tecnológicos presentado en este Informe indica enormes desigualdades entre distintos países, no sólo en lo concerniente a la innovación y el acceso, sino también en lo tocante a la educación y las aptitudes necesarias para aprovechar eficazmente la tecnología. El **Índice de Adelanto**

Tecnológico (IAT) proporciona una medición para cada país de su desempeño en esas esferas (**Nota del editor:** España ocupa el puesto número 19 en la clasificación por dicho índice, que está encabezada por Finlandia; ver la **figura 2**). Pero la tecnología también está distribuida desigualmente dentro de un mismo país. La India, cuyo centro tecnológico en Bangalore es de alto nivel, figura entre los países en que el IAT es más bajo.

La razón es que Bangalore es un pequeño enclave en un país donde el adulto típico recibió educación durante sólo 5,1 años, la tasa de analfabetismo de adultos es de 44%, el consumo de electricidad es la mitad del correspondiente a China y hay sólo 29 teléfonos por cada 1.000 personas.

3. Los países en desarrollo pueden obtener beneficios muy grandes de las nuevas tecnologías, pero también enfrentan problemas sumamente graves para hacer frente a los riesgos

El actual debate en Europa y los Estados Unidos sobre los cultivos genéticamente modificados deja mayormente de lado las preocupaciones y las necesidades del mundo en desarrollo.

Los consumidores de países occidentales, que no padecen escasez de alimentos ni carencias nutricionales o que no trabajan en el campo, probablemente han de prestar más atención a que no haya riesgos en los alimentos y a la posible pérdida de diversidad biológica, mientras que en los países en desarrollo, lo más probable es que los agricultores centren su atención en rendimientos posiblemente más altos y mayor valor nutricional, así como la menor necesidad de rociar los campos con plaguicidas que pueden dañar los suelos y causar enfermedades en los cultivadores. En forma similar, las actuales actividades para que se prohíba en todo el mundo la fabricación de DDT tal vez no tomen en cuenta los beneficios de ese plaguicida en la prevención del paludismo en países tropicales. Además, si bien algunos riesgos pueden ser evaluados y manejados a escala mundial, para otros es preciso tomar en cuenta consideraciones locales. Los potenciales efectos nocivos para la salud de los teléfonos celulares o de los fetos expuestos a la Talidomida son los mismos para los habitantes de Malasia y de Marruecos. Pero la transferencia genética del maíz genéticamente modificado ocurrirá más probablemente en un ambiente donde hay muchas especies silvestres y no en uno que carece de plantas autóctonas.

Los riesgos medioambientales, en particular, suelen ser específicos para determinados ecosistemas y deben ser evaluados caso por caso. Al considerar las posibles consecuencias medioambientales de cultivos genéticamente modificados, el ejemplo de los conejos europeos en Australia lanza una voz de alarma. En el decenio de 1850, seis conejos fueron transportados a Australia; ahora hay 100 millones, que destruyen la flora y la fauna autóctonas y cuestan 370 millones de dólares anuales a las empresas locales.

Si bien las nuevas tecnologías ofrecen beneficios particulares para el mundo en desarrollo, también entrañan mayores riesgos. Los problemas relativos a la tecnología suelen ser resultado de políticas deficientes, reglamentaciones inadecuadas y falta de transparencia. (Por ejemplo, en Europa, la deficiente reglamentación condujo a que se utilizara sangre infectada con el VIH en las transfusiones durante el decenio de 1980 y, más recientemente, a que proliferara la encefalitis espongiforme bovina (enfermedad de las vacas locas).)

Desde esa perspectiva, la mayoría de los países en desarrollo están en situación desventajosa debido a que carecen de las políticas y las instituciones necesarias para hacer frente correctamente a los riesgos. Los investigadores profesionales y los técnicos capacitados son indispensables para adaptar las nuevas tecnologías al uso local. La escasez de personal capacitado --desde investigadores de laboratorio hasta

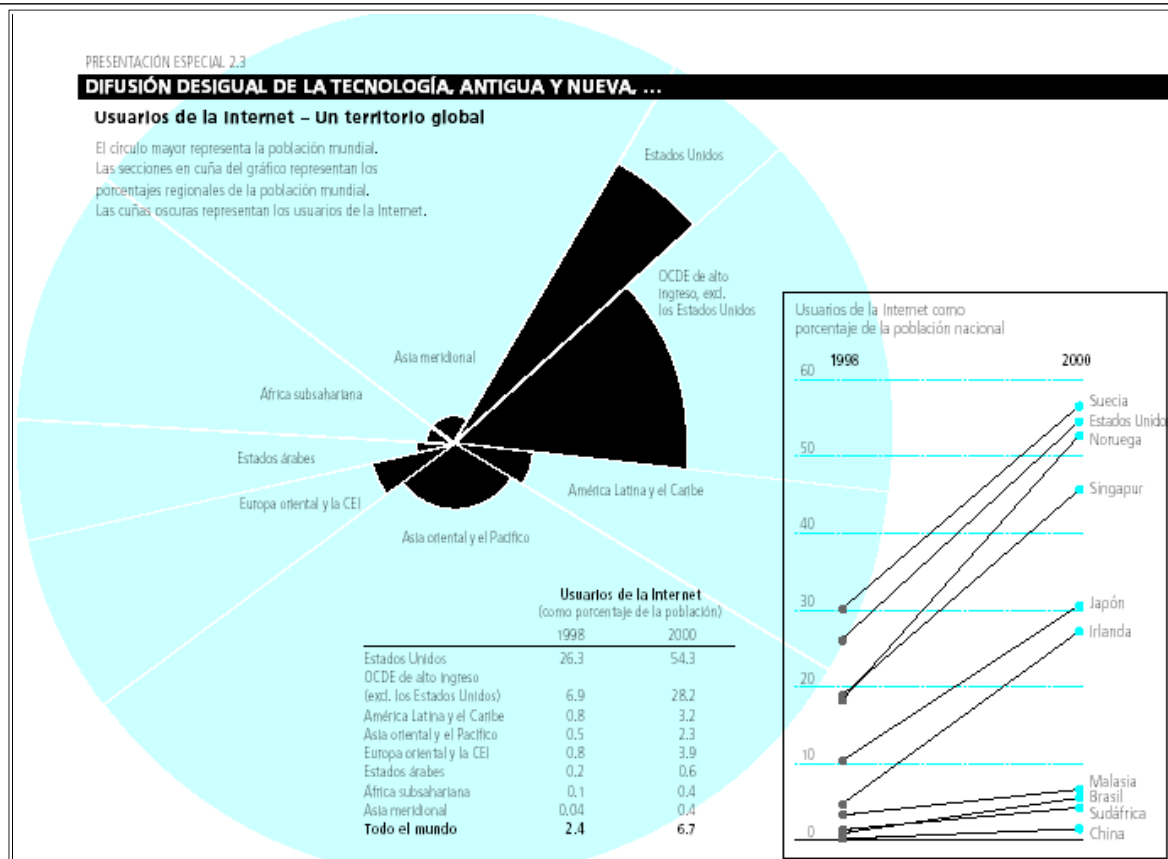


Figura 1. Difusión de Internet. Fuente: Cálculos de la Oficina del Informe sobre Desarrollo Humano basados en datos proporcionados por Nua Publish 2001 y Naciones Unidas 2001c.

funcionarios de servicios de difusión-- puede limitar gravemente la capacidad de un país para crear un eficaz sistema reglamentario. No obstante, incluso en países en desarrollo dotados de más capacidad, como la Argentina y Egipto, los sistemas de seguridad biológica casi han agotado la cantidad de expertos nacionales. El costo de establecer y mantener un marco reglamentario también puede imponer una grave exigencia financiera a los países pobres. En los Estados Unidos, tres importantes dependencias gubernamentales bien financiadas --el Departamento de Agricultura, la Administración de Medicamentos y Bromatología, y el Organismo de Protección del Medio Ambiente-- participan en la reglamentación de los organismos genéticamente modificados, pero incluso esas instituciones están exhortando a que se aumenten las partidas presupuestarias para enfrentar los nuevos problemas que plantea la tecnología biológica.

En pronunciado contraste, los organismos de reglamentación de los países en desarrollo sobreviven con escasa financiación. Se necesita contar con políticas y mecanismos más fuertes a nivel mundial y también con la activa participación de los países en desarrollo.

4. La revolución tecnológica y la mundialización están creando la era de las redes; y esto está cambiando la manera en que se crea y se difunde la tecnología

Dos vuelcos simultáneos en materia de tecnología y economía --la revolución tecnológica y la mundialización-- se están combinando para crear una nueva era de las redes. Del mismo modo que el motor a vapor y la electricidad acentuaron la energía física para posibilitar la revolución industrial, los prodigiosos adelantos en materia digital y genética están realizando el poder del cerebro.

La era industrial se estructuró en torno a organizaciones integradas verticalmente, con altos costos en materia de comunicaciones, información y transporte. Pero la era de las redes se estructura en torno a vínculos horizontales en que cada organización se centra en espacios competitivos. Esas nuevas redes atraviesan continentes y tienen puntos de convergencia, desde Silicon Valley (Estados Unidos) hasta San Pablo (Brasil), o Gauteng (Sudáfrica), o Bangalore (India). Muchos países en desarrollo ya están aprovechando esas redes, con sustanciales beneficios para el desarrollo humano. Por ejemplo, los nuevos medicamentos antipalúdicos creados en Tailandia y Vietnam se basaron tanto en investigaciones internacionales como en establecimientos locales. La investigación científica cada vez se apoya más en la colaboración entre distintas instituciones y distintos países. En el período 1995-1997, científicos estadounidenses prepararon artículos en colaboración con científicos de otros 173 países; científicos brasileños colaboraron con 114; en Kenya, con 81; en Argelia, con 59. Las empresas multinacionales, muchas de ellas con sede en América del Norte, Europa o el Japón, poseen ahora en su mayoría instalaciones de investigación en varios países y subcontratan la producción en todo el mundo. En 2000, un 52% de las exportaciones de Malasia fueron de alta tecnología; en Costa Rica, un 44%; en México, un 28%; y en Filipinas, un 26%. Varios centros en la India y en otros países ahora utilizan la Internet para proporcionar en tiempo real apoyo en forma de programas electrónicos, procesamiento de datos y servicios a clientes en todo el mundo.

Los mercados laborales internacionales y la demanda en pronunciado aumento de personal con conocimientos en la tecnología de la información y las comunicaciones llevaron a que los científicos más capacitados y otros profesionales adquirieran movilidad en todo el mundo. En consecuencia, las inversiones en educación que efectúan los países en desarrollo subsidian las economías de los países industrializados. Muchas personas con alto nivel de educación emigran al extranjero, aun cuando su país de origen tal vez haya efectuado grandes inversiones en crear una fuerza laboral educada. (Por ejemplo, se prevé que 100.000

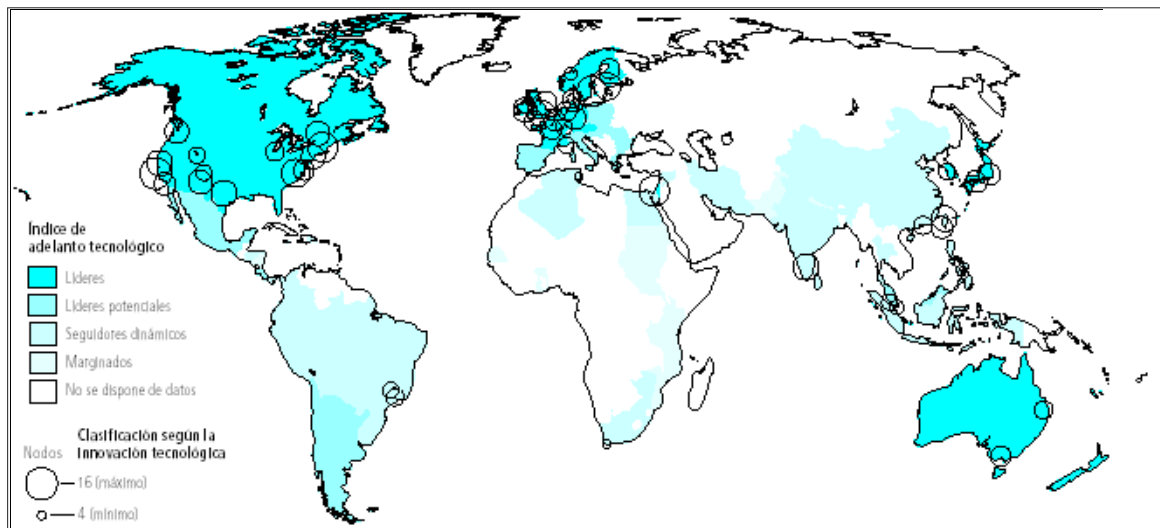


Figura 2. Geografía de la innovación y el adelanto tecnológicos según la revista Wired.

profesionales indios han de recibir visados recientemente emitidos por los Estados Unidos). Pero esta migración puede ser a la vez una captación de profesionales, así como un éxodo de profesionales: suele generar una diáspora que puede proporcionar al país de origen valiosas redes en materia de finanzas, contactos empresariales y transferencia de especialistas.

5. Incluso en la era de las redes, siguen siendo importantes las políticas nacionales. Todos los países, incluso los más pobres necesitan aplicar políticas que alienten la innovación, el acceso y el desarrollo de aptitudes avanzadas

No es necesario que todos los países estén a la vanguardia del adelanto tecnológico mundial. Pero en la era de las redes, cada país necesita contar con capacidad para comprender las tecnologías mundiales y adaptarlas a las necesidades locales. Los agricultores y las empresas necesitan dominar las nuevas tecnologías desarrolladas en otros países para mantener su competitividad en los mercados mundiales. Los médicos que tratan de proporcionar la mejor atención a sus pacientes necesitan introducir nuevos productos y procedimientos resultantes de adelantos mundiales en la medicina. En estas circunstancias, la clave del éxito de un país será liberar la creatividad de sus habitantes.

Para propiciar la creatividad es menester contar con ámbitos económicos flexibles, competitivos y dinámicos. Para la mayoría de los países en desarrollo, esto significa basarse en reformas que destaquen la apertura: a nuevas ideas, a nuevos productos y a nuevas inversiones, especialmente en telecomunicaciones. Pero los mercados abiertos y la competición no bastan. Un aspecto medular de propiciar la creatividad es la ampliación de las aptitudes humanas. El cambio tecnológico eleva espectacularmente la importancia que cada país debe asignar a las inversiones en la educación y la capacitación de sus habitantes.

En la mayoría de los países, sigue disminuyendo pronunciadamente el costo del acceso a la información. Pero las políticas de mercados cerrados, como las leyes de telecomunicaciones que favorecen a los monopolios gubernamentales, siguen aislando a algunos países respecto de las redes mundiales. En otros países, la falta de reglamentaciones adecuadas ha suscitado la aparición de monopolios privados que tienen los mismos efectos en cuanto al aislamiento. En el África meridional, el costo anual del acceso a la Internet varía entre 150 dólares en Botswana y 1.375 en Madagascar. En cambio, en Sri Lanka la competición entre proveedores de tecnología de la información y las comunicaciones

ha estimulado mayores inversiones, ampliado las conexiones y promovido mejores servicios. Chile ofrece un eficaz modelo de privatización y reglamentación simultáneas.

La educación y las aptitudes en la era de las redes son más importantes que anteriormente. Y en la era de las redes, no bastará centrarse en la educación primaria; cada vez adquieren mayor importancia las aptitudes avanzadas que se desarrollan en la enseñanza secundaria y terciaria. Al mismo tiempo, no debe dejarse de lado la enseñanza de oficios ni la capacitación en el empleo. Cuando está cambiando la tecnología, las empresas se ven obligadas a efectuar inversiones en la capacitación de sus trabajadores, para poder mantener su competitividad. En particular, las empresas más pequeñas pueden beneficiarse con políticas públicas que alienten la coordinación y las economías de escala y que subsidien parcialmente sus acciones. Estudios realizados acerca de Colombia, Indonesia, Malasia y México han mostrado que esa capacitación proporciona un considerable estímulo a la productividad de la empresa. Las fallas del mercado penetran por doquier en lo concerniente a los conocimientos y las aptitudes. Por esa razón, actualmente en todos los países tecnológicamente avanzados, los gobiernos han proporcionado financiación para sustituir la demanda del mercado con incentivos, reglamentaciones y programas públicos. Pero para la mayoría de los países en desarrollo, no se ha movilizado una financiación de ese tipo, ni de fuentes nacionales ni de fuentes internacionales.

En términos más generales, los gobiernos necesitan establecer amplias estrategias tecnológicas, en alianza con otros interesados directos clave. Los gobiernos no deberían tratar de "seleccionar ganadores", favoreciendo ciertos sectores o empresas; pero pueden determinar cuáles son las esferas en que la coordinación es beneficiosa, debido a que ningún inversionista privado actuará en forma aislada (por ejemplo, en la construcción de infraestructura). Costa Rica ha logrado aplicar una estrategia de ese tipo.

6. Las políticas nacionales no bastarán para compensar las fallas de los mercados mundiales. Se necesitan nuevas iniciativas internacionales y una aplicación equitativa de las normas mundiales, a fin de encauzar a las nuevas tecnologías hacia las necesidades más urgentes de los pobres del mundo

Ningún gobierno nacional puede por sí mismo contrarrestar las deficiencias de los mercados mundiales. No obstante, no hay un marco mundial de apoyo a la investigación y el desarrollo

que responda a las necesidades comunes a los pobres en muchos países y regiones.

¿Para qué se necesita la investigación? La lista es larga y cambia con rapidez. Algunas prioridades máximas son:

- Vacunas contra el paludismo, el VIH y la tuberculosis, así como contra otras enfermedades menos conocidas, como la encefalitis letárgica y la oncocercosis.
- Nuevas variedades de sorgo, mandioca, maíz y otros alimentos básicos en los países de África al sur del Sahara.
- Computadoras de bajo costo y conexiones inalámbricas, así como programas electrónicos prepagos en tarjetas con chip, para el comercio electrónico sin tarjetas de crédito.
- Células de combustible y fotovoltaicas de bajo costo para un suministro descentralizado de electricidad.

¿Qué puede hacerse? Los países ricos podrían apoyar acciones mundiales para crear incentivos y nuevas alianzas con fines de investigación y desarrollo, reforzadas por las nuevas y más amplias fuentes de financiación. Los grupos de la sociedad civil y los activistas, la prensa y los encargados de formular políticas podrían propiciar la comprensión pública acerca de cuestiones difíciles, como las diferencias de precios en los productos farmacéuticos y la aplicación equitativa de los derechos de propiedad intelectual. La lección que puede obtenerse del presente informe es que, a escala mundial, son las políticas, y no los actos caritativos, lo que determinará, en última instancia, si las nuevas tecnologías se han de transformar en un instrumento de desarrollo humano en todo el mundo.

.....

Políticas --no actos caritativos-- para fomentar la capacidad tecnológica de los países en desarrollo

Los acuerdos mundiales sólo pueden ser tan eficaces como los compromisos que los respaldan. La primera medida es que los gobiernos reconozcan que las políticas tecnológicas afectan numerosas cuestiones de desarrollo, inclusive la salud pública, la educación y la creación de empleos.

Hay muchos ejemplos de una exitosa filantropía empresarial internacional relativa a la tecnología.

Por ejemplo, las donaciones en especie efectuadas por compañías farmacéuticas han salvado muchas vidas y el acuerdo para que los agricultores pobres tengan acceso a arroz mejorado con vitamina A reducirá sustancialmente la desnutrición en todo el mundo. Esas iniciativas son enormemente atractivas: pueden ser propuestas en que todos salgan ganadores, pues un país adquiere acceso a nuevas tecnologías de importancia vital y una compañía obtiene una buena imagen en sus relaciones públicas y a veces, incentivos impositivos.

Pero esos tipos de iniciativas por parte de las empresas no sustituyen las respuestas estructurales de los gobiernos en materia de políticas. Los proyectos de alta visibilidad pueden obtener el apoyo de la industria, pero las investigaciones menos atractivas no pueden depender de ese tipo de apoyo. Cuando los medicamentos para el VIH/SIDA y el arroz fortalecido con vitamina A ya no estén cada día en la primera plana de los periódicos, ¿acaso merecerán un apoyo público mundial de la misma magnitud la enfermedad de Chagas y la mandioca resistente al virus mosaico?

Los países en desarrollo no deberían ser rehenes perennes de las agendas de investigación establecidas en función de la demanda del mercado mundial. Si hay alguna forma de desarrollo que sea fuente de potenciación en el siglo XXI, es el desarrollo que libera la creatividad humana y crea capacidad tecnológica. Muchos países en desarrollo ya están haciendo frente al reto. Las iniciativas mundiales que reconozcan esta

situación no sólo proporcionarán soluciones a la crisis inmediata, sino que también fomentarán los medios de hacer frente a crisis futura.

El significado, en última instancia, de la era de las redes, es que puede ampliar los medios de acción de las personas, posibilitando que utilicen los conocimientos colectivos existentes en el mundo y contribuyan a ellos. Y el gran reto del nuevo siglo es velar por que toda la humanidad tenga acceso a esa potenciación, y no sólo unos pocos afortunados.